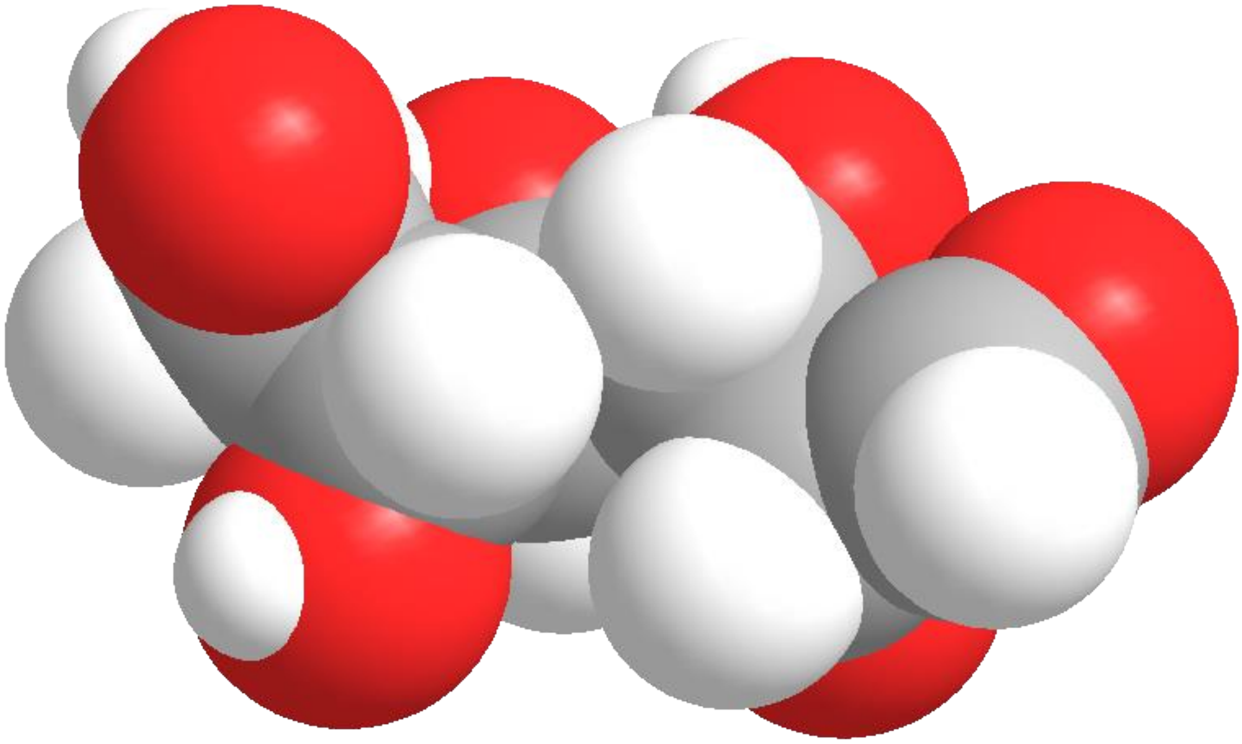
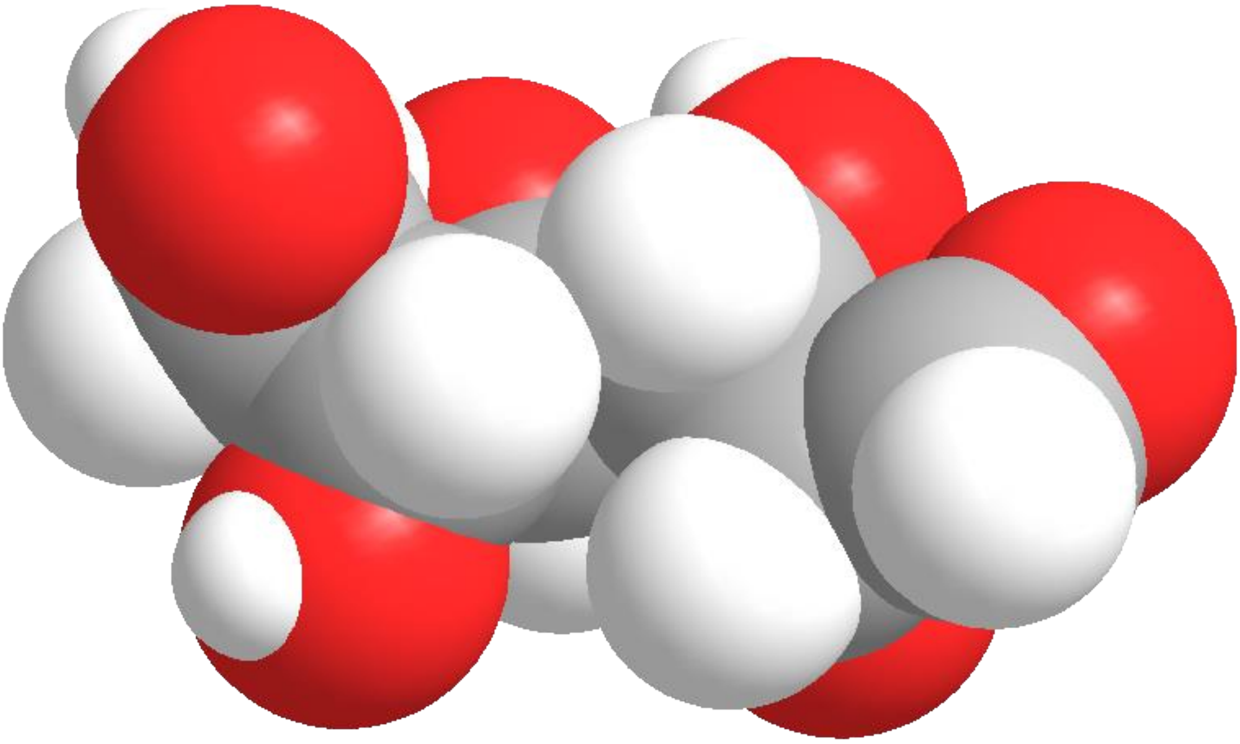
គីមីសរីរាង្គទំនើប ភាគ២



រៀបរៀងដោយ
ស៊ាន វិចិត្រ
២០២២

គាំទ្រថវិកាលើការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អដោយ
មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

គីមីសរីរាង្គទំនើប ភាគ២



រៀបរៀងដោយ
ស៊ាន វិចិត្រ
២០២២

CAMBODIA
RESEARCH CREATIVITY INNOVATION

គាំទ្រថវិកាលើការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អដោយ
មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

មហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រ

ដេប៉ាតឺម៉ង់គីមី

គណៈកម្មការនិពន្ធ

លោក ស៊ាន វិចិត្រ

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ

លោក ជ័យ ថាវី

លោក ធូ វេណូ

បុព្វកថា

ដំណើរអភិវឌ្ឍនៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជានៅក្នុងយុគសម័យទំនើបនេះ ជាមេរៀនដ៏ជោគជ័យបំផុតមួយដែលចាប់ឫសគល់ចេញពីការបញ្ចប់របបប្រល័យពូជសាសន៍ ការបញ្ចប់សង្គ្រាម ការផ្សះផ្សារជាតិ ការកសាងមូលដ្ឋានរឹងមាំនៃសន្តិភាពនិងស្ថេរភាព និងការអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ច។ នៅក្រោយពេលដែលសន្តិភាពត្រូវបានកើតឡើងដោយបរិបូរណ៍នៅឆ្នាំ១៩៩៨ កម្ពុជាទទួលកំណើនសេដ្ឋកិច្ចខ្ពស់ គឺប្រមាណ៨% ក្នុងមួយឆ្នាំ។ លើសពីនេះទៀត អត្រានៃភាពក្រីក្រត្រូវបានកាត់បន្ថយពីប្រមាណ៥៣% នៅឆ្នាំ២០០៤ មកនៅទាបជាង១០% នៅឆ្នាំ២០១៩។ ដំណើរនៃការអភិវឌ្ឍជាតិជាសកម្មភាពដែលបន្តទៅមុខជាប់ជានិច្ច ហើយគោលនយោបាយថ្មីៗដែលមានលក្ខណៈអន្តរវិស័យគ្របដណ្តប់ ក៏កំពុងលេចរូបរាងឡើង ដើម្បីតម្រង់ទិសកម្ពុជាឆ្ពោះទៅកាន់ប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលមធ្យមកម្រិតខ្ពស់នៅឆ្នាំ២០៣០ និងឈានឡើងជាប្រទេសមានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ នៅឆ្នាំ២០៥០។ ការប្រែប្រួលឆាប់រហ័សនៃនិម្មាបនកម្មពិភពលោកនិងតំបន់ រួមទាំងទំនាក់ទំនងភូមិសាស្ត្រនយោបាយ បានផ្តល់កាលានុវត្តភាពសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍឧស្សាហកម្មនៅកម្ពុជា ដែលត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលចាត់ទុកជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃកំណើនសេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា។ រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាបាន និងកំពុងបន្តពង្រឹង និងអភិវឌ្ឍវិស័យអប់រំឆ្ពោះទៅរកការស្រាវជ្រាវ និងនវានុវត្តន៍ ដើម្បីពង្រឹងសមត្ថភាពនិងជំនាញរបស់ធនធានមនុស្សនៅកម្ពុជា ឱ្យស្របទៅនឹងបរិបទថ្មីនៃការអភិវឌ្ឍ ជាពិសេសការពង្រឹងសហគ្រិនភាពក្នុងការរៀបចំម៉ូដែលធុរកិច្ចថ្មីៗ។ ដើម្បីចាប់យកកាលានុវត្តភាពពីបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្មទី៤ និងសេដ្ឋកិច្ចឌីជីថលដែលកំពុងផុសផុលឡើង ប្រព័ន្ធអេកូឡូហ្ស៊ីដែលបង្កលក្ខណៈអំណោយផលដល់ការបង្កើតថ្មី នវានុវត្តន៍ការស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ ត្រូវតែមានការកែលម្អ។

បណ្តាប្រទេសនៅទ្វីបអាស៊ីកំពុងនាំមុខក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ដោយ មានភាគហ៊ុនប្រមាណ៤៤% នៃការវិនិយោគទាំងមូលរបស់ពិភពលោក។ ប្រទេសចិនកំពុងបន្តកសាងហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធនៃការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ ក៏ដូចជាសមត្ថភាពមនុស្ស។ ផ្ទុយទៅ វិញ ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូង និងអាហ្វ្រិក កំពុងស្ថិតនៅឆ្ងាយពីការវិនិយោគនេះ ហើយជាលទ្ធផល ប្រទេសទាំងនោះក៏ពុំមានកំណើនសេដ្ឋកិច្ចគួរឱ្យកត់សម្គាល់ដែរ។ ទុនវិនិយោគសរុបលើការស្រាវ ជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍរបស់ប្រទេសនៅទ្វីបអាមេរិកខាងត្បូងនិងអាហ្វ្រិក មានប្រមាណ៥%នៃការវិនិយោគ ទាំងមូលរបស់ពិភពលោក ក្នុងពេលដែលតំបន់ទាំង២នេះមានប្រជាជនប្រមាណ២០%នៃប្រជាជន ពិភពលោក។ ប្រទេសចំនួន៦ដែលមានលំដាប់ខ្ពស់ជាងគេនៅក្នុងការវិនិយោគលើការស្រាវជ្រាវនិងអភិវឌ្ឍ រួមមានសហរដ្ឋអាមេរិក ចិន ជប៉ុន អាល្លឺម៉ង់ ឥណ្ឌា និងកូរ៉េខាងត្បូង ដែលស្មើនឹងប្រមាណ ៧០%នៃទុនវិនិយោគសរុបរបស់ពិភពលោក។

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ

ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ចពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

កំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ គឺជាការត្រួសត្រាយមាគ៌ាសម្រាប់ដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ និងប្រជាពលរដ្ឋប្រកបដោយភាពរស់រវើក។ តាមរយៈមូលដ្ឋានអប់រំ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិនឹងប្រមូលផ្តុំ បង្កើត និងចែករំលែក ទៅកាន់សមាជិកក្នុងសង្គមនូវសម្បទាអប់រំ ពិសេសគឺពុទ្ធិសម្បទា ក្នុងបុព្វហេតុនៃមនុស្សជាតិនិងឧត្តមប្រយោជន៍នៃប្រទេស។ សង្គមប្រកបដោយពុទ្ធិ គឺពុំគ្រាន់តែជាសង្គមដែលសម្បូរព័ត៌មានប៉ុណ្ណោះទេ តែជាសង្គមដែលប្រជាពលរដ្ឋអាចធ្វើបរិវត្តកម្មពីព័ត៌មានទៅជា មូលធនប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។ ការរីកចម្រើនទៅមុខជាលំដាប់នៃបច្ចេកវិទ្យានិងតំណភ្ជាប់ បានពង្រីកព្រំដែននៃការចូលទៅកាន់ និងការទទួលបានព័ត៌មានជាសកល ហើយដែលក្នុងន័យនេះ ការអប់រំនឹងបន្តវិវត្តទៅមុខនិងមានការផ្លាស់ប្តូរ។ សង្គមមួយដែលមានអំណាន និងរបាប់ជាបុរេលក្ខខណ្ឌនៃជីវភាពប្រចាំថ្ងៃនៃប្រជាពលរដ្ឋ ពេលនោះបំណិននៃអំណាន និពន្ធ និងការគណនាលេខនព្វន្ត គឺជាចលករនៃការរៀនរបស់សិស្ស។ ជាតុដ៏ចម្បងមួយដែលស្ថិតនៅក្នុងការកសាងសង្គមដែលប្រកបដោយ ពុទ្ធិគឺសៀវភៅសិក្សា ហើយការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សាជាប្រចាំគឺជានវានុវត្តន៍នៃវិស័យអប់រំដែលនាំទៅរកការសិក្សាពេញមួយជីវិត ការអភិវឌ្ឍសម្បទាអប់រំ និងការចែករំលែកចំណេះដឹង។ មូលដ្ឋានអប់រំ ជាពិសេសគឺគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាត្រូវមានតួនាទីដែលប្រកបដោយការឆ្លើយតបចំពោះតម្រូវការខាងលើនេះ។ សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំត្រូវបន្តសិក្សាជាប់ជានិច្ច តាមរយៈការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ហើយដែលសៀវភៅសិក្សាទាំងនេះនឹងក្លាយជា ស្ពាននៃទំនាក់ទំនងរវាងនវានុវត្តន៍នៃបច្ចេកវិទ្យា និងការរៀននិងបង្រៀននៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរេខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ធនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជាច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិនៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះ ដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់

ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និង ជាពិសេសគឺការបណ្តុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន ៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន ១២០ពាន់ចំណងជើង។

ខណៈពេលដែលបច្ចេកវិទ្យាកំពុងរីកចម្រើនជារៀងរាល់ថ្ងៃ មធ្យោបាយសម្រាប់អំណានក៏មានច្រើនជម្រើសសម្រាប់សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជន រួមមានការអានសៀវភៅ ការអានលើឧបករណ៍ អេឡិចត្រូនិក ការអានដោយប្រើទូរសព្ទវៃឆ្លាត និងការអានលើកុំព្យូទ័រ ដែលសុទ្ធសឹងជាមធ្យោបាយសំខាន់ៗដែលនាំអ្នកអានទាំងឡាយឱ្យសម្រេចគោលបំណងអានរបស់ខ្លួន។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អំណានដោយប្រើមធ្យោបាយបច្ចេកវិទ្យាទំនើប ចំណាយពេលតិច ងាយស្រួលអាន និងជួយដល់បរិស្ថានមួយកម្រិតទៀត។ នាពេលបច្ចុប្បន្ន សិស្ស-និស្សិត និងសាធារណៈជនកម្ពុជាដែលស្រឡាញ់អំណានកំពុងតែប្រើប្រាស់មធ្យោបាយអំណានទាំងនេះ។ បើយើងក្រឡេកមើលទៅប្រទេសជឿនលឿន ទោះបីជាបច្ចេកវិទ្យារីកចម្រើនខ្លាំងយ៉ាងណា អំណានតាមរយៈសៀវភៅនៅតែមានសន្ទុះដដែល។ ម្យ៉ាងវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាអានបែបទំនើបតាមរយៈឧបករណ៍ទំនើប អាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃធនធានអប់រំឌីជីថល និងមាតិកាឌីជីថលគ្រប់គ្រាន់ដែលបានផលិត និងបង្ហោះចែកចាយសម្រាប់អំណាន។

ក្នុងបរិបទកម្ពុជា ជាពិសេសក្នុងបរិការណ៍នៃការផ្ទុះរីករាលដាលនៃជំងឺកូវីដ-១៩ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានជំរុញឱ្យមានបរិវត្តកម្មឌីជីថលនៅក្នុងអេកូស៊ីស្តែមនៃការអប់រំ ជាពិសេស ការអប់រំតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក និងការអប់រំពីចម្ងាយដើម្បីលើកកម្ពស់អំណានតាមរយៈការផលិតមាតិកាឌីជីថល ដែលមានភាពសម្បូរបែប ការកសាងសមត្ថភាពផ្នែកតំណភ្ជាប់និងវេទិកាឌីជីថល ការពង្រីកវិសាលភាពនៃមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ និងការលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការផលិតធនធានអប់រំឌីជីថល គួបផ្សំជាមួយការចែកសន្លឹកកិច្ចការឱ្យសិស្សយកទៅរៀននៅផ្ទះ និងការចុះទៅជួបជាមួយសិស្សជាបណ្តុំនៅតាមសហគមន៍។ ក្នុងន័យលើកកម្ពស់អំណាន និងភាពសម្បូរបែបនៃធនធានសៀវភៅសិក្សា ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាពនិងភាពសក្តិសិទ្ធិ និងផ្តល់ឱកាសអំណានកាន់តែច្រើនថែមទៀតដល់សិស្សានុសិស្ស និស្សិត និងសាធារណៈជន ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាលើកទឹកចិត្តនូវចំណុចមួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

១. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា
២. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ

៣. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀន បង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យ ដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
៤. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថល ជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា អាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណាន កាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
៥. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា ត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណានជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
៦. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែ ច្រើនថែមទៀត ជាពិសេស ការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់ សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា “មូលនិធិ ស.គ.ន” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទជាអាទិភាពសម្រាប់គាំទ្រដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមាន ឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពរូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅនៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការ**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា(Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា**។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀតការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា

- លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់បានៈសាស្ត្រាចារ្យនិងអ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានវាយតម្លៃខ្ពស់ចំពោះការបោះជំហានប្រកបដោយមនសិការវិជ្ជាជីវៈនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងបុគ្គលិកអប់រំទាំងអស់ ក្នុងការរៀបចំ រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រឹងសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូននិស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ សៀវភៅសិក្សាជាផ្នែកមួយនៃការទទួលស្គាល់គុណភាពអប់រំនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងជាធនធានសិក្សាដែលជាមូលដ្ឋានមួយដ៏សំខាន់ក្នុងការគាំទ្រដល់ការបង្រៀន និងរៀន ហើយត្រូវមានបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ ឆ្លើយតបទៅនឹងកម្មវិធីអប់រំ និងតម្រូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។ ជាគោលការណ៍ គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សាទាំងអស់ ត្រូវមានសៀវភៅសិក្សាដែលប្រើជាគោលសម្រាប់មុខវិជ្ជានីមួយៗ។ ចំនួនសៀវភៅសិក្សាដែលគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវ និងការសិក្សារបស់និស្សិត ត្រូវមានយ៉ាងតិចមួយចំណងជើងក្នុងមួយមុខវិជ្ជា ហើយត្រូវតម្កល់យ៉ាងតិច២ច្បាប់ នៅក្នុងបណ្ណាល័យ ឬអាចរកបានតាមប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិក។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា លើកទឹកចិត្តបន្ថែមទៀតជូនដល់គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋ និងឯកជនដែលបានស្នើសុំថវិកាមូលនិធិរួច សូមចូលរួមបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើនចំនួនចំណងជើងសៀវភៅ។ ចំណែកគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សារដ្ឋនិងឯកជនដែលពុំទាន់បានដាក់ពាក្យស្នើសុំ សូមចូលរួម ដើម្បីជាគុណប្រយោជន៍ដល់តម្រូវការដ៏ទទូច និងថ្លៃថ្លានៃនិស្សិតកម្ពុជាក្នុងការសិក្សា និងស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

សេចក្ដីបញ្ជាក់
របស់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ក្នុងគម្រោង**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្ដមសិក្សា។** សៀវភៅសិក្សានេះត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្ដល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្ដមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ និងរូបភាពគឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយ ពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ឡើយ។

អារម្ភកថា

សៀវភៅនេះត្រូវបានរៀបរៀងឡើងក្រោមការឧបត្ថម្ភគាំទ្ររបស់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិតនិងនវានុវត្តន៍ សម្រាប់ទុកជាសៀវភៅសិក្សាគោលដើម្បីបម្រើឲ្យការរៀននិងបង្រៀនមុខវិជ្ជាគីមីសរីរាង្គក្នុងដេប៉ាតឺម៉ង់គីមីនៃ មហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ។

សៀវភៅ គីមីសរីរាង្គទំនើប ភាគ២ ជាភាសាជាតិនេះត្រូវបានបកប្រែ និងរៀបរៀងចងក្រងឡើងសម្រាប់បង្រៀន ដល់និស្សិតដែលសិក្សាមុខជំនាញគីមីសរីរាង្គ និងសម្រាប់និស្សិតដែលចង់ស្វែងយល់អំពីគីមីសរីរាង្គ។ សៀវភៅនេះ មានសារសំខាន់ណាស់សម្រាប់និស្សិតដែលទើបតែចាប់ផ្តើមសិក្សាមុខវិជ្ជាគីមីសរីរាង្គដំបូង ព្រោះជាការពិត អ្នកសិក្សា ដំបូងមិនទាន់យល់ពាក្យបច្ចេកទេសជាភាសាបរទេសឱ្យបានគ្រប់ជ្រុងជ្រោយដូចភាសាកំណើតទេ។ សៀវភៅនេះ បង្ហាញអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះរបស់គីមីសរីរាង្គរួមមាន៖

- មេរៀនទី១១រៀបរាប់អំពី៖ទម្រង់ លក្ខណៈនិងការហៅឈ្មោះអាល់កុល និងអេទែរសំខាន់ៗ ម៉ូលេគុល សំខាន់ៗដែលមានបង្គុំនាទីទាំងនេះ ព្រមទាំងប្រតិកម្មភាពរបស់អាល់កុល អេទែរ និងក្រុមពិសេសនៃ អេទែរ ដែលគេហៅថាអេប៉ុកស៊ីត។
- មេរៀនទី១២រៀបរាប់អំពី៖ ទម្រង់ លក្ខណៈ និងប្រតិកម្មភាពរបស់សមាសធាតុកាបូនីល ការបម្លែងទៅ វិញទៅមកនៃក្រុមបង្គុំនាទីកាបូនីល និងអាល់កុលតាមប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្ម ព្រមទាំងការ កកើតសម្ព័ន្ធ C–Cថ្មីដោយប្រតិកម្មនៃក្រុមកាបូនីលជាមួយរេអាក់ទីបសរីរាង្គលោហៈ។
- មេរៀនទី១៣រៀបរាប់អំពី៖ប្រព័ន្ធឆ្លាស់ និងផលរេសូណង់អាស្រ័យលើរ៉ាឌីកាល់សេរី កាចុង និងអាញ៉ុង រួមទាំងលក្ខណៈរូបរបស់ប្រព័ន្ធឆ្លាស់ ជាពិសេសត្រូវបានសង្កេតដោយស្បិចត្រូស្កូពីUV-Vis និងការ បម្លែងពិសេស ហៅថាប្រតិកម្មDiels-Alder ដែលអាចផ្គុំម៉ូលេកុលឆ្លាស់ ហៅថា1,3-ឌីអែនជាមួយនឹង ដៃគូជាក់លាក់ដើម្បីបង្កើតវង់៦មានមណ្ឌលគីរ៉ាល់រហូតដល់បួន។
- មេរៀនទី១៤រៀបរាប់អំពី៖ គោលការណ៍ទម្រង់ដែលធ្វើឱ្យមានការប្រើប្រាស់ពាក្យអារ៉ូម៉ាទិច និងដើម ហេតុដំបូងនៃការកំណត់ទម្រង់ត្រឹមត្រូវរបស់បង់សែន រួមទាំងច្បាប់មួយជួយយើងឱ្យប៉ាន់ស្មានពី ប្រភេទម៉ូលេគុលដែលមានលក្ខណៈពិសេសនៃភាពអារ៉ូម៉ាទិច និងក្រុមពិសេសនៃម៉ូលេគុលដែលមាន លក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិចដែរ។
- មេរៀនទី១៥រៀបរាប់៖ អំពីប៉ារ៉ាម៉ែត្រទូទៅដែលធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មជំនួសនៃបង់សែន របៀបដែលក្រុម ជួសលើវង់បង់សែនមួយអាចប៉ះពាល់ដល់ប្រតិកម្មភាព និងលទ្ធភាពធ្វើប្រតិកម្មជំនួស ព្រមទាំង ប្រតិកម្មដែលអាចបម្លែងក្រុមជួសមួយទៅជាក្រុមបង្គុំនាទីថ្មីផងដែរ។
- មេរៀនទី១៦រៀបរាប់អំពី៖ ទម្រង់ លក្ខណៈ និងប្រតិកម្មភាពរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន រួមទាំងវិធី សាស្ត្រសំយោគពួកវាពីក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀត និងក្រុមបង្គុំនាទីដែលអាចទទួលបានពីអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។

- មេរៀនទី១៧រៀបរាប់អំពីៈ ទម្រង់ និងប្រតិកម្មភាពរបស់ស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ឧទាហរណ៍ជាច្រើនរបស់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអាស៊ីលដែលនាំឱ្យកកើតផលិតផលខុសៗគ្នា និងវិធីសាស្ត្រធ្វើស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចពីក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀត ដូចជានីទ្រីល។
- មេរៀនទី១៨រៀបរាប់អំពីៈ ប្រតិកម្មដែលបានមកពីភាពអាស៊ីតខ្សោយរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនលើអាតូមកាបូនជាប់នឹងក្រុមកាបូនីល ដំណើរការដែលអាចបង្កើតអេណុល និងអេណូឡាត បញ្ញត្តិនៃប្រូតុងកម្មស៊ីនេទិច និងទែម៉ូឌីណាមិចដើម្បីបង្កើតអេណូឡាតខុសៗគ្នាពីសមាសធាតុផ្តើមដូចគ្នា អាល់គីលកម្ម អាល់ស៊ីលកម្ម និប្រតិកម្មបូកអេឡិចត្រូភីលផ្សេងទៀតលើអេណុល និង អេណូឡាត ព្រមទាំងប្រតិកម្មដូចគ្នាដោយប្រើស្រលាយអាសូតរបស់អេណុល គឺអេណាមីន។
- មេរៀនទី១៩រៀបរាប់អំពីៈ ការសិក្សាបន្ថែមនៃអេណូឡាតជាមួយម៉ូលេគុលដែលមានកាបូនីលជាអេឡិចត្រូភីលក្នុងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម និងប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់ ប្រតិកម្មដែលប្រើបញ្ញត្តិទាំងនេះដែលអាចសំយោគវង់ផ្សេងៗ និងវគ្គពិសេសនៃប្រតិកម្មទាំងនេះទាក់ទងនឹងអាសូតដែលអាចបង្កើតអាមីនមានក្រុមកាបូនីល មួយ។
- មេរៀនទី២០រៀបរាប់អំពីៈ លក្ខណៈ ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះអាមីន លទ្ធភាពរបស់អាមីនក្នុងតួនាទីជាបាស អំបិល និងអ៊ែអាក់ទីប ការសំយោគ និងប្រតិកម្មភាពអាមីន។
- មេរៀនទី២១រៀបរាប់អំពីៈ ការសំយោគ និងលក្ខណៈរបស់ផេណុល ការសំយោគ និងលក្ខណៈរបស់អារីលអាឡូសែន ការបម្លែងដោយប្រើបង្គុំនាទីរបស់ផេណុល និងអារីលអាឡូសែនដូចជាប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Claisen និងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។
- មេរៀនទី២២រៀបរាប់ខ្លីៗអំពីៈ ការបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនតាមប្រតិកម្មពិសេសៗជាច្រើនប្រតិកម្មផ្សេងៗទៀតរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈធ្លង។

ទោះបីជាមានការខិតខំព្យាយាមយ៉ាងនេះក្តី សៀវភៅដំបូងនេះប្រាកដជាមានការខ្វះខាតខ្លះៗដែលមិនអាចជៀសផុត។ ដូចនេះ ខ្ញុំរង់ចាំទទួលការិះគន់ដើម្បីកែលំអសៀវភៅនេះគ្រប់ពេលវេលា។

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទ ស៊ាន វិចិត្រ សាស្ត្រាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់គីមីនៃមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងជាអ្នករៀបរៀងសៀវភៅសិក្សាដែលមានចំណងជើងថា "**គីមីសរីរាង្គទំនើប ភាគ២**"។ ខ្ញុំបាទសូមសម្តែងនូវគារវកិច្ចដ៏ខ្ពង់ខ្ពស់ និងសូមគោរពថ្លែងអំណរគុណ និងដឹងគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះ៖

- ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ ដែលបានផ្តល់ថវិកាមកក្រសួងអប់រំ ដើម្បីបង្កើតជាមូលនិធិសម្រាប់គាំទ្រដល់ការសរសេរសៀវភៅសិក្សាសម្រាប់កម្រិតឧត្តមសិក្សារបស់ខ្ញុំបាទនេះ។

- ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលមាន ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យរដ្ឋមន្ត្រី ហង់ជួន ណារ៉ុន ជាប្រមុខ ដែលលោកបានដឹកនាំបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ឡើង ដើម្បីគាំទ្រទាំងស្រុងដល់ដំណើរការសរសេរសៀវភៅនេះ ដែលជាចំណែកមួយក្នុងបេសកកម្មកំណែទម្រង់វិស័យអប់រំឧត្តមសិក្សារបស់លោក។

- ឯកឧត្តមបណ្ឌិត សាន វឌ្ឍនា អនុរដ្ឋលេខាធិការក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលក្នុងនាមលោកជាតំណាងមូលនិធិ លោកបានយកអស់កម្លាំងការចិត្ត ជួយចាត់ចែងនិងជ្រោមជ្រែងយ៉ាងពេញទំហឹង ព្រមទាំងផ្តល់ជាអនុសាសន៍និងដំណោះស្រាយនានា ដើម្បីជំនះនូវរាល់ឧបសគ្គដែលកើតមានក្នុងដំណើរការសរសេរសៀវភៅនេះ។

- ឯកឧត្តមបណ្ឌិត ដេត ដាលី សាកលវិទ្យាធិការនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដែលបានយកអស់កម្លាំងកាយចិត្ត ព្រមទាំងពេលវេលាដ៏មមាញឹកនិងមានតម្លៃរបស់លោកក្នុងការជួយលើកទឹកចិត្ត ជួយខ្នះខ្នែងដោះស្រាយ និងផ្តល់អនុសាសន៍ដ៏ត្រឹមត្រូវ ក៏ដូចជាបង្កលក្ខណៈងាយស្រួលនានា ទាំងផ្នែករដ្ឋបាល និងទាំងផ្នែកបច្ចេកទេស ដើម្បីឲ្យដំណើរការរៀបរៀងសៀវភៅនេះបានប្រព្រឹត្តទៅដោយរលូនរហូតចប់ចុងចប់ដើម។

- លោក លួន ពេជ្របូរី និង អស់លោក-លោកស្រី ជាក្រុមការងារសម្របសម្រួលទាំងអស់របស់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលបានយកអស់កម្លាំងកាយចិត្ត ជួយឈឺឆ្អាលក្នុង ការដោះស្រាយបញ្ហាប្រឈមនានាយ៉ាងសស្រាក់សស្រាំជាទីបំផុត ដោយមិនត្អូញត្អែរ និងមិនខ្លាចនឿយហត់ដើម្បីឲ្យការសរសេរសៀវភៅនេះប្រព្រឹត្តទៅដោយរលូន។

- ឯកឧត្តមបណ្ឌិត ស្រ៊ីវ ឋារិទ្ធ អ្នកសម្របសម្រួលសាលាក្រោយឧត្តម និង លោកបណ្ឌិត សុខ សិរី អនុប្រធានការិយាល័យស្រាវជ្រាវ ដែលតែងជួយឈឺឆ្អាល ជួយសម្របសម្រួល និងផ្តល់សេវាសម្រាប់ ការប្រជុំបច្ចេកទេសនានាតាមអនឡាញតាំងពីដើមរៀងមក។

- លោក ជ័យ ថាវី ជាប្រធានដេប៉ាតឺមង់គីមី ដែលបានជួយត្រួតពិនិត្យរាល់កំហុសខុសឆ្គងលើអក្ខរាវិរុទ្ធ ក៏ដូចជាខ្លឹមសារបច្ចេកទេសទាំងឡាយ។

- អស់លោក-លោកស្រី ជាសមាជិក-សមាជិកាគណៈកម្មការអភិវឌ្ឍសៀវភៅសិក្សា ក៏ដូចជាគណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យសៀវភៅសិក្សារបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដែលបានជួយផ្តល់ធាតុចូលដល់សៀវភៅនេះឲ្យកាន់តែមានគុណភាពប្រសើរថែមទៀត។

- ជាចុងក្រោយ និងជាពិសេស លោក ធូ រេណូ ប្រធានការិយាល័យស្រាវជ្រាវនៃ សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដែលតែងជួយផ្តល់ធាតុចូលចំពោះរាល់ឯកសារការងារ ទាំងផ្នែករដ្ឋបាលនិងទាំងផ្នែក

បច្ចេកទេស លោកថែមទាំងជួយសម្រួលរាល់បញ្ហាប្រឈមនានាយ៉ាងដឹតដល់បំផុត ដោយមិនប្រកាន់ពេលវេលា និងដោយចិត្តជ្រះថ្លា រហូតការសរសេរសៀវភៅនេះទទួលបានជោគជ័យជាស្ថាពរ។

មាតិកា

បុព្វកថា i

សេចក្តីបញ្ជាក់ vi

អារម្ភកថា vii

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ x

មេរៀនទី១១៖ អាល់កុល និងអេទែរ ១

១. ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះ ១

២. លក្ខណៈរូបនៃអាល់កុល និងអេទែរ ៣

៣. សារសំខាន់អាល់កុល និងអេទែរ ៥

៤. ការសំយោគអាល់កុលពីអាល់សែន ៨

៥. ប្រតិកម្មរបស់អាល់កុល ១០

៦. អាល់កុលជាអាស៊ីត ១១

៧. ការបម្លែងពីអាល់កុលទៅអាល់គីលអាឡូសែនួ ១២

៨. អាល់គីលអាឡូសែនួពីប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ ១៣

៩. អាល់គីលអាឡូសែនួពីប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយ PBr_3ឬ $SOCl_2$ ១៦

១០. តូស៊ីឡាត មេស៊ីឡាត និងទ្រីផ្លាត ៖ ស្រឡាយក្រុមចាកចេញរបស់អាល់កុល ១៨

១១. ការសំយោគអេទែរ ២០

១២. ប្រតិកម្មរបស់អេទែរ ២៦

១៣. អេប៉ុកស៊ីត ២៧

១៤. ប្រតិកម្មរបស់អេប៉ុកស៊ីត ២៩

១៥. ប្រតិកម្មអង់ទី 1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្មនៃអាល់សែនដោយអេប៉ុកស៊ីត ៣២

១៦. អេទែរម្ហុដ ៣៣

១៧. សង្ខេបប្រតិកម្មអាល់សែន អាល់កុល និងអេទែរ ៣៤

លំហាត់មេរៀនទី១១ .... ៣៦

រំលឹក និងសង្ខេប ៤៣

មេរៀនទី១២៖ អាល់កុលពីសមាសធាតុកាបូនីល ៤៤

១. ទម្រង់របស់កាបូនីល ៤៤

២. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្មសរីរាង្គ ៤៥

៣. សំយោគអាល់កុលដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មសមាសធាតុកាបូនីល ៤៨

៤. អុកស៊ីតកម្មអាល់កុល ៥១

៥. សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈ ៥៧

៦. ទង្វើសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម និងម៉ាញេស្យូម ៥៨

៧. ប្រតិកម្មសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម និងម៉ាញេស្យូម 60
៨. អាល់កុលពីរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ 63
៩. ក្រុមការពារ 70
លំហាត់មេរៀនទី១២ 71
សង្ខេប និងរំលឹក 79

មេរៀនទី១៣៖ ប្រព័ន្ធឆ្លាស់មិនឆ្អែត 81
១. សេចក្ដីផ្ដើម 81
២. ស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល 81
៣. កាចុងអាលីល 85
៤. រំលឹកទ្រឹស្ដីរេសូណង់ 86
៥. អាល់កាឌីអែន និងអ៊ីដ្រូកាបូប៉ូលីមិនឆ្អែត 91
៦. 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន៖ ការមិនដោកន្លែងរបស់អេឡិចត្រុង 92
៧. ស្ថេរភាពរបស់ឌីអែនឆ្លាស់ 95
៨. ស្ប៉ិចត្រូស្កូពី UV-Vis 96
៩. ការប្រយុទ្ធនុយក្លេអូភីលលើឌីអែនឆ្លាស់ ៖ បូក-1,4 104
១០. ប្រតិកម្មDiels-Alder ៖ ប្រតិកម្មបូកវង់-1,4-នៃឌីអែន 107
លំហាត់មេរៀនទី១៣ 117
ផែនទីបញ្ញតិ 124

មេរៀនទី១៤៖សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច 125
១. របកគំហើញបង់សែន 125
២. ការហៅឈ្មោះស្រលាយបង់សែន 126
៣. ប្រតិកម្មរបស់បង់សែន 129
៤. ទម្រង់Kekuléបង់សែន 130
៥. ស្ថេរភាពទែម៉ូឌីណាមិចរបស់បង់សែន 131
៦. ទ្រឹស្ដីទំនើបនៃទម្រង់បង់សែន 133
៧. ច្បាប់ Huckel ៖ ច្បាប់ 4n+2 អេឡិចត្រុងπ 136
៨. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចផ្សេងទៀត 146
៩. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច 151
១០. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចក្នុងគីមីជីវៈ 153
១១. ស្ប៉ិចត្រូស្កូពីរបស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច 155
លំហាត់មេរៀនទី១៤ 160
ផែនទីបញ្ញត្តិ 166

មេរៀនទី១៥៖ ប្រតិកម្មសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ១៦៧
១. ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ១៦៧
២. ចលនការទូទៅរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ១៦៨
៣. ប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មបង់សែន ១៧១
៤. ប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មបង់សែន ១៧៣
៥. ប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្មបង់សែន ១៧៤
៦. ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts ១៧៥
៧. ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ១៧៧
៨. លីមីតនៃប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ១៧៩
៩. ការអនុវត្តន៍សំយោគនៃប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ១៨១
១០. ឥទ្ធិពលនៃក្រុមជួសលើប្រតិកម្មភាពវង់ និងជំណៅទិសក្រុមចំណូល ១៨៤
១១. របៀបដែលក្រុមជួសមានឥទ្ធិពលលើប្រតិកម្មជំនួសអេឡិត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ១៨៩
១២. ប្រតិកម្មខ្សែខាងរបស់អាល់គីលបង់សែន ២០១
១៣. អាល់សែនីលបង់សែន ២០៣
១៤. ការអនុវត្តសំយោគ ២០៦
១៥. អាលីលអាឡូសែនួ និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនួក្នុងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ២០៩
១៦. ប្រតិកម្មរេដុកម្មសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ២១១
លំហាត់មេរៀនទី១៥ .... ២១៤
ផែនទីបញ្ញត្តិ ២១៨

មេរៀនទី១៦៖អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ២១៩
១. សេចក្តីផ្តើម ២១៩
២. ការហៅឈ្មោះអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ២១៩
៣. លក្ខណៈរូប ២២០
៤. ការសំយោគអាល់ដេអ៊ីត ២២២
៥. ការសំយោគសេតូន ២២៦
៦. ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន ២២៨
៧. ប្រតិកម្មបូករបស់អាល់កុល៖ អេមីអាសេតាល់ និងអាសេតាល់ ២៣២
៨. ប្រតិកម្មបូកអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ .... ២៣៨
៩. ប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនស្យានួះ ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន ២៤២
១០. ប្រតិកម្មបូករបស់អ៊ីលួះ ប្រតិកម្ម Wittig ២៤៤
១១. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីត ២៤៨
១២. អុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger ២៤៨

១៣. ការវិភាគគីមីនៃអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ២៥០
១៤. លក្ខណៈស្បិចរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ២៥០
១៥. សង្ខេបប្រតកម្មបូករបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ២៥៣
លំហាត់មេរៀនទី១៦ ...... ២៥៦
សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម ២៦៤
ខ្សែសំយោគ ២៦៥

មេរៀនទី១៧៖ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វា ២៦៦

១. សេចក្តីផ្តើម ២៦៦
២. ការហៅឈ្មោះ និងលក្ខណៈរូប ២៦៦
៣. ទង្វើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ២៧៥
៤. ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីល ៖ ប្រតិកម្មបូក - បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលលើកាបូនអាស៊ីល ២៧៩
៥. អាស៊ីលក្លរួ ២៨១
៦. អានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ២៨៤
៧. អេស្ទែរ ២៨៥
៨. អាមីត ២៩២
៩. ស្រលាយអាស៊ីតកាបូនិច ២៩៨
១០. ដេកាបុកស៊ីលកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ៣០១
១១. តេស្តគីមីរបស់សមាសធាតុអាស៊ីល ៣០៣
១២. ប៉ូលីអេស្ទែរ និងប៉ូលីអាមីត ៣០៣
១៣. សង្ខេបប្រតិកម្មអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វា ៣០៥
លំហាត់មេរៀនទី១៧ ...... ៣០៩

មេរៀនទី១៨ ៖ ប្រតិកម្មលើកាបូនαរបស់សមាសធាតុកាបូនីល ៣១៦

១. សេចក្តីផ្តើម ៣១៦
២. ភាពអាស៊ីតរបស់អ៊ីដ្រូសែននៃសមាសធាតុកាបូនីល ៖ អាញ៉ុងអេណូឡាត ៣១៦
៣. តូមែរសេតូ និងអេណុល ៣១៨
៤. ប្រតិកម្មតាមអេណុល និងអេណូឡាត ៣១៩
៥. លីចូមអេណូឡាត ៣២៥
៦. អេណូឡាតរបស់សមាសធាតុ-ឌីកាបូនីល ៣២៨
៧. ការសំយោគមេទីលសេតូន៖ ការអេស្ទែរសំយោគអាសេតូអាសេទិច ៣២៩
៨. ការសំយោគអាស៊ីតអាសេទិចជួស៖ ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិច ៣៣៤
៩. ប្រតិកម្មបន្ថែមនៃសមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្ម ៣៣៨
១០. ការសំយោគអេណាមីន៖ ប្រតិកម្មអេណាមីន STORK ៣៣៩

១១. សង្ខេបប្រតិកម្មរបស់អែណូឡាត ៣៤២
លំហាត់មេរៀនទី១៨ .... ៣៤៥

មេរៀនទី១៩ ៖ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម និងប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់របស់សមាសធាតុកាបូនីល ៣៥០
១. សេចក្តីផ្តើម ៣៥០
២. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ៖ ការសំយោគអេស្ទែរ-សេតូ ៣៥០
៣. សមាសធាតុ-ឌីកាបូនីលដោយប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មនៃអែណូឡាតសេតូន ៣៥៦
៤. ប្រតិកម្មអាល់ដុល៖ ប្រតិកម្មបូកអែណូឡាត និងអែណុលលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ៣៥៨
៥. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែង ៣៦២
៦. ប្រតិកម្មបិទវង់តាមរយៈប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល ៣៦៧
៧. ប្រតិកម្មបូកអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន-α,β-មិនឆ្អែត ៣៦៩
៨. ប្រតិកម្ម Mannich ៣៧៣
៩. សង្ខេបប្រតិកម្មសំខាន់ៗ ៣៧៤
លំហាត់មេរៀនទី១៩ .... ៣៧៦
សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម ៣៨៤
ខ្សែសំយោគ ៣៨៤

មេរៀនទី២០៖ អាមីន ៣៨៥
១. ការហៅឈ្មោះ ៣៨៥
២. លក្ខណៈរូប និងទម្រង់របស់អាមីន ៣៨៦
៣. កម្រិតបាសរបស់អាមីន៖ អំបិលអាមីន ៣៨៨
៤. ទង្វើអាមីន ៣៩៦
៥. ប្រតិកម្មរបស់អាមីន ៤០៥
៦. ប្រតិកម្មរបស់អាមីនជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺ ៤០៧
៧. ប្រតិកម្មជំនួសរបស់អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម ៤១០
៨. ប្រតិកម្មបង្កំគូរបស់អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម ៤១៤
៩. ប្រតិកម្មរបស់អាមីនជាមួយស៊ុលផូនីលក្លរ ៤១៧
១០. ការសំយោគថ្នាំស៊ុលផា ៤១៩
១១. ការវិភាគអាមីន ៤២០
១២. ប្រតិកម្មបណ្តាច់ទាក់ទងនឹងសមាសធាតុអាម៉ូញ៉ូម ៤២២
១៣. សង្ខេបទង្វើ និងប្រតិកម្មរបស់អាមីន ៤២៣
លំហាត់មេរៀនទី២០ .... ៤២៧

មេរៀនទី២១៖ ផេណុល និងអារីលអាឡូសែន...៤៣៤
១. ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះរបស់ផេណុល ៤៣៤
២. ផេណុលកើតក្នុងធម្មជាតិ.. ៤៣៥
៣. លក្ខណៈរូបរបស់ផេណុល.. ៤៣៥
៤. ការសំយោគផេណុល ៤៣៦
៥. ប្រតិកម្មផេណុលជាអាស៊ីត.. ៤៣៨
៦. ប្រតិកម្មផ្សេងទៀតរបស់ក្រុម O–H របស់ផេណុល ៤៤១
៧. បណ្តាច់អាល់គីលអារីលអេទែរ ៤៤២
៨. ប្រតិកម្មនៃវង់បង់សែនរបស់ផេណុល.. ៤៤២
៩. ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងClaisen... ៤៤៤
១០. គីណូន.. ៤៤៥
១១. អារីលអាឡូសែន និងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ៤៤៧
១២. ការវិភាគស្បិចរបស់ផេណុល និងអារីលអាឡូសែន................................ ៤៥៣
១៣. ការសិក្សាអំពីអារីលអាឡូសែន៖ បម្រើបម្រាស់ និងបញ្ហាបរិស្ថាន ៤៥៤
លំហាត់មេរៀនទី២១ .... ៤៥៨
ផែនទីបញ្ញត្តិ ៤៦៣

មេរៀនទី២២៖ ការបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន និងប្រតិកម្មផ្សេងទៀតរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈឆ្លង ... ៤៦៤
១. សេចក្តីផ្តើម.. ៤៦៤
២. ប្រតិកម្មបង្គុំគូកាតាលីករលោហៈឆ្លង... ៤៦៤
៣. មេតាតេស៊ីសអូលេភីន៖ កំផ្លិចកាបេនរុយតេញ៉ូម និងកាតាលីករ Grubbs.......... ៤៦៨
៤. ប្រតិកម្ម Corey-Posner, Whitesides-House ៤៧០
៥. មូលដ្ឋានគ្រឹះខ្លះលើធាតុ និងកំផ្លិចលោហៈឆ្លង ៤៧១
៦. ការរាប់អេឡិចត្រុងក្នុងកំផ្លិចលោហៈ.. ៤៧២
៧. ដំណាក់កាលចលនការក្នុងប្រតិកម្មរបស់កំផ្លិចលោហៈឆ្លងខ្លះ ៤៧៤
៨. ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មស្មើសាច់៖ កាតាលីករ Wilkinson.................. ៤៧៦
៩. ចលនការសម្រាប់ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មបង្គុំគូខ្វែង៖ ប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki ៤៧៨
១០. វីតាមីន B12៖ ជីវម៉ូលេគុលលោហៈឆ្លងមួយ ៤៧៩

តារាងតម្លៃpKaអាស៊ីត-បាស.. ៤៨០
តារាងបង្គុំនាទីសរីរាង្គ.. ៤៨១
តារាងស្បិចIRរបស់បង្គុំនាទីសំខាន់ៗ... ៤៨២
ឯកសារយោង.. ៤៨៤

មេរៀនទី១១

អាល់កុល និងអេធែរ

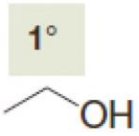
១. ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះ

អាល់កុលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល (-OH) ចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនឆ្អែតមួយ។ អាតូមកាបូនរបស់អាល់កុលអាចជាផ្នែករបស់ក្រុមអាល់គីលធម្មតាមួយ ដូចមាននៅក្នុងឧទាហរណ៍មួយចំនួនដូចខាងក្រោម ឬវា អាចជាផ្នែកមួយរបស់ម៉ូលេគុលសាំញ៉ាំមួយ ដូចជាកូលេស្តេរ៉ុល។ អាល់កុលត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជាថ្នាក់1^0, 2^0 និង 3^0 អាស្រ័យលើចំនួនអាតូមកាបូនដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនអាល់កុល។

CH_3OH

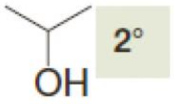
មេតាណុល

(មេទីលអាល់កុល)



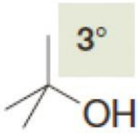
អេតាណុល

(អេទីលកាល់កុល)



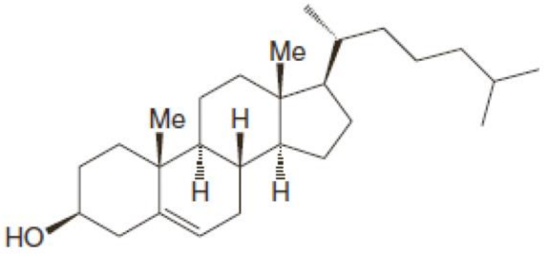
2-ប្រូប៉ាណុល

(អ៊ីសូប្រូពីលអាល់កុល)



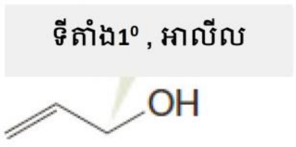
2-មេទីល-2-ប្រូប៉ាណុល

(ទែរ-ប៊ុយទីលអាល់កុល)



កូលេស្តេរ៉ុល

អាតូមកាបូនអាល់កុលអាចជាអាតូមកាបូនឆ្អែតមួយនៅជាប់ជាមួយក្រុមអាល់សែនីល ឬអាល់ស៊ីនីលមួយ ឬអាចជាអាតូមកាបូនឆ្អែតមួយដែលចងជាមួយវង់បង់សែន។



2-ប្រូប៉ៃណុល

ឬ ប្រូ-2-អែន-1-អុល

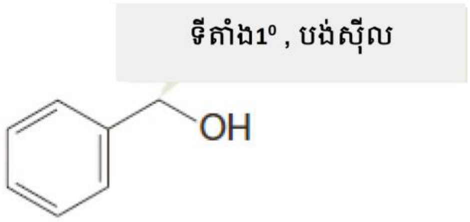
ឬ អាលីកអាល់កុល

ឬ អាល់កុលអាលីលិច

2-ប្រូពីណុល

ឬ ប្រូ-2-អ៊ីន-1-អុល

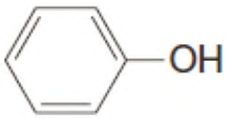
ឬ ប្រូប៉ាគីលអាល់កុល



បង់ស៊ីលអាល់កុល

ឬ អាល់កុលបង់ស៊ីលិច

សមាសធាតុដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលចងផ្ទាល់ជាមួយវង់បង់សែនមួយត្រូវបានគេហៅថា**ផេណុល**។



ផេណុល

p- មេទីលផេណុល

(ផេណុលជូសមួយ)

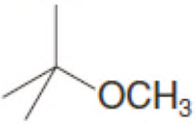
$Ar—OH$

រូបមន្តទូទៅរបស់ផេណុល

អេទែរខុសពីអាល់កុលត្រង់អាតូមអុកស៊ីសែនរបស់អេទែរមួយចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនពីរ។ ក្រុម អ៊ីដ្រូកាបួអាចជា អាល់គីល អាល់សែនីល វីនីល អាល់ស៊ីនីល ឬអារីល។ ឧទាហរណ៍៖

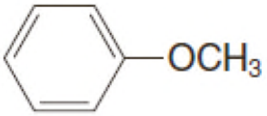
ឌីអេទីលអេទែរ

អាលីលមេទីលអេទែរ



ទែរ-ប៊ុយទីលមេទីលអេទែរ

ឌីវីនីលអេទែរ



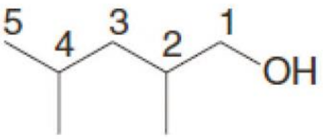
មេទីលផេនីលអេទែរ

១.១ ការហៅឈ្មោះអាល់កុល

យើងបានសិក្សាអំពីការហៅឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធ IUPAC នៃអាល់កុលក្នុងមេរៀនទី២ ផ្នែកទី៦ និងមេរៀនទី៤ ផ្នែកទី៣រួចហើយ។

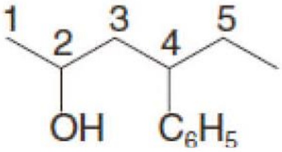
- ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលមានឧត្តមភាពជាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងបីជាន់ក្នុងការសម្រេចហៅក្រុមបង្គុំនាទីជាមជ្ឈិមបទ។

ឧទាហរណ៍៖



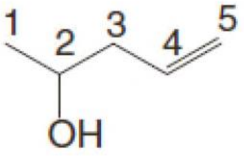
2,4-ឌីមេទីល-1-ប៉ង់តាណុល

(ឬ 2,4-ឌីមេទីលប៉ង់តាន-1-អុល)



4- ផេនីល-2-ប៉ង់តាណុល

(ឬ 4-ផេនីលប៉ង់តាន-2-អុល)



4-ប៉ង់តែន-2-អុល

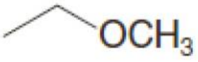
(ឬ ប៉ង់-4-អែន-2-អុល)

ក្នុងការហៅឈ្មោះក្រុមបង្គុំនាទីធម្មតា អាល់កុលត្រូវបានគេហៅថា**អាល់គីលអាល់កុល** ដូចជាមេទីលអាល់កុល អេទីលអាល់កុល ។ល។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៖ តើមានអ្វីខុសបើយើងប្រើឈ្មោះអ៊ីសូប្រូប៉ាណុល និង ទែរ-ប៊ុយតាណុល?

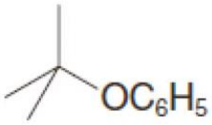
១.២ ការហៅឈ្មោះអេទែរ

គេតែងតែហៅឈ្មោះអេទែរជាឈ្មោះអសធារណៈនាម។ ក្នុងការហៅឈ្មោះនេះ គេគ្រាន់តែហៅក្រុមទាំងពីរ ដែលចងជាមួយ អុកស៊ីសែនតាមលំដាប់អក្សរ និងបូកបន្ថែមពាក្យថា ***អេទែរ***។ ឧទាហរណ៍៖



អេទីលមេទីលអេទែរ

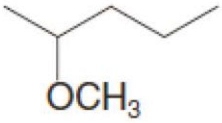
ឌីអេទីលអេទែរ



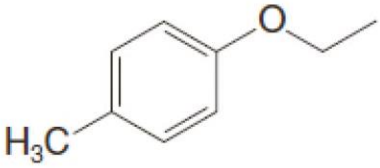
ទែរ-ប៊ុយទីលផេនីលអេទែរ

តែទោះជាយ៉ាងនេះក៏ដោយ គេគួរប្រើការហៅឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធIUPAC ចំពោះអេទែរសាំញ៉ាំ និងសមាសធាតុដែលមានខ្មែងច្រើន។ ក្នុងប្រព័ន្ធ IUPAC អេទែរត្រូវបានគេហៅថាឈ្មោះជា **អាល់កុកស៊ីអាល់កាន អាល់កុកស៊ីអាល់សែន អាល់កុកស៊ីអារ៉ែន** ។ល។ ក្រុម RO - ជាក្រុមអាល់កុកស៊ី។

ឧទាហរណ៍៖



មេតុកស៊ីប៊ុយតាន

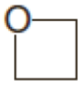


1-អេតុកស៊ី-4-មេទីលបង់សែន

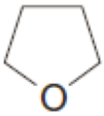
1,2-ឌីមេតុកស៊ីអេតាន (DME)

គេអាចហៅអេទែរវង់តាមមធ្យោបាយជាច្រើន។ មធ្យោបាយងាយមួយគឺប្រើ**ការហៅឈ្មោះជំនួស** (replacement nomenclature) ដែលក្នុងករណីនេះ យើងធ្វើទំនាក់ទំនងអេទែរវង់ជាមួយប្រព័ន្ធវង់អ៊ីដ្រូកាបួ ដែលត្រូវគ្នា និងប្រើមង្ឃិមបទ **អុកសា-** ដើម្បីបញ្ជាក់ថាអាតូមអុកស៊ីសែនជំនួសក្រុមCH_2មួយ។ ក្នុងប្រព័ន្ធផ្សេងទៀត អេទែរសមាជិកវង់បីត្រូវបានគេហៅថា**អុកស៊ីរ៉ាន (oxirane)** និងអេទែរសមាជិកវង់បួនត្រូវបានគេ ហៅថា **អុកសែតាន (oxetane)**។ អេទែរវង់ងាយមួយចំនួនក៏មានឈ្មោះអសធារណៈដែរ ដូចដែលមានក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោម (ឈ្មោះក្នុងវង់ក្រចក)។ តេត្រាអ៊ីដ្រូផ្វរ៉ាន (THF) និង 1,4-ឌីអុកសានជាជាតុរំលាយមាន ប្រយោជន៍ណាស់៖

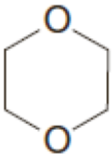
អុកស៊ីស៊ីក្លូប្រូប៉ាន
ឬ អុកស៊ីរ៉ាន
(អេទីឡែនអុកស៊ីត)



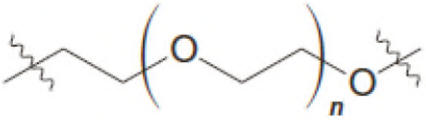
អុកសាស៊ីក្លូប៊ុយតាន
ឬ អុកស៊ីតាន



អុកសាស៊ីក្លូប៉ង់តាន
(តេត្រាអ៊ីដ្រូផ្វរ៉ាន THF)



1,4-ឌីអុកសាស៊ីក្លូអិចសាន
(1,4-ឌីអុកសាន)



ប៉ូលីអេទីឡែន អុកស៊ីត (PEO)
(ប៉ូលីមែររលាយក្នុងទឹកមួយបង្កើតពីអេទីឡែនអុកស៊ីត)

អេទីឡែនអុកស៊ីតជាសសារជាតុផ្តើមរបស់ប៉ូលីអេទីឡែនអុកស៊ីត (PEO,ត្រូវបានគេហៅថា**ប៉ូលីអេទីឡែនគ្លីកុល (PEG)** ផងដែរ)។ ប៉ូលីអេទីឡែនអុកស៊ីតមានបម្រើបម្រាស់ជាច្រើន រួមទាំងការភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ជាមួយប្រូតេអ៊ីនសម្រាប់ព្យាបាល ដូចជាអាំងទែផេរ៉ូន ដែលជាបម្រើបម្រាស់មួយដែលត្រូវបានរកឃើញសម្រាប់បង្កើនរយៈពេលនៃប្រសិទ្ធភាពឱសថក្នុងប្រព័ន្ធរបត់ឈាម។ PEOក៏ត្រូវបានប្រើក្នុងក្រែមលាបស្បែកខ្លះ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.២ ៖ ចូរគូរូបមន្តសម្ព័ន្ធ-បន្ទាត់ និងឈ្មោះសមស្របរបស់អាល់កុល និងអេទែរទាំងអស់ដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុល៖

a. C_3H_8O

b. $C_4H_{10}O$

២. លក្ខណៈរូបនៃអាល់កុល និងអេទែរ

លក្ខណៈរូបរបស់អាល់កុល និងអេទែរមួយចំនួនត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង១១.១ និង ១១.២។

• អេទែរមានចំនុចរំពុះប្រហាក់ប្រហែលនឹងអ៊ីដ្រូកាបួដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុល (MW) ដូចគ្នា។ ឧទាហរណ៍ សីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់ឌីអេទីលអេទែរ (MW =74) គឺ 34.6⁰C ហើយប៉ង់តាន (MW=72) គឺ 36⁰C។

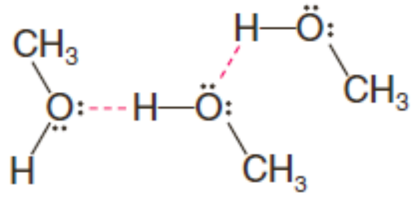
• អាល់កុលមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងអេទែរ ឬអ៊ីដ្រូកាបួខ្លាំងណាស់។

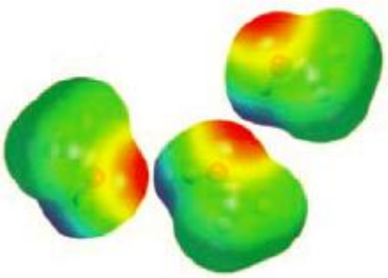
ឧទាហរណ៍ ចំណុចរំពុះរបស់ប៊ុយទីលអាល់កុល (MW = 74) គឺ 117.7⁰C ។

តារាង១១.១ លក្ខណៈរូបរបស់អាល់កុលសំខាន់ៗមួយចំនួន

ឈ្មោះ	រូបមន្ត	mp(⁰C)	bp(⁰C)(1atm)	កម្រិតរលាយ (g/100mL H_2O)
	អាល់កុលម៉ូណូអ៊ីដ្រុកស៊ី			
មេតាណុល	CH_3OH	−97	64.7	∞
អេតាណុល	CH_3CH_2OH	−117	78.3	∞
ប្រូពីលអាល់កុល	$CH_3CH_2CH_2OH$	−126	97.2	∞
អ៊ីសូប្រូពីលអាល់កុល	$CH_3CH(OH)CH_3$	−88	82.3	∞
ប៊ុយទីលអាល់កុល	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	−90	117.7	8.3
អ៊ីសូប៊ុយទីលអាល់កុល	$CH_3CH(CH_3)CH_2OH$	−108	108.0	10.0
សិក-ប៊ុយទីលអាល់កុល	$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$	−114	99.5	26.0
ទែរ-ប៊ុយទីលអាល់កុល	$(CH_3)_3COH$	25	82.5	∞
	ឌីអុល និងទ្រីអុល			
អេទីឡែនគ្លីកុល	CH_2OHCH_2OH	−12.6	197	∞
ប្រូពីឡែនគ្លីកុលង	$CH_3CHOHCH_2OH$	−59	187	∞
ទ្រីមេទីឡែនគ្លីកុល	$CH_2OHCH_2CH_2OH$	−30	215	∞
គ្លីសេរ៉ុល	$CH_2OHCHOHCH_2OH$	18	290	∞

• ម៉ូលេគុលអាល់កុលអាចផ្គុំចូលគ្នាដោយការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន តែម៉ូលេកគុលអេទែរ និងអ៊ីដ្រូកាបួមិនអាចទេ។





ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរបស់ម៉ូលេគុលមេតាណុល

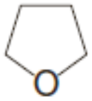
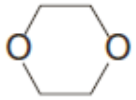
ប្រូពីលឡែនគ្លីកុលត្រូវបានប្រើជាសារធាតុធ្វើឱ្យត្រជាក់ម៉ាស៊ីន ពីព្រោះវាអាចបំបែកដោយខ្លួនវា (biodegradable) មានចំនុចរំពុះខ្ពស់ និងរំលាយទៅមកទៅវិញ (miscible) ជាមួយទឹក។

ប៉ុន្តែអេទែរអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយសមាសធាតុជាច្រើនដូចជាទឹក។ ដូចនេះ អេទែរមាន កម្រិតរលាយនៅក្នុងទឹកស្រដៀងគ្នានឹងអាល់កុលដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលដូចគ្នា តែវាខុសពីពពួកអ៊ីដ្រូកាបួ។

ឧទាហរណ៍ ឌីអេទីលអេទែរ និង1-ប៊ុយតាណុលមានកម្រិតរលាយក្នុងទឹកដូចគ្នា ប្រហែល 8g ក្នុងទឹក 100mL នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់។ ផ្ទុយមកវិញ ប៉ង់តានមិនរលាយក្នុងទឹកទេ។

មេតាណុល អេតាណុល ប្រូពីលអាល់កុលទាំងពីរ និងទែរប៊ុយទីលអាល់កុលរលាយទាំងស្រុងក្នុងទឹក (តារាង11.1)។ កម្រិតរលាយរបស់អាល់កុលក្នុងទឹកតែងតែថយចុះនៅពេលខ្សែអ៊ីដ្រូកាបួរបស់វាកាន់តែវែង ដូចនេះ អាល់កុលខ្សែវែងមានលក្ខណៈដូចអាល់កានជាងដូចទឹក។

តារាង១១.២ លក្ខណៈរូបរបស់អេទែរសំខាន់ៗមួយចំនួន

ឈ្មោះ	រូបមន្ត	mp(^{0}C)	bp(^{0}C)(1atm)
ឌីមេទីលអេទែរ	CH_3OCH_3	−138	−24.9
អេទីលមេទីលអេទែរ	$CH_3OCH_2CH_3$		10.8
ឌីអេទីលអេទែរ	$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	−116	34.6
1,2-ឌីមេតុកស៊ីអេតាន (DME)	$CH_3OCH_2CH_2OCH_3$	−68	83
អុកស៊ីរ៉ាន		−112	12
តេត្រាអ៊ីដ្រូផួរ៉ាន (THF)		−108	65.4
1,2-ឌីអុកសាន		11	101

៣. សារសំខាន់អាល់កុល និងអេទែរ

៣.១ មេតាណុល

ពីមុន មេតាណុលស្ទើរតែទាំងអស់ត្រូវបានបង្កើតដោយបំណិតឈើ (គឺ កម្តៅឈើនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ដោយគ្មានវត្តមានខ្យល់)។ ដោយសារតែគេបង្កើតវាតាមមធ្យោបាយនេះហើយ ទើបគេហៅវាថា**អាល់កុលឈើ** (wood alcohol) ។ សព្វថ្ងៃនេះ មេតាណុលស្ទើរតែទាំងអស់ត្រូវបានបង្កើតដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មដោយ កាតាលីករនៃកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត។ ប្រតិកម្មកើតឡើងនៅសំពាធខ្ពស់ និងសីតុណ្ហភាពប្រហែល 300–400^{0}C៖

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[\text{200–300 atm, } ZnO\text{–}Cr_2O_3]{300\text{–}400\ ^\circ C} CH_3OH$$

មេតាណុលមានកម្រិតពុលខ្ពស់។ ការលេបមេតាណុលចូលសូម្បីតែក្នុងបរិមាណបន្តិចបន្តួចក៏ដោយ អាចបណ្តាលឱ្យងងឹតភ្នែកបាន ហើយបើបរិមាណច្រើនអាចបណ្តាលឱ្យស្លាប់បាន។ ការពុលមេណុលក៏អាចកើតឡើងដោយការស្រូបចំហាយ ឬការប៉ះពាល់ដោយស្បែកដែរ។

៣.២ អេតាណុល

អេណុលអាចត្រូវបានបង្កើតដោយល្បើងរបស់ស្ករ (fermentation of sugars) ហើយវាជាអាល់កុលដែលមាន នៅក្នុងភេសជ្ជៈអាល់កុលទាំងអស់។ ការសំយោគអេតាណុលក្នុងទម្រង់ជាស្រាដោយល្បើងរបស់

ស្ករក្នុងទឹកផ្លែឈើជាសមិទ្ធផលដំបូងនៃការសំយោគសរីរាង្គរបស់យើង។ ស្ករបានពីទឹកផ្លែឈើផ្សេងៗអាចត្រូវបានប្រើក្នុងការទធ្វើភេសជ្ជៈអាល់កុល។ ជារឿយៗ ស្ករបានមកពីគ្រាប់ធុញ្ញជាតិ ហើយវាជារឹសគល់ដែលគេហៅវាថា **អាល់កុលធុញ្ញជាតិ** (grain alcohol)។

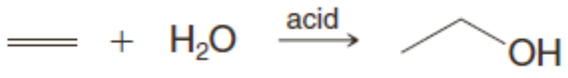
គេតែងតែធ្វើល្បើងដោយបន្ថែមមេដំបែរ (yeast) ទៅលើល្បាយស្ករ និងទឹក។ មេដំបែរមានអង់ស៊ីមដែលអាចជំរុញស៊េរីវែងនៃប្រតិកម្មមួយដែលបម្លែងស្ករងាយ($C_6H_{12}O_6$)ទៅជាអេតាណុលនិងកាបូនឌីអុកស៊ីត៖

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{yeast}} 2\,CH_3CH_2OH + 2\,CO_2$$

(~95% yield)

ល្បើងតែឯងមិនអាចបង្កើតភេសជ្ជៈដែលមានកម្រិតអាល់កុលខ្ពស់ជាង 12-15% ទេ ពីព្រោះអង់ស៊ីមរបស់មេដំបែរត្រូវបានធ្វើឱ្យអសកម្មនៅកំហាប់ខ្ពស់ជាងនេះ។ ដើម្បីបង្កើតភេសជ្ជៈដែលមានកម្រិតអាល់កុលខ្ពស់ជាងនេះ គេត្រូវធ្វើបំណិតសសូលុយស្យុងទឹកនេះ។

អេតាណុលជាសារធាតុគីមីសំខាន់មួយ។ ក្នុងឧស្សាហកម្ម អេតាណុលត្រូវបានបង្កើតពីប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអេតែន៖



5%នៃអាល់កុលលើពិភពលោកត្រូវបានផលិតតាមមធ្យោបាយនេះ។

អេតាណុលគឺជាភ្នាក់ងារអ៊ីបណូទិច (hypnotic) មួយ (អ្នកធ្វើឱ្យងងុយដេក)។ វាកាត់បន្ថយសកម្មភាព របស់ខួរក្បាលផ្នែកខាងលើ។ អេតាណុលក៏ជាសារធាតុពុលដែរ ប៉ុន្តែវាមានកម្រិតពុលទាបជាងមេតាណុល។ ក្នុងសត្វកណ្ដុរប្រែង (rats) ដូស (dose) នៃអេតាណុលគឺ 13.7 g. kg^{-1} នៃទម្ងន់ខ្លួន។

អេតាណុលជាជីវឥន្ធនៈមួយ

អេតាណុលត្រូវបានគេហៅថាជាប្រភពថាមពដែលអាចបង្កើតថ្មី (renewable energy source) ពីព្រោះវាអាចត្រូវបានបង្កើតដោយល្បើងនៃគ្រាប់ធុញ្ញជាតិ និងផលិតផលកសិកម្មផ្សេងទៀត ដូចជាស្រូវសាលី និងអំពៅ។ ជាការពិត ពួករបស់វាលូតលាស់ដោយបម្លែងថាមពលពន្លឺពីព្រះអាទិត្យជាថាមពលគីមីដោយរស្មីសំយោគ (photosynthesis)។ នៅពេលគេទទួលបាន គេអាចលាយអេតាណុលជាមួយសាំងក្នុងប្រភាគផ្សេងៗ និងប្រើ សម្រាប់ម៉ាស៊ីនយានយន្ត។ ក្នុងឆ្នាំ២០០៧ សហរដ្ឋអាមេរិចឈានមុខគេក្នុងការផលិតអេតាណុលប្រហែល 6.5 កោដិហ្គាលូន (gallons) បន្ទាប់មកគឺប្រេស៊ីល 5កោដិហ្គាលូន។

នៅពេលគេប្រើវាជំនួសសាំង អេតាណុលមានថាមពលទាបជាង ប្រហែល34% ក្នុង១ខ្នាតមាឌ។ កត្តានេះ និងកត្តាផ្សេងទៀត ដូចជាតម្លៃថាមពលដែលត្រូវការសម្រាប់បង្កើតផលិតផលកសិកម្មជាពិសេស ពោត បានធ្វើឱ្យគេស្ទាក់ស្ទើរក្នុងការបង្កើតអេតាណុលជាប្រភពថាមពល។ ការបង្កើតអេតាណុលពីពោតមានប្រសិទ្ធភាពទាបជាង៥ទៅ៦ដងនៃការបង្កើតពីអំពៅ ហើយវាជាការបម្លែងពីអាហារទៅជាប្រភពថាមពលមួយ។ ស្បៀងអាហារពិភពលោក អាចនឹងខ្វះខាត។

៣.៣ អេទីឡែន និងប្រូពីឡែនគ្លីកុល

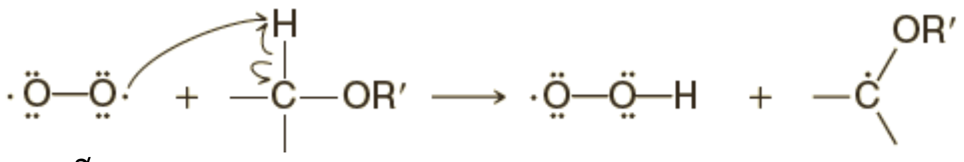
អេទីឡែនគ្លីកុល ($HOCH_2CH_2OH$) មានម៉ាសម៉ូលេគុលទាប ចំណុចរំពុះខ្ពស់ និងរំលាយទៅវិញទៅមកជាមួយទឹក (តារាង១១.១)។ លក្ខណៈទាំងនេះធ្វើឱ្យអេទីឡែនគ្លីកុលជាសារធាតុប្រឆាំងកំណកក្នុងយានយន្តល្អមួយ (automobile antifreeze)។ ប៉ុន្តែអេទីឡែនគ្លីកុលជាសារធាតុពុល។ ឥឡូវនេះគេប្រើប្រូពីឡែនគ្លីកុល (1,2-ប្រូប៉ានឌីអុល) យ៉ាងទូលំទូលាយជំនួសឱ្យអេទីឡែនគ្លីកុលពីព្រោះវាមានកម្រិតពុលទាបជាង។

៣.៤ ឌីអេទីលអេទែរ

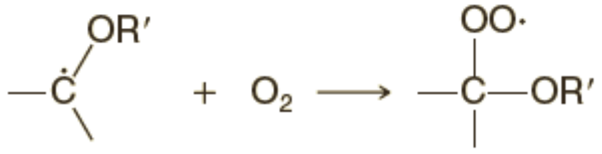
ឌីអេទីលអេទែរ ជាសារធាតុងាយឆេះ មានចំណុចរំពុះទាប។ នៅពេលគេប្រើអេទីលអេទែរក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ គេត្រូវប្រុងប្រយ័ត្នខ្ពស់ ពីព្រោះអណ្តាតភ្លើង ឬព្រាចផ្កាភ្លើងពីកុងតាក់អាចបណ្តាលឱ្យល្បាយអេទីលអេទែរ និងខ្យល់អាចឆាបឆេះបាន។

អេទែរភាគច្រើនមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនយឺតតាមដំណើរការរ៉ាឌីកាល់សេរីមួយហៅថា**អូតូអុកស៊ីតកម្ម** បង្កើតជាអ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត និងពែរអុកស៊ីត៖

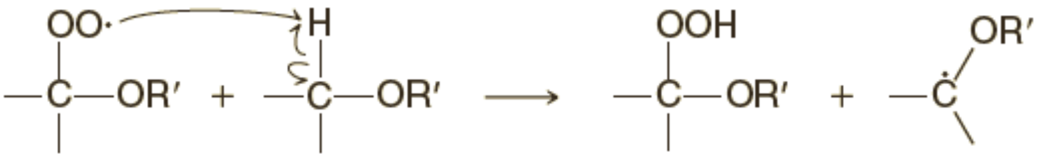
ដំណាក់កាលទី១៖



ដំណាក់កាលទី២៖



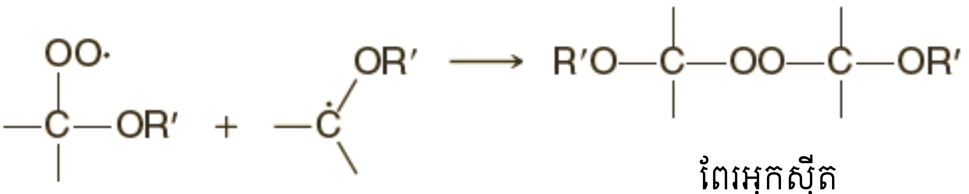
ដំណាក់កាលទី៣a៖



អ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត

ឬ

ដំណាក់កាលទី៣b៖



ពែរអុកស៊ីត

អ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត និងពែរអុកស៊ីតទាំងនេះតែងតែផ្តុំគ្នាក្នុងអេទែរដែលបានស្តុកទុករាប់ខែ ឬវែងជាងនេះទៀត អាចប៉ះខ្យល់ (ខ្យល់នៅផ្នែកខាងលើរបស់ដបគឺគ្រប់គ្រាន់) និងអាចផ្ទុះឡើងបាន។ ពួកវាតែងតែផ្ទុះ ដោយយើងមិនដឹងមុន នៅពេលសូលុយស្យុងអេទែរត្រូវបានបិតឱ្យជិតស្ងួត។ ដោយសារតែ គេតែងតែប្រើ

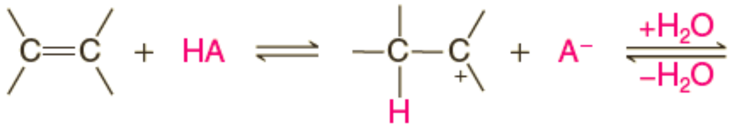
អេទែរក្នុងការធ្វើយោបក   គេត្រូវយកចិត្តទុកក្នុងការធ្វើតេស្តរកមើលវត្តមានពែរអុកស៊ីតក្នុងអេទែរនោះមុនពេលធ្វើបំណិត។

ពីមុនឌីអេទីលអេទែរត្រូវបានគេប្រើជាថ្នាំស្ពឹកសម្រាប់វះកាត់។ ថ្នាំស្ពឹកទំនើប និងនិយមប្រើជាងគេគឺអាឡូតាន ($CF_3CHBrCl$)។ អាឡូតានមិនឆាបឆេះដូចឌីអេទីលអេទែរទេ។

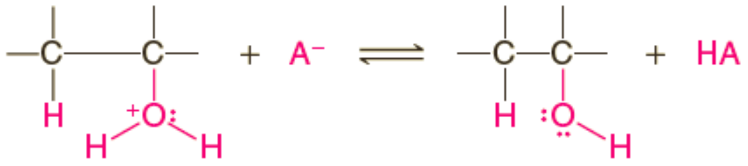
៤. ការសំយោគអាល់កុលពីអាល់សែន

យើងបានសិក្សារួចមកហើយអំពីប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់សែន ប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្យ៉ាស្យុង និងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង-អុកស៊ីតកម្មជាវិធីសាស្ត្រសំយោគអាល់កុលពីអាល់សែន (មើលមេរៀនទី៤)។ ខាងក្រោមនេះ យើងសង្ខេបខ្លីៗអំពីវិធីសាស្ត្រទាំងនេះ៖

១. **ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់សែន៖** អាល់សែនបូកទឹកក្រោមវត្តមានកាតាលីករអាស៊ីតមួយបង្កើតជាអាល់កុល។ ប្រតិកម្មបូកកើតឡើងតាម**កម្រិតជ្រើសតំបន់** Markovnikov ។ ប្រតិកម្មអាចត្រឡប់មកវិញ ហើយចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់សែនជាធម្មតាប្រាសជាមួយនឹងចលនការប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុលមួយ។



អាល់សែន

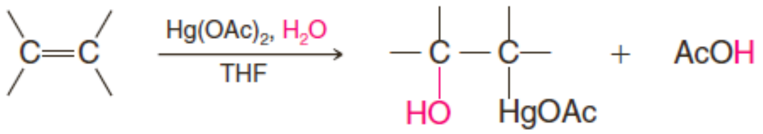


អាល់កុល

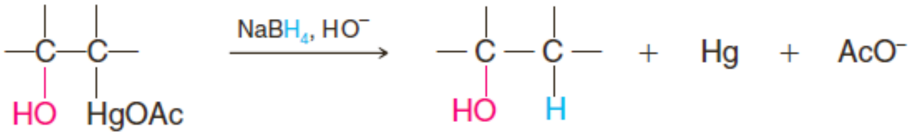
ប៉ុន្តែគេមិនសូវប្រើប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់សែននេះជាវិធីសាស្ត្រសំយោគ ពីព្រោះអង្គធាតុកាបូកាចុងអាចធ្វើបណ្តូរទីតាំង បើសិនជាអាចកកើតកាបូកាចុងមួយមានស្ថេរភាពជាងដោយការរំកិលអ៊ីដ្រូ ឬអាល់កាន។ ដូចនេះ ផលិតផលដែលទទួលបានជាល្បាយអ៊ីសូមែរអាល់កុលមួយ។

២. **ប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្យ៉ាស្យុង៖** អាល់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយសំណអាសេតាតក្នុងល្បាយនៃទឹក និងតេត្រាអ៊ីដ្រូផ្វ៉ាន(THF)បង្កើតជាសមាសធាតុបារតអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាល់គីល។ សមាសធាតុរងរេដុកកម្មទៅជាអាល់កុលដោយសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រូ និងទឹក។

អុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង



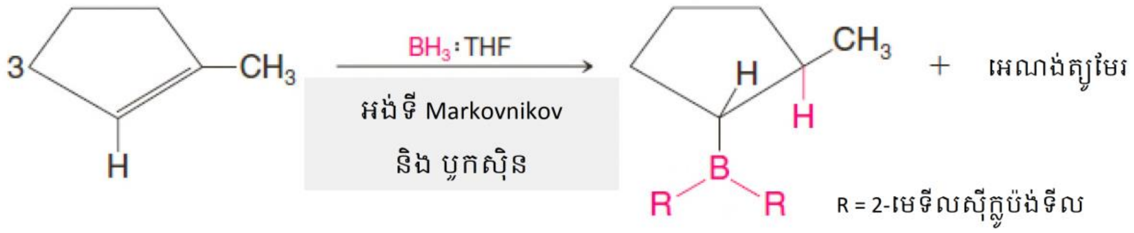
ដេមែរគ្យ៉ាស្យុង



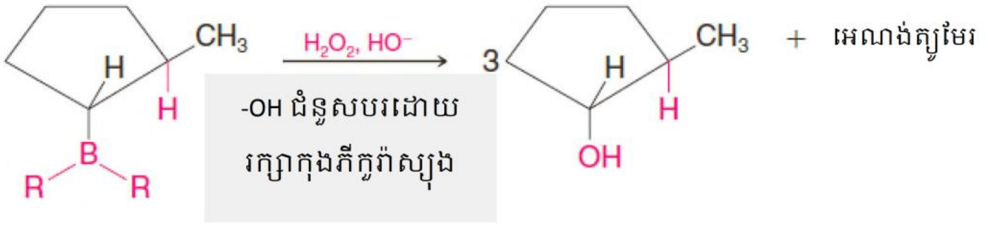
ក្នុងដំណាក់កាលអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង ទឹក និង បារតអាសេតាតបូកលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់។ ក្នុងដំណាក់កាលដេមែរគ្យ៉ាស្យុងសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួរេដុកម្មក្រុមបារតអាសេតុស៊ី និងជំនួសវាដោយអ៊ីដ្រូសែន។ ប្រតិកម្មបូកសរុបនៃH-និង-OH កើតឡើងតាម**ប្រតិកម្មជ្រើសតំបន់Markovnikov** ហើយ**ជាទូទៅកើតឡើងដោយគ្មានបណ្តូរទីតាំងសាំញ៉ាំ** ដូចដែលជួនកាលកើតឡើងក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់សែន។ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែនសរុបមិនមែនជាប្រតិកម្មជម្រើសស្តេរ៉េអូទេ ពីព្រោះទោះបីជាដំណាក់កាលអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុងកើតឡើងតាមការបូកអង់ទីក៏ដោយ ដំណាក់កាលដេមែរគ្យ៉ាស្យុងមិនមែនជាប្រតិកម្មជម្រើសស្តេរ៉េអូទេ (វាទាក់ទងនឹងរ៉ាឌីកាល់សេរី) ដូចនេះផលិតផលជាល្បាយមួយដែលបានមកពីបូកស៊ិន និងបូកអង់ទី។

៣. **ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង-អុកស៊ីតកម្ម៖** អាល់សែនមួយប្រតិកម្មជាមួយ BH_3:THF ឬ ឌីបរ៉ានបង្កើតជាអាល់គីលបរ៉ានមួយ។ អុកស៊ីតកម្ម និងអ៊ីដ្រូលីសរបស់អាល់គីលបរ៉ានដោយអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត និងបាស បង្កើតជាអាល់កុលមួយ។

អ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង



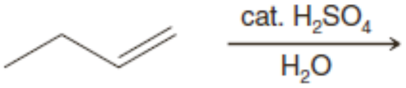
អុកស៊ីតកម្ម



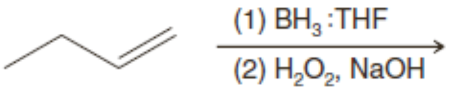
ក្នុងដំណាក់កាលទី១ បរ និងអ៊ីដ្រូសែនរងប្រតិកម្មបូកស៊ិនលើអាល់សែន។ ក្នុងដំណាក់កាលទី២ ប្រតិកម្មនៃអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត និងបាសជំនួសបរដោយ-OHដោយរក្សាកុងភីគ្យ៉ាស្យុង។ ប្រតិកម្មបូកសរុបនៃ-H និង -OH កើតឡើងតាម**ប្រតិកម្មជ្រើសតំបន់ Markovnikov** និង **ប្រតិកម្មជ្រើសស្តេរ៉េអូស៊ិន**។ ដូចនេះ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង-អុកស៊ីតកម្មជាប្រតិកម្មបំពេញជម្រើសស្តេរ៉េអូលើប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្យ៉ាស្យុង។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៣៖ ចូរទស្សន៍ទាយផលិតផលឧត្តមភាពរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

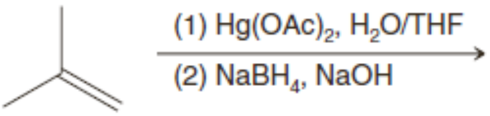
(a)



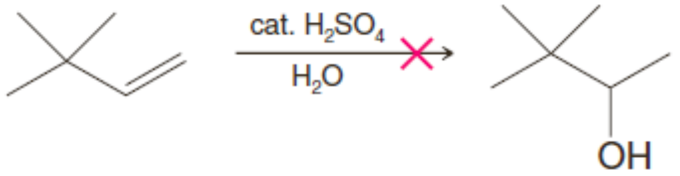
(b)



(c)



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៤៖ ប្រតិកម្មខាងក្រោមមិនបង្កើតផលិតផលដូចបានបង្ហាញនេះទេ។



a. ចូរទស្សន៍ទាយផលិតផលឧត្តមភាពពីល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្មខាងលើ និងសរសេរចលនការនៃប្រតិកម្មនេះ

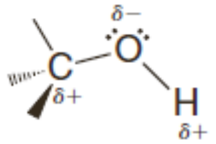
b. តើល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្មណាដែលអ្នកអាចប្រើដើម្បីសំយោគផលិតផលខាងលើ(3,3-ឌីមេទីល-2-ប៊ុយតាណុល)

៥. ប្រតិកម្មរបស់អាល់កុល

ប្រតិកម្មរបស់អាល់កុលកើតទៅតាមកត្តាខាងក្រោម៖

- អាតូមអុកស៊ីសែននៃក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលជាបាស និងនុយក្លេអូភីលខ្សោយ
- អាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលជាអាស៊ីតខ្សោយ
- ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាចត្រូវបានបម្លែងជាក្រុមចាកចេញមួយ ដូចនេះ វាធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មជំនួស ឬ បណ្តាច់កើតឡើង។

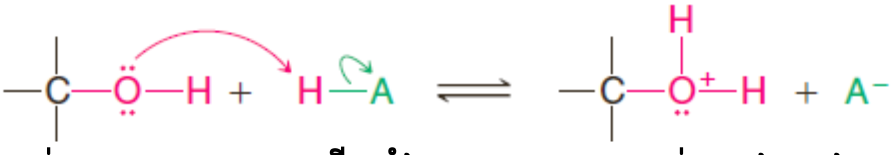
ការយល់ពីប្រតិកម្មនៃអាល់កុលរបស់យើងមានជំនួយពីការគិតអំពីរបាយអេឡិចត្រុងក្នុងក្រុមបង្គុំនាទីអាល់កុល និងអំពីរបៀបដែលរបាយនេះប៉ះពាល់លើប្រតិកម្មភាពរបស់វា។ អាតូមអុកស៊ីសែនរបស់អាល់កុល ប៉ូលែទាំងក្នុងសម្ព័ន្ធC–O និងសម្ព័ន្ធ O–H៖



សម្ព័ន្ធ C–O និង O–H របស់អាល់កុលរងប៉ូលែកម្ម

ភាពប៉ូលែកម្មរបស់សម្ព័ន្ធO–H ធ្វើឱ្យអ៊ីដ្រូសែនមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែក និងពន្យល់អំពីមូលហេតុដែលអាល់កុលជាអាស៊ីតខ្សោយ។ ប៉ូលែកម្មនៃសម្ព័ន្ធC–O ធ្វើឱ្យអាតូមកាបូនមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែក ដូចនេះ HO^- ជាបាសខ្លាំងមួយ និងជាក្រុមចាកចេញខ្សោយណាស់ អាតូមកាបូននេះអាចរងការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល។

ទេ្វតាអេឡិចត្រុងលើអាតូមអុកស៊ីសែនធ្វើឱ្យវាមានលក្ខណៈបាសផង និងនុយក្លេអូភីលផង។ ក្រោមវត្តមានអាស៊ីតខ្លាំង អាល់កុលមានអំពើជាបាស និងទទួលប្រូតុងតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម៖

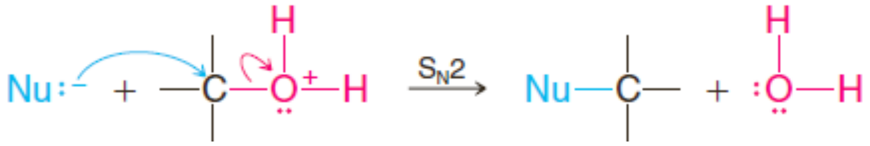


អាល់កុល **អាស៊ីតខ្លាំង** **អាល់កុលរងប្រូតុងកម្ម**

- ប្រូតុងកម្មនៃអាល់កុលបម្លែងក្រុមចាកចេញអន់មួយ (OH^-) ជាក្រុមចាកចេញល្អមួយ (H_2O)។

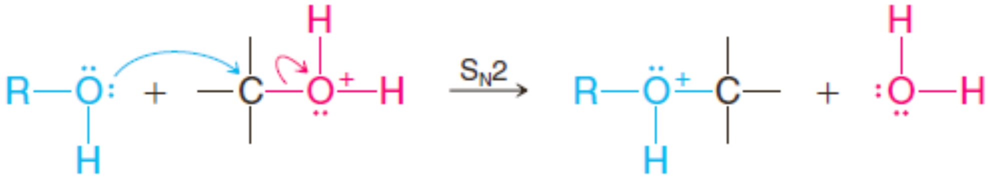
ប្រូតុងកម្មក៏ធ្វើឱ្យអាតូមកាបូនកាន់តែវិជ្ជមាន (ពីព្រោះ $-OH_2^+$ ទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងជាង-OH) ដូចនេះ កាន់តែងាយស្រួលទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល។

- នៅពេលអាល់កុលរងប្រូតុងកម្ម ប្រតិកម្មជំនួសអាចកើតឡើង (S_N2 ឬ S_N1 អាស្រ័យលើថ្នាក់របស់អាល់កុល)។



អាល់កុលរងប្រូតុងកម្ម

ដោយសារតែអាល់កុលជានុយក្លេអូភីល ពួកវាក៏អាចមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មនេះដែរ ប្រតិកម្មនេះយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកទី11នៃមេរៀននេះ ដែលជាប្រតិកម្មសំខាន់មួយក្នុងការសំយោគអេទែរ៖



អេទែររងប្រូតុងកម្ម

នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់គ្រប់គ្រាន់មួយ ហើយគ្មានវត្តមាននុយក្លេអូភីលល្អណាមួយ អាល់កុលរងប្រូតុងកម្មអាចធ្វើប្រតិកម្ម E1 ឬ E2។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុល។

អាល់កុលក៏អាចមានប្រតិកម្មជាមួយ PBr_3 និង $SOCl_2$ បង្កើតជាអាល់គីលប្រូមួ និងអាល់គីលក្លរួដែរ។ ប្រតិកម្មទាំងនេះ ដូចដែលយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកទី៩ នៃមេរៀននេះ ត្រូវបានចាប់ផ្តើមដោយអាល់កុលដែលប្រើ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីរបស់វាមានអំពើជានុយក្លេអូភីល។

៦. អាល់កុលជាអាស៊ីត

- អាល់កុលមានកម្រិតអាស៊ីតស្រដៀងនឹងទឹក។

មេតាណុលជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងទឹកតិចតួច (pK_a=15.7) ប៉ុន្តែអាល់កុលស្ទើរតែទាំងអស់ជាអាស៊ីត ខ្សោយជាងទឹក។ តម្លៃpKa របស់អាល់កុលមួយចំនួនមានក្នុងតារាង11.3។

- អាល់កុលដែលមានរបាំងស្តេរិចដូចជាទែរ-ប៊ុយទីលអាល់កុល មានកម្រិតអាស៊ីតទាប ហើយបាសឆ្លាស់របស់វាមានកម្រិតបាសខ្លាំងជាងអាល់កុលមានរបាំងស្តេរិចតិចដូចជាអេតាណុល ឬមេតាណុល។

តារាង១១.៣ តម្លៃ pK_a របស់អាស៊ីតខ្សោយខ្លះ

អាស៊ីត	pKa
CH_3OH	15.5
H_2O	15.74
CH_3CH_2OH	15.9
$(CH_3)_3COH$	18

អាល់កុល **អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត**

(បើសិន R ជាក្រុមធំប្រវែងប្រវ៉ាង នោះមានការបន្សាប់ក្រុមអាល់កុកស៊ីតដោយស៊ុលវ៉ាតកម្មតិច ហើយវាមិនស៊ប់ដោយសារផលអាំងឌុចទីវ។ ជាវិបាក លំនឹងនឹងរំកិលទៅខាងអាល់កុល)

មូលហេតុមួយនៃភាពខុសគ្នាក្នុងកម្រិតអាស៊ីតនេះ គឺដោយសារតែឥទ្ធិពលនៃផលស៊ុលវ៉ាតកម្ម។ ជាមួយអាល់កុលមិនមានរបាំងស្តេរិច ម៉ូលេគុលទឹកអាចរុំព័ទ្ធ ធ្វើស៊ុលវ៉ាតកម្មយ៉ាងងាយ និងបន្សាប់អាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតដែលទទួលបានពីការបោះបង់ប្រូតុងមួយទៅជាបាសមួយ។ ជាវិបាកនៃការបន្សាប់នេះ ការកកើតបាសឆ្លាស់របស់អាល់កុលកាន់តែងាយស្រួល កម្រិតអាស៊ីតរបស់វាកាន់តែកើនឡើង។ បើសិនជាក្រុម R របស់

អាល់កុលជាក្រុមធំច្រង៉េងច្រង៉ាង ការធ្វើស៊ុលវ៉ាតកម្មលើអាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតត្រូវបានរាំង។ ការបន្សើប៉បាសធ្លាស់នេះមិនមានប្រសិទ្ធភាពទេ ដូចនេះអាល់កុលដែលមានរបាំងធំជាអាស៊ីតខ្សោយជាង។ មូលហេតុមួយទៀត ដែលអាល់កុលមានរបាំងមានកម្រិតអាស៊ីតទាប គឺដោយសារតែផលអាំងឌុចទីវពីក្រុមអាល់គីលឱ្យអេឡិចត្រុង។ ក្រុមអាល់គីលរបស់អាល់កុលមានរបាំងមួយឱ្យដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុង ធ្វើឱ្យការកកើតអាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតកាន់តែពិបាកជាងអាល់កុលដែលមានរបាំងតិច។

- អាល់កុលទាំងអស់ជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងអាល់ស៊ីនចុងខ្សែ និងជាអាស៊ីតខ្លាំងជាអ៊ីដ្រូសែន អាម៉ូញាក់ និង អាល់កានខ្លាំងណាស់ (តារាង៣.១)។

កម្រិតអាស៊ីត៖ $H_2O > ROH > RC\equiv CH > H_2 > NH_3 > RH$

គេអាចទធ្វើសូដ្យូម និងប៉ូតាស្យូមអាល់កុកស៊ីតដោយដាក់អាល់កុលឱ្យមានប្រតិកម្មជាលោហៈសូដ្យូម ឬប៉ូតាស្យូម ឬជាមួយលោហៈអ៊ីដ្រូ (មេរៀនទី6)។ ដោយសារតែអាល់កុលស្ទើរតែទាំងអស់ជាអាស៊ីតខ្សោយជាងទឹក អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតជាបាសខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត។

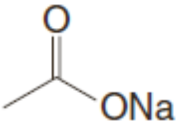
- បាសធ្លាស់របស់សមាសធាតុដែលមានតម្លៃ pKa ធំជាងអាល់កុលអាចដកយកប្រូតុងពីអាល់កុល។

កម្រិតបាស៖ $R^- > H_2N^- > H^- > RC\equiv C^- > RO^- > HO^-$

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៥៖ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសដែលអាចកើតឡើង បើសិនអេតាណុលត្រូវបានដាក់ចូលក្នុងសូលុយស្យុងនីមួយៗខាងក្រោម។ ក្នុងប្រតិកម្មនីមួយៗ ចូរសម្គាល់អាស៊ីតខ្លាំងបាសខ្លាំង អាស៊ីតខ្សោយ បាសខ្សោយ ដោយប្រើតារាង3.1។

(a) $NaNH_2$

(b)

(c) 

(d) NaOH

គេតែងប្រើសូដ្យូម និងប៉ូតាស្យូមអាល់កុកស៊ីតជាបាសក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ។ យើងប្រើអាល់កុកស៊ីតដូចជា អេតុកស៊ីត និងទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីត នៅពេលយើងធ្វើប្រតិកម្មដែលត្រូវការបាសខ្លាំងជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតប៉ុន្តែមិនត្រូវការបាសខ្លាំងពេក ដូចជាអ៊ីយ៉ុងអាមីដ្ឋ ឬអាញ៉ុងរបស់អាល់កានមួយ។ យើងក៏អាចប្រើអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត នៅពេលយើងត្រូវការធ្វើប្រតិកម្មមួយក្នុងធាតុរំលាយជាអាល់កុល មិនមែនជាទឹក។

៧. ការបម្លែងពីអាល់កុលទៅអាល់គីលអាឡូសែន

ក្នុងផ្នែកខាងក្រោមនេះ យើងនឹងសិក្សាអំពីប្រតិកម្មដែលទាក់ទងនឹងការជំនួសក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់អាល់កុល។

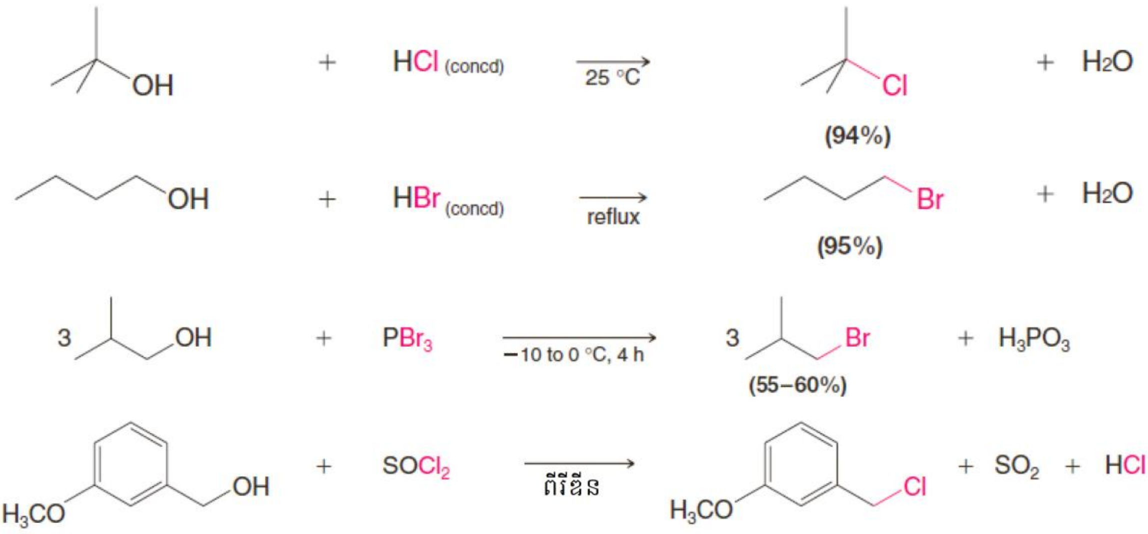
- ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលមួយជាក្រុមចាកចេញអន់ (វាអាចចេញជាអ៊ីដ្រុកស៊ីត) ដូចនេះលក្ខណៈសំខាន់មួយនៃប្រតិកម្មទាំងនេះគឺត្រូវបម្លែងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីតទៅជាក្រុមដែលអាចចាកចេញជាបាសខ្សោយមួយ។

ដំណើរការទាំងនេះចាប់ផ្ដើមដោយប្រតិកម្មរបស់អុកស៊ីសែនអាល់កុលដែលជាបាស ឬនុយក្លេអូភីលមួយ បន្ទាប់មកក្រុមអុកស៊ីសែននេះរងប្រតិកម្មជំនួស។ ជាដំបូង យើងត្រូវពិចារណាលើប្រតិកម្មដែលបម្លែងអាល់កុលទៅជាអាល់គីលអាឡូសែនួសិន។

រ៉េអាក់ទីបដែលគេនិយមប្រើជាងគេសម្រាប់បម្លែងអាល់កុលទៅជាអាល់គីលអាឡូសែនួមានដូចខាងក្រោម៖

- អ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ (HCl, HBr, HI)
- ផូស្វរទ្រីប្រូមួ (PBr_3)
- ទីអូនីលក្លរួ ($SOCl_2$)

ឧទាហរណ៍នៃការប្រើប្រាស់រ៉េអាក់ទីបមានដូចខាងក្រោម។ ប្រតិកម្មទាំងអស់នេះមានការបណ្ដាច់សម្ព័ន្ធ C – O របស់អាល់កុល។ ក្នុងករណីនីមួយៗ ដំបូង ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលត្រូវបានបម្លែងជាក្រុមចាកចេញល្អមួយ។ យើងនឹងឃើញពីរបៀបដែលប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើងនៅពេលយើងសិក្សាលំអិតអំពីប្រភេទប្រតិកម្មនីមួយៗ។



៨. អាល់គីលអាឡូសែនួពីប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ

នៅពេលអាល់កុលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួមួយ ប្រតិកម្មជំនួសកើតឡើងបង្កើតអាល់គីលអាឡូសែនួ និងទឹក៖

$$R{-}OH + HX \longrightarrow R{-}X + H_2O$$

- លំដាប់ប្រតិកម្មភាពអាល់កុលគឺ $3^0 > 2^0 > 1^0 <$ មេទីល
- លំដាប់ប្រតិកម្មភាពរបស់អ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួគឺ HI > HBr > HCl (HF គ្មានប្រតិកម្មទេ)

ប្រតិកម្មនេះរងកាតាលីករអាស៊ីត។ អាល់កុលប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួដែលជាអាស៊ីតខ្លាំងHCl, HBr, និង HI ប៉ុន្តែពួកវាមិនមានប្រតិកម្មជាមួយ NaCl, NaBr ឬ NaI ដែលគ្មានលក្ខណៈអាស៊ីតទេ។ អាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២អាចបម្លែងជាអាល់គីលក្លរួ និងប្រូមួដោយឱ្យពួកវាប្រតិកម្មជាមួយល្បាយសូដ្យូមអាឡូសែនួ និងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច៖

$$ROH + NaX \xrightarrow{H_2SO_4} RX + NaHSO_4 + H_2O$$

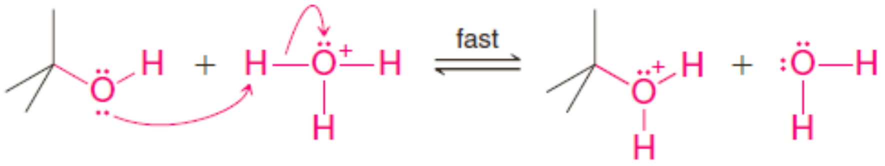
➢ *ចលនការប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយ HX*

- អាល់កុលថ្នាក់ទី២ ថ្នាក់ទី៣ អាលីលិច និងបង់ស៊ីលិចមានប្រតិកម្មតាមចលនការដែលទាក់ទងនឹងការ កកើតកាបូកាចុងមួយ ជាចលនការមួយដែលយើងឃើញដំបូងក្នុងមេរៀនទី៣ ហើយដែលយើងសម្គាល់ ថាជា *ប្រតិកម្ម S_N1 ដែលមានអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មមានអំពើជាអង្គធាតុមេប្រតិករ*។

យើងបង្ហាញចលនការនេះម្តងទៀត ដោយប្រើប្រតិកម្មរវាងទែរ-ប៊ុយទីលអាល់កុល និងសូលុយស្យុងទឹកនៃអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច (H_3O^+, Cl^-)។

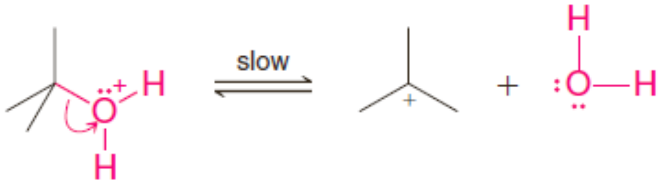
ដំណាក់កាលពីរដំបូងក្នុងចលនការប្រតិកម្មជំនួសS_N1 ដូចគ្នាទៅនឹងចលនការនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុលមួយ (មេរៀនទី៧)។

ដំណាក់កាលទី១៖



អាល់កុលទទួលយកប្រូតុងមួយ

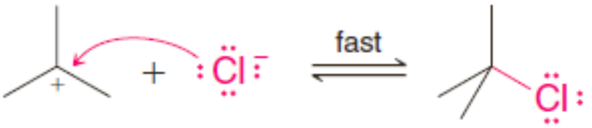
ដំណាក់កាលទី២៖



ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរងប្រូតុងកម្មចាកចេញជាក្រុមចាកចេញបង្កើតជាកាបូកាចុងមួយ

ក្នុងដំណាក់កាលទី៣ ចលនការប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុលមួយ និងការកកើតអាល់គីលអាឡូសែនខុសគ្នា។ ក្នុងប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្ម កាបូកាចុងបោះបង់ប្រូតុងមួយក្នុងប្រតិកម្មE1បង្កើតជាអាល់សែន។ ក្នុងការកើតអាល់គីលអាឡូសែនមួយ កាបូកាចុងមានប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីល (អ៊ីយ៉ុងអាឡូសែនមួយ) ក្នុងប្រតិកម្ម S_N1។

ដំណាក់កាលទី៣៖



អាញ៉ុងអាឡូសែនប្រតិកម្មជាមួយកាបូកាចុង

តើយើងត្រូវធ្វើយ៉ាងម៉េចឱ្យដឹងថាមានប្រតិកម្មជំនួសS_N1ក្នុងករណីនេះ និងប្រតិកម្មបណ្តាច់E1 ក្នុងករណីផ្សេងទៀត ?

នៅពេលយើងធ្វើដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុល យើងតែងតែធ្វើប្រតិកម្មក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ និងនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។ អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផាត(HSO_4^-) ដែលមានវត្តមានបន្ទាប់ពីប្រូតុងកម្មអាល់កុលជានុយក្លេអូភីលខ្សោយមួយ ហើយនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ កាបូកាចុងដែលមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងបង្កើតប្រភេទស្ថេរភាពជាងមួយដោយបោះបង់ប្រូតុងមួយ និងក្លាយជាអាល់សែន។ បន្ថែមនេះទៀត អាល់សែនតែងតែជា

សមាសធាតុហើរ និងត្រូវបានបំណិតពីល្បាយប្រតិកម្ម នៅពេលវាត្រូវបានបង្កើត ដូចនេះធ្វើឱ្យលំនឹងទាញទៅខាងការកកើតអាល់សែន។ ដូចនេះប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅតាមចលនការ E1។

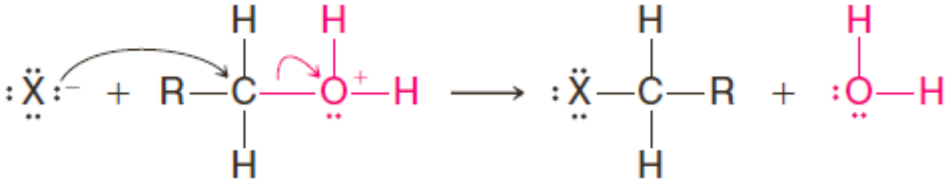
ក្នុងប្រតិកម្មបញ្ច្រាសគ្នាដែលជាប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មនៃអាល់សែន (មេរៀនទី8) កាបូកាចុងមិនធ្វើប្រតិកម្ម ជាមួយនុយក្លេអូភីលទេ។ វាប្រតិកម្មជាមួយទឹក។ គេធ្វើអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែនក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវដែលទឹកមានកំហាប់ខ្ពស់។ ក្នុងករណីខ្លះ កាបូកាចុងអាចមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងHSO_4^- ឬជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខ្លួនវា។ នៅពេលពួកវាធ្វើប្រតិកម្មនេះ ពួកវាបង្កើតអាល់គីលអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផាត ($R\text{-}OSO_2OH$)។

នៅពេលយើងបម្លែងអាល់កុលពីអាល់គីលអាឡូសែនួ យើងធ្វើប្រតិកម្មក្រោមវត្តមានអាស៊ីត និង *ក្រោមវត្តមានអ៊ីយ៉ុងអាឡូសែនួ* និងមិនស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ទេ។ ជារឿយៗ ក្នុងការបម្លែងពីអាល់កុលទៅអាល់គីលអាឡូសែនួ យើងរកឃើញថា ប្រតិកម្មកើតឡើងជាមួយការកកើតឡើងនៃអាល់សែនខ្លះ (គឺដោយប្រតិកម្មបណ្តាប់)។ ថាមពលសេរីសកម្មប្រតិកម្មទាំងពីររបស់កាបូកាចុងនេះមិនខុសគ្នាខ្លាំងទេ។ ដូចនេះ មិនមែនកាបូកាចុងទាំងអស់ក្លាយជាផលិតផលស្ថេរភាពដោយប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលទេ កាបូកាចុងខ្លះបោះបង់ប្រូតុងβ បង្កើតជាអាល់សែនមួយ។

អាល់កុលថ្នាក់ទី១៖ មិនមែនការបម្លែងកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់កុលទៅជាអាល់គីលអាឡូសែនួឆ្លងកាត់ការកកើតកាបូកាចុងទាំងអស់ទេ។

- អាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងមេតាណុលប្រតិកម្មបង្កើតអាល់គីលអាឡូសែនួក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតតាមចលនការ S_N2។

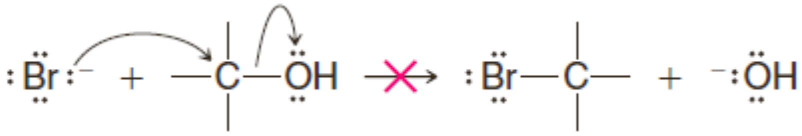
ក្នុងប្រតិកម្មទាំងនេះ តួនាទីរបស់អាស៊ីតគឺដើម្បីបង្កើតអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មមួយ។ បន្ទាប់មក អ៊ីយ៉ុងអាឡូសែនួជំនួសម៉ូលេគុលទឹកមួយ (ក្រុមចាកចេញល្អមួយ) ពីកាបូន បង្កើតជាអាល់គីលអាឡូសែនួមួយ៖



អាល់កុល 1°រងប្រូតុងកម្ម ឬមេតាណុល **ក្រុមចាកចេញល្អ**

តម្រូវការអាស៊ីត៖ ទោះបីជាអ៊ីយ៉ុងអាឡូសែនួ (ជាធម្មតាជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដួ និងប្រូមួ) ជានុយក្លេអូភីលខ្លាំង ពួកវាមិនខ្លាំងគ្រប់គ្រាន់អាចធ្វើប្រតិកម្មជំនួសជាមួយអាល់កុលទេ។

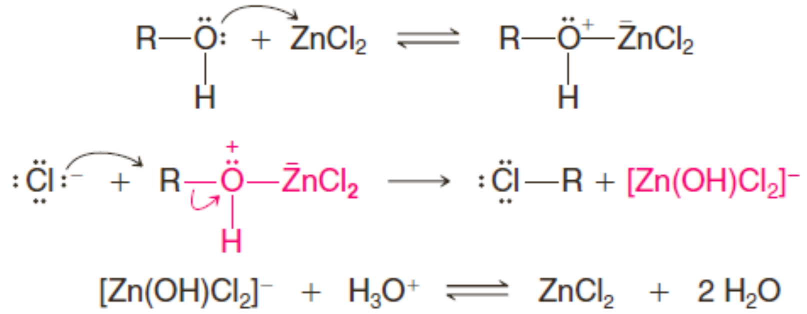
- ប្រតិកម្មដូចបង្ហាញខាងក្រោមមិនកើតឡើងទេ ពីព្រោះក្រុមចាកចេញជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត ដែលជាបាសខ្លាំង៖



ឥឡូវនេះ យើងអាចឃើញអំពីមូលហេតុដែលប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួត្រូវបានជំរុញដោយអាស៊ីត។

- អាស៊ីតធ្វើប្រូតុងកម្មលើក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាល់កុល បង្កើតជាក្រុមចាកចេញល្អមួយ។

ដោយសារតែអ៊ីយ៉ុងក្លរជានុយក្លេអូភីលខ្សោយជាងអ៊ីយ៉ុងប្រូមួឬអ៊ីយ៉ូដួ អ៊ីដ្រូសែនក្លរួមិនមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុលថ្នាក់ទី១ ឬថ្នាក់ទី២ លុះត្រាតែមានការបន្ថែមស័ង្កសីក្លរួ ឬអាស៊ីតឡឺវីសទៅលើល្បាយប្រតិកម្ម។ អាស៊ីតឡឺវីសបង្កើតជាកំផ្លិចមួយជាមួយអាល់កុលតាមរយៈការបន្សំគ្នាជាមួយទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីលើអាតូមអុកស៊ីសែន។ នេះធ្វើឱ្យមានការបង្កើនប៉ូតង់ស្យែលនៃក្រុមចាកចេញ ដែលក្លរអាចចូលមកជំនួសវាបាន។

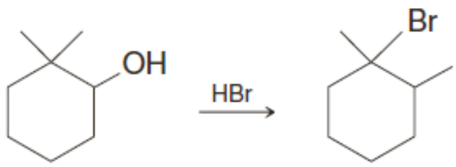


- ដូចដែលយើងរំពឹងទុក ប្រតិកម្មជាច្រើនរបស់អាល់កុលជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ ដែលឆ្លងកាត់កាបូកាចុង តែងតែមាន*ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងកើតឡើងជាមួយ*។

តើយើងធ្វើយ៉ាងម៉េចដឹងថាប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងអាចកើតឡើងនៅពេលអាល់កុលថ្នាក់ទី២រងប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ?

ដោយសារតែប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងអាចកើតឡើង នៅពេលអាល់កុលខ្លះត្រូវបានដាក់ជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនួ តើយើងអាចបម្លែងអាល់កុលថ្នាក់ទី២ទៅជាអាល់គីលអាឡូសែនួមួយដោយគ្មានបណ្តូរទីតាំងតាមរបៀបណា? ចម្លើយនេះត្រូវបានដោះស្រាយក្នុងផ្នែកបន្ទាប់ នៅពេលយើង សិក្សាអំពីការប្រើប្រាស់រ៉េអាក់ទីបដូចជាទីអូនីលក្លរ៉ូ ($SOCl_2$) និងផូស្វរទ្រីប្រូមួ (PBr_3)។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៦ ៖ ចូរសរសេរចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៧៖

a. តើកត្តាណាដែលពន្យល់អំពីការសង្កេតដែលអាល់កុលថ្នាក់ទី៣ធ្វើប្រតិកម្មជាមួយHX លឿនជាងអាល់កុលថ្នាក់ទី២?

b. តើកត្តាណាដែលពន្យល់អំពីការសង្កេតដែលមេតាណុលប្រតិកម្មជាមួយHX លឿនជាងអាល់កុលថ្នាក់ទី១?

៩. អាល់គីលអាឡូសែនួពីប្រតិកម្មអាល់កុលជាមួយ PBr_3 ឬ $SOCl_2$

អាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ប្រតិកម្មជាមួយផូស្វរទ្រីប្រូមួបង្កើតជាអាល់គីលប្រូមួ។

$$3\,R{-}OH + PBr_3 \longrightarrow 3\,R{-}Br + H_3PO_3$$
$$(1^\circ \text{ or } 2^\circ)$$

- ប្រតិកម្មអាល់កុលមួយជាមួយ PBr_3 មិនទាក់ទងនឹងការកើតឡើងនៃកាបូកាចុង ហើយ *តែងតែកើតឡើងដោយគ្មានបណ្តូរទីតាំង*របស់ខ្សែកាបូន(ជាពិសេសបើសិនជាគេរក្សាសីតុណ្ហភាពក្រោម 0^0C)។
- ជាធម្មតា ផូស្វរទ្រីប្រូមួតែងតែសំដៅលើរ៉េអាក់ទីបមួយសម្រាប់បម្លែងអាល់កុលមួយទៅជាអាល់គីលប្រូមួមួយ។

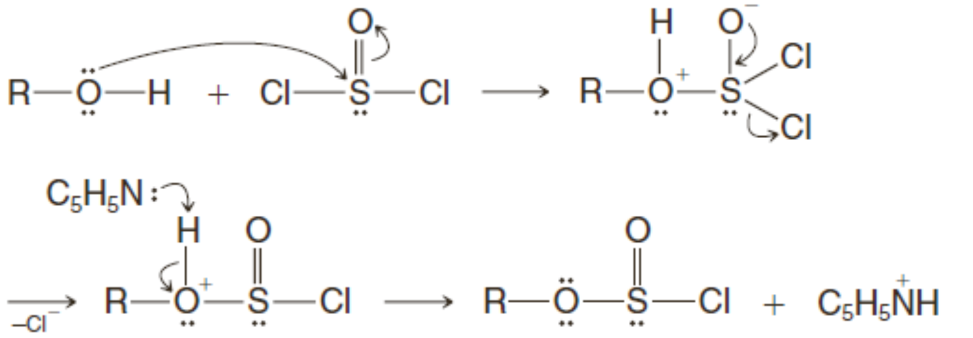
ចលនការប្រតិកម្មទាក់ទងនឹងការជំនួសអាតូមប្រូមរបស់PBr_3 ដោយម៉ូលេគុលបីរបស់អាល់កុលពីទ្រីអាល់គីលផូស្វរ $P(OR)_3$ និងម៉ូលេគុល HBr បី។

$$ROH + PBr_3 \longrightarrow P(OR)_3 + 3\,HBr$$

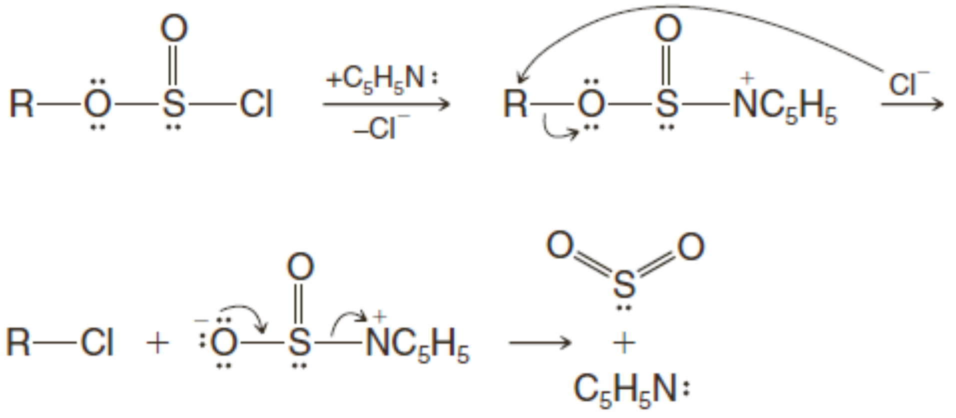
ទ្រីអាល់គីលផូស្វរមានប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលHBrបីបង្កើតជាម៉ូលេគុលអាល់គីលប្រូមួបី និងម៉ូលេគុលអាស៊ីតផូស្វរិចមួយ។

$$P(OR)_3 + 3\,HBr \longrightarrow 3\,RBr + H_3PO_3$$

ទីអូនីលក្លរួ ($SOCl_2$) បម្លែងអាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ទៅជាអាល់គីលក្លរួ។ គេតែងប្រើពីរីឌីន (C_5H_5N) ដើម្បីជម្រុញប្រតិកម្មនេះ។ អង្គធាតុមេប្រតិករអាល់កុលប្រយុទ្ធលើធីអូនីលក្លរួ ដូចបានបង្ហាញខាងក្រោម បង្កើតជាអាញ៉ុងក្លរួ និងបោះបង់ប្រូតុងរបស់វាមួយទៅជាម៉ូលេគុលពីរីឌីនមួយ លទ្ធផលគឺកកើតអាល់គីលក្លរ៉ូស៊ុលផូ។

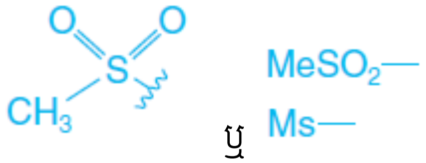


បន្ទាប់មក អង្គធាតុកណ្តាលអាល់គីលក្លរ៉ូស៊ុលផូមានប្រតិកម្មយ៉ាងរហ័សជាមួយម៉ូលេគុលពីរីឌីនមួយទៀតក្នុងទម្រង់ដូចគ្នានឹងអាល់កុលដើម បង្កើតជាអង្គធាតុកណ្តាលពីរីឌីនីញ៉ូមអាល់គីលស៊ុលផូមួយ ដែលបង្កើតអាញ៉ុងក្លរួទី២។ បន្ទាប់មក អាញ៉ុងក្លរួប្រយុទ្ធលើកាបូនអង្គធាតុមេប្រតិករ ដោយជំនួសក្រុមចាកចេញស៊ុលផូរ ដែលបំបែកទៅជាឧស្ម័ន SO_2 និងពីរីឌីន (ក្នុងអវត្តមាននៃពីរីឌីន ប្រតិកម្មកើតឡើងដោយរក្សាកុងភីក្លរ៉ាស្យុង)។

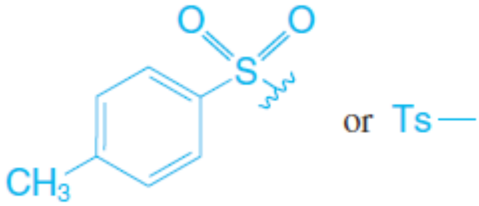


១០. តូស៊ីឡាត មេស៊ីឡាត និងទ្រីផ្លាត ៖ ស្រឡាយក្រុមចាកចេញរបស់អាល់កុល

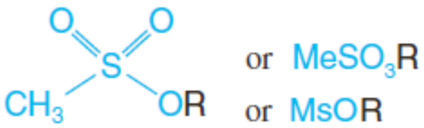
ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់អាល់កុលមួយអាចបម្លែងទៅជាក្រុមចាកចេញល្អមួយ ដោយបម្លែងទៅជា**ស្រឡាយអេស្ទែរស៊ុលផូណាត**។ អេស្ទែរស៊ុលផូណាតដែលជាក្រុមសំខាន់ជាងគេគឺ **អេស្ទែរមេតាស៊ុលផូណាត (មេស៊ីឡាត)**, **p-តូលុយអែនស៊ុលផូណាត (តូស៊ីឡាត)** និង **ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេតាស៊ុលផូណាត (ទ្រីផ្លាត)**។



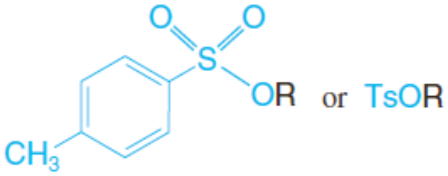
ក្រុមមេស៊ីល



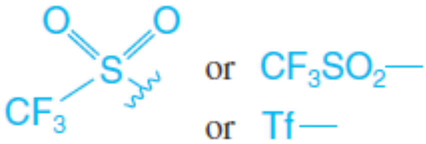
ក្រុមតូស៊ីល



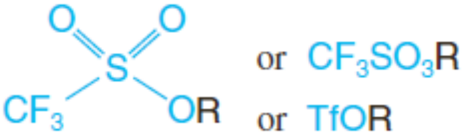
អាល់គីលមេស៊ីឡាត



អាល់គីលតូស៊ីឡាត

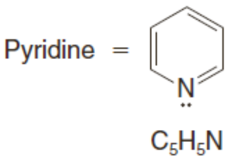


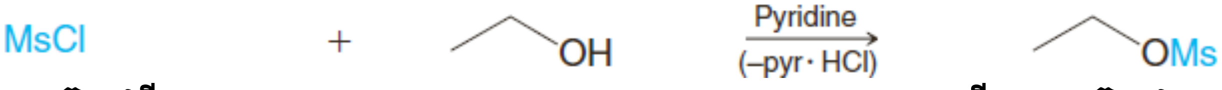
ក្រុមទ្រីភីល



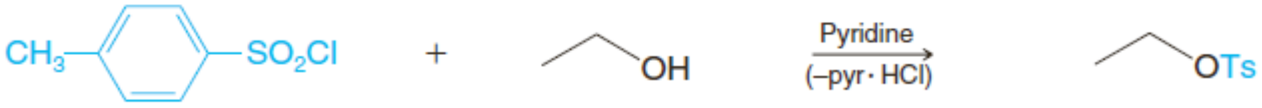
អាល់គីលទ្រីផ្លាត

គេតែងតែបង្កើតអេស្ទែរស៊ុលផូណាត ដោយប្រតិកម្មរបស់អាល់កុលក្នុងពីរីឌីនជាមួយស៊ុលផូនីលក្លរួណាមួយ ដូចជា មេតានស៊ុលផូនីលក្លរួ (មេស៊ីលក្លរួ)សម្រាប់មេស៊ីឡាតមួយ p-តូលុយអែនស៊ុលផូនីលក្លរួ (តូស៊ីលក្លរួ) សម្រាប់តូស៊ីឡាត ឬទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេតានស៊ុលផូនីលក្លរួ ឬទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេតាន ស៊ុលផូនិចអានីឌ្រីត (ទ្រីភ្លិចអានីឌ្រីត)]សម្រាប់ទ្រីផ្លាត។ ពីរីឌីន(C_5H_5N, pyr)មាននាទីជាធាតុរំលាយ និងសម្រាប់បន្សាបអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចដែលកកើត។ ឧទាហរណ៍ អេតាណុលប្រតិកម្មជាមួយមេតានស៊ុលផូនីលក្លរួ បង្កើតជាអេទីលមេតានស៊ុលផូណាត និងប្រតិកម្មជាមួយ p-តូលុយអែនស៊ុលផូនីលក្លរួ បង្កើតជាអេទីលp-តូលុយអែនស៊ុលផូណាត៖





មេតានស៊ុលផូនីលក្លរួ **អេតាណុល** **អេទីលមេតាស៊ុលផូណាត (អេទីលមេស៊ីឡាត)**

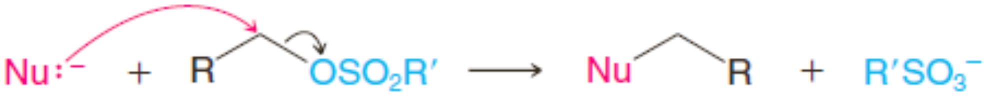


p-តូលុយអែនស៊ុលផូនីលក្លរ (TsCl)　　អេតាណុល　　អេទីល p-តូលុយអែនស៊ុលផូណាត (អេទីលតូស៊ីឡាត)

វាមានសារសំខាន់ដែលត្រូវកត់សម្គាល់ថា ការកកើតនៃអេស្ទែរមិនប៉ះពាល់ស្តេរ៉េអូគីមីរបស់កាបូនអាល់កុលទេ ពីព្រោះសម្ព័ន្ធ C–O មិនទាក់ទងនឹងដំណាក់កាលនេះទេ។ ដូចនេះ បើសិន កាបូនអាល់កុលជាមណ្ឌលគីរ៉ាល់មួយមិនមានបម្រែបម្រួលកុងភីក្លរ៉ាស្យុងកើតឡើងក្នុងការកកើតអេស្ទែរស៊ុលផូណាត(ប្រតិកម្មដំណើរការដោយរក្សាកុងភីក្លរ៉ាស្យុង)។ ក្នុងប្រតិកម្មអេស្ទែរស៊ុលផូណាតជាមួយនុយក្លេអូភីលមួយទាក់ទងនឹងប៉ារ៉ាម៉ែត្រមួយនៃប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។

អង្គធាតុមេប្រតិកររបស់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល

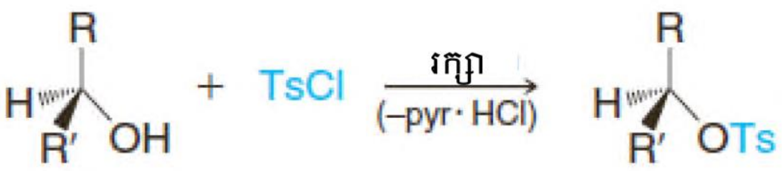
អង្គធាតុមេប្រតិកររបស់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលជា មេស៊ីឡាត តូស៊ីឡាត និងទ្រីផ្លាត ពីព្រោះពួកវាជាក្រុមចាកចេញល្អ ដែលតែងតែត្រូវបានប្រើជាអង្គធាតុមេប្រតិករសម្រាប់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។ ពួកវាជាក្រុមចាកចេញល្អ ពីព្រោះអាញ៉ុងស៊ុលផូណាតដែលវាកកើត នៅពេលវាចាកចេញជាបាសខ្សោយណាស់។ អាញ៉ុងទ្រីផ្លាតជាបាសខ្សោយជាងគេបង្អស់ក្នុងស៊េរីនេះ ដូចនេះវាក្រុមចាកចេញល្អជាងគេ។



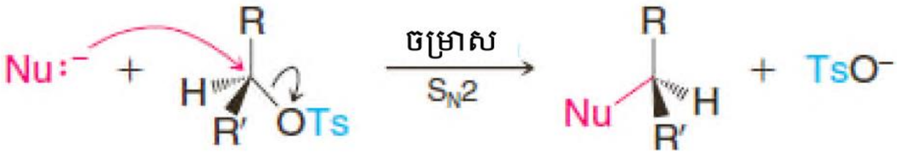
អាល់គីលស៊ុលផូណាត (តូស៊ីឡាត, មេស៊ីឡាត,។ល។)　　អ៊ីយ៉ុងស៊ុលផូណាត (បាសខ្សោយណាស់ , ក្រុមចាកចេញល្អ)

- ដើម្បីធ្វើប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលលើអាល់កុលមួយ ដំបូងយើងត្រូវបម្លែងអាល់កុលទៅជាអ៊ីយ៉ុងស៊ុលផូណាត ហើយបន្ទាប់មក ក្នុងប្រតិកម្មទី២ ធ្វើឱ្យវាមានប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលមួយ។
- បើសិនចលនការប្រតិកម្មS_N2ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងប្រតិកម្មទី២នៃឧទាហរណ៍ខាងក្រោម**ចម្រាសកុងភីក្លរ៉ាស្យុង**កើតឡើងលើកាបូនដែលដំបូងចងជាមួយក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលៈ

ដំណាក់កាលទី១៖

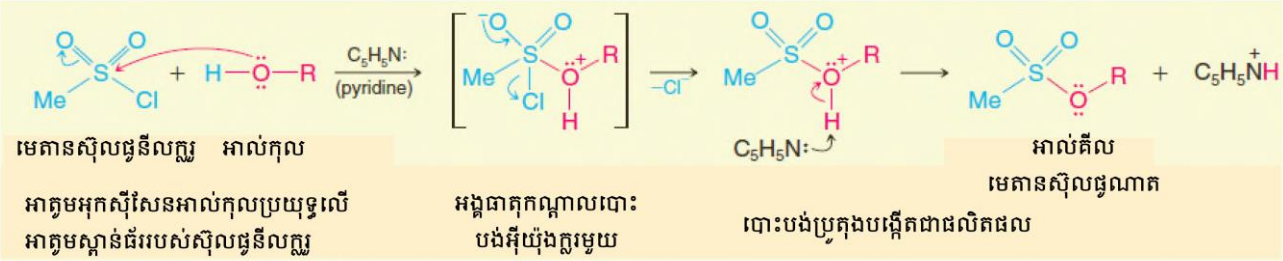


ដំណាក់កាលទី២៖

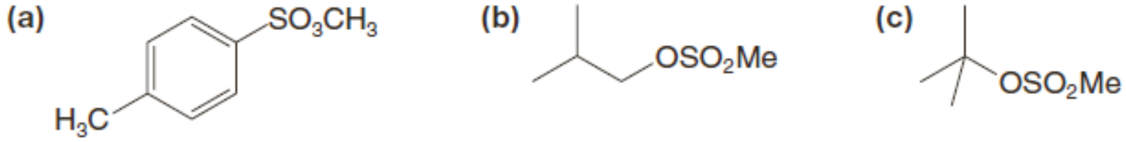


ការពិតដែលសម្ព័ន្ធC–O របស់អាល់កុលមិនបានដាច់ក្នុងពេលកកើតអេស្ទែរស៊ុលផូណាត ត្រូវបានគេបង្ហាញតាមចលនការខាងក្រោម។ មេតានស៊ុលផូនីលក្លរត្រូវបានប្រើក្នុងឧទាហរណ៍នេះ។

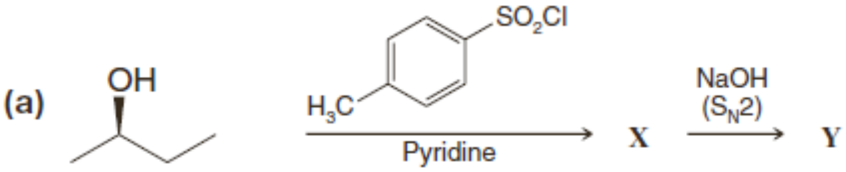
➢ *ចលនការប្រតិកម្មបម្លែងអាល់កុលទៅជាមេស៊ីឡាត*



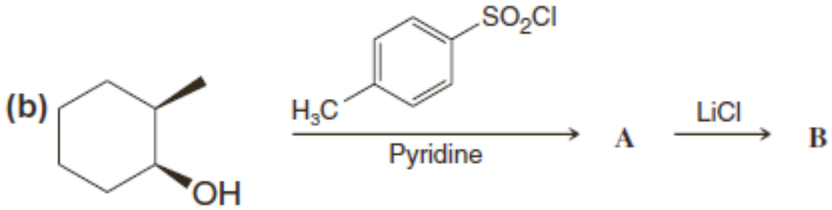
លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៨៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកទង្វើសមាសធាតុខាងក្រោមពីស៊ុលផូនីលក្លរួសមស្រប៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៩៖ ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផល X, Y, A និងB និងបង្ហាញស្តេរ៉េអូគីមីផង។



(R)-2-ប៊ុយតាណុល



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១០៖ ចូរលើកការពិសោធន៍ដោយប្រើអាល់កុលស្លាកអ៊ីសូតូបដែលអាចបង្ហាញថា ការ ក កើតអាល់គីលស៊ុលផូណាតមិនបណ្ដាលឱ្យសម្ព័ន្ធ C – O របស់អាល់កុលដាច់ទេ។

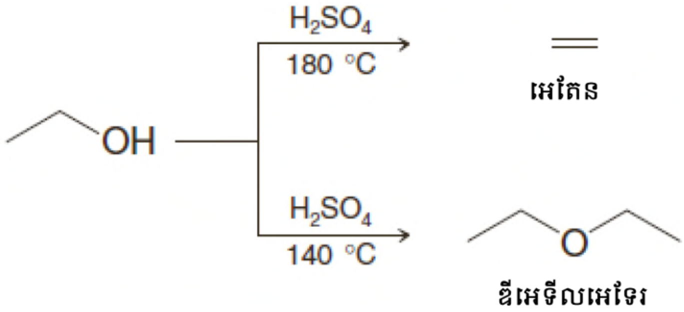
១១. ការសំយោគអេទែរ

១១.១ សំយោគអេទែរដោយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអន្តរម៉ូលេគុលនៃអាល់កុល

ម៉ូលេគុលអាល់កុលពីរអាចបង្កើតអេទែរមួយដោយបោះបង់ទឹកតាមប្រតិកម្មជំនួសកាតាលីករអាស៊ីត។

$$R—OH + HO—R \xrightarrow[-H_2O]{HA} R—O—R$$

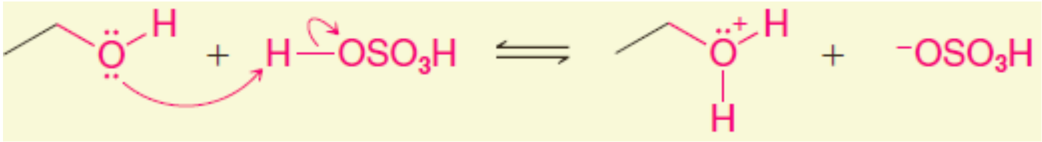
ប្រតិកម្មនេះប្រណាំងប្រជែងជាមួយប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុលកាតាលីករអាស៊ីតដោយប្រើអាល់សែន (មេរៀនទី៧)។ ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអន្តរម៉ូលេគុលនៃអាល់កុលតែងតែកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពទាបជាងប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មបង្កើតអាល់សែនមួយ ហើយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មបង្កើតអេទែរអាចមានជំនួយពី ការធ្វើបំណិតយកអេទែរចេញនៅពេលវាកកើត។ ឧទាហរណ៍ ឌីអេទីលអេទែរត្រូវបានបង្កើតនៅលើទីផ្សារ ដោយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មនៃអេតាណុល។ ឌីអេទីលអេទែរជាផលិតផលឧត្តមភាពនៅ140^0C អេតែនជា ផលិតផលបន្ថិចបន្តួចនៅ 180^0C។



ការកកើតអេទែរកើតឡើងតាមចលនការS_N2មួយ ដែលម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយមានអំពើជានុយក្លេអូភីល និងម៉ូលេគុលមួយទៀតដែលរងប្រូតុងកម្មមានអំពើជាអង្គធាតុមេប្រតិករ។

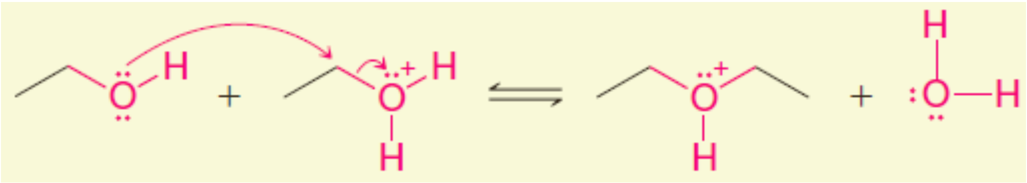
- ***ចលនការប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាកម្មអន្តរម៉ូលេគុលនៃអាល់កុលបង្កើតជាអេទែរមួយ***

ដំណាក់កាលទី១៖



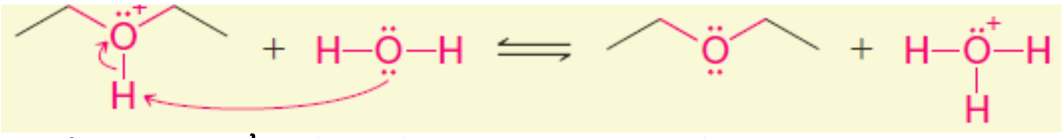
នេះជាប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសដែលមានអាល់កុលទទួលយកប្រូតុងមួយពីអាស៊ីតស៊ុលផួរិច

ដំណាក់កាលទី២៖



ម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយទៀតមានអំពើជានុយក្លេអូភីល
ប្រយុទ្ធលើអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មតាមប្រតិកម្ម S_N2

ដំណាក់កាលទី៣៖

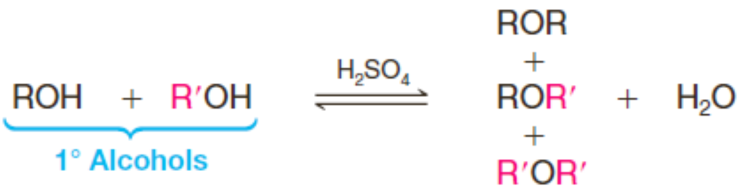


ប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសមួយទៀតបម្លែងអេទែររងប្រូតុងកម្មទៅជាអេទែរមួយដោយផ្ទេរប្រូតុងមួយទៅឱ្យម៉ូលេគុលទឹកមួយ (ឬទៅឱ្យម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយទៀត)

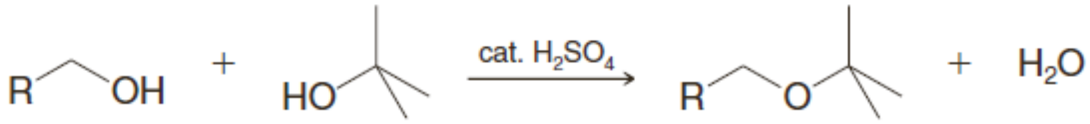
- ***ភាពស្មុគ្រស្មាញនៃប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអន្តរម៉ូលេគុល***

វិធីសាស្ត្រក្នុងការសំយោគអេទែរឬដោយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មមានលីមីតសំខាន់ៗខ្លះ៖

- គោលបំណងក្នុងការសំយោគអេទែរដោយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអន្តរម៉ូលេគុលនៃអាល់កុលថ្នាក់ទី២ តែងតែមិនអាចធ្វើបាន ពីព្រោះអាល់សែនកកើតងាយស្រួលជាង។
- គោលបំណងក្នុងបង្កើតអេទែរដោយប្រើក្រុមអាល់គីលថ្នាក់ទី៣ នឹងនាំឱ្យបង្កើតអាល់សែនជា ផលិតផលឧត្តមភាព។
- ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអន្តរម៉ូលេគុលមិនមានសារប្រយោជន៍ក្នុងការរៀបចំអេទែរអស៊ីមេទ្រីពីអាល់កុលថ្នាក់ទី១ទេ ពីព្រោះប្រតិកម្មនឹងបង្កើតជាល្បាយផលិតផល៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១១៖ ករណីលើកលែងមួយដែលយើងទើបតែបានលើកឡើងខាងលើគឺការសំយោគអេទែរអស៊ីមេទ្រីដែលក្រុមអាល់គីលមួយជាក្រុមទែរ-ប៊ុយទីល និងក្រុមមួយទៀតជាក្រុមថ្នាក់ទី១។ ឧទាហរណ៍ការសំយោគអាចត្រូវបានធ្វើឡើងដោយបន្ថែមទែរ-ប៊ុយទីលអាល់កុលទៅលើល្បាយនៃអាល់កុលថ្នាក់ទី១ជាមួយ H_2SO_4 នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់



ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ និងពន្យល់ថាហេតុអ្វីក៏វាអាចសម្រេចបាន។

១១.២ ការសំយោគអេទែរ Williamson

មធ្យោបាយសំខាន់នាំឱ្យកកើតអេទែរអស៊ីមេទ្រីមួយ គឺប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ដែលគេហៅថា **ការសំយោគអេទែរ Williamson** ។

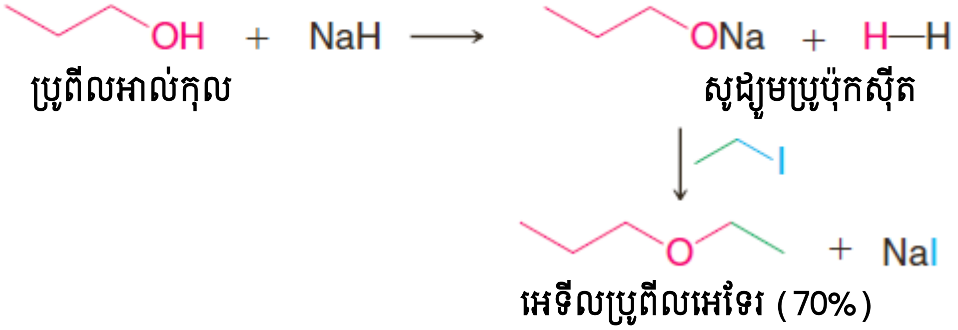
- ការសំយោគអេទែរ Williamson ជាប្រតិកម្ម S_N2 នៃសូដ្យូមអាល់កុលស៊ីតជាមួយអាល់គីលអាឡូសែន អាល់គីលស៊ុលផូណាត ឬអាល់គីលស៊ុលផាតមួយ។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មសំយោគអេទែរ Williamson*

អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតប្រតិកម្មជាមួយអង្គធាតុមេប្រតិករក្នុងប្រតិកម្មS_N2 មួយ បង្កើតជាអេទែរមួយ អង្គធាតុមេប្រតិករត្រូវតែគ្មានរបាំង និងមានក្រុមចាកចេញល្អមួយ។ អង្គធាតុមេប្រតិករជាអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ ឬ២ អាល់គីលស៊ុលផូណាត និងឌីអាល់គីលស៊ុលផាត៖

- LG = -Br, -I, $-SO_2R''$ ឬ $-OSO_2OR''$

ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មសំយោគអេទែរ Williamson ។ គេអាចទធ្វើសូដ្យូមអាល់កុលស៊ីតដោយឱ្យអាក់កុលប្រតិកម្មជាមួយ NaH ៖

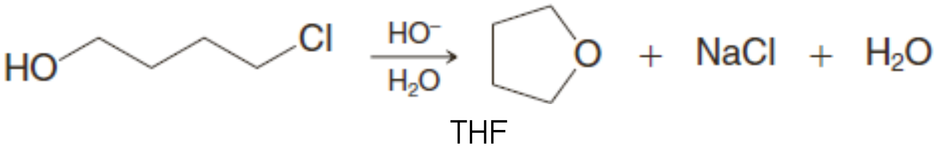


លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១២៖

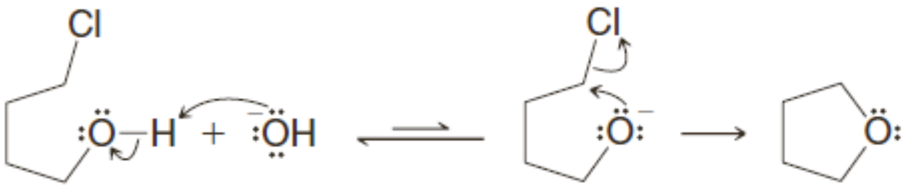
a. ចូរសរសេរវិធីសាស្ត្រពីរសម្រាប់ទង្វើអ៊ីសូប្រូពីលមេទីលអេទែរដោយប្រតិកម្មសំយោគ Williamson

b. វិធីសាស្ត្រមួយឱ្យទិន្នផលល្អជាងវិធីសាស្ត្រមួយទៀត។ ចូរពន្យល់ថាតើមួយណាជាវិធីសាស្ត្រល្អជាងគេ ហេតុអ្វី?

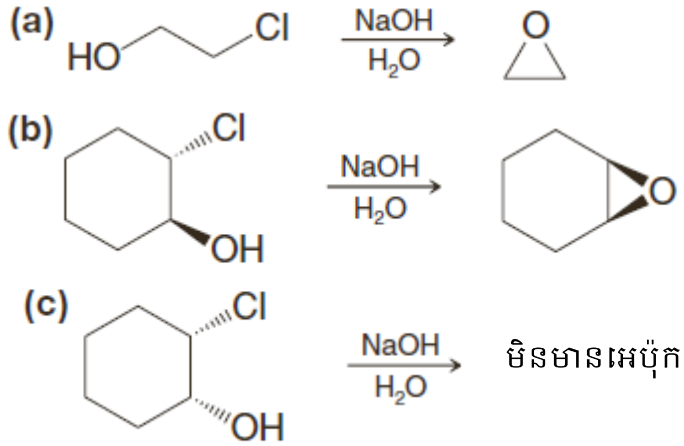
តេត្រាអ៊ីដ្រូផ្វ៉ានអេទែរវង់ (THF) អាចត្រូវបានសំយោគដោយដាក់ 4-ក្លរ៉ូ-1-ប៊ុយតាណុលជាមួយ សូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរាវ។



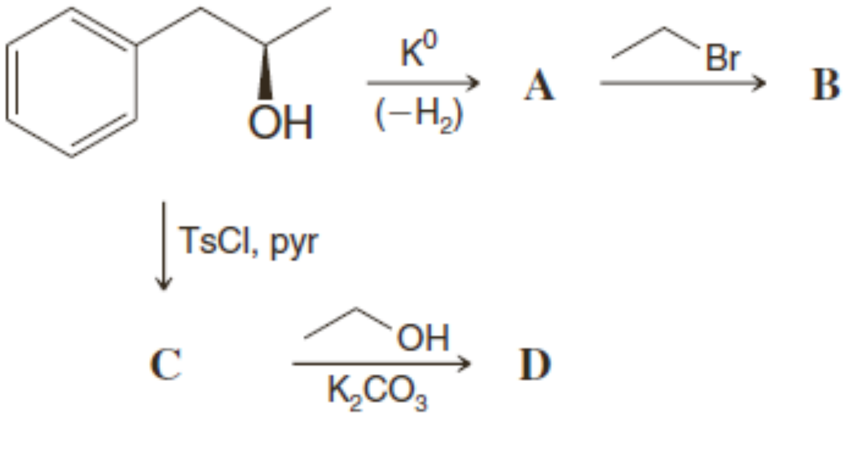
ប្រតិកម្មនេះប្រព្រឹត្តទៅតាមចលនការខាងក្រោម៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៣៖ អេប៉ុកស៊ីតអាចសំយោគដោយដាក់អាឡូអ៊ីឌ្រីនជាមួយបាសរាវ។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មរបស់ (a) និង (b) ហើយពន្យល់ថាហេតុអ្វីមិនទទួលបានអេប៉ុកស៊ីតក្នុង (C)។



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៤៖ ចូរគូរទម្រង់ផលិតផល A, B, C និង D និងបង្ហាញស្តេរ៉េអូគីមីផង (គន្លឹះ៖ B និង D ជាអ៊ីសូមែរ)

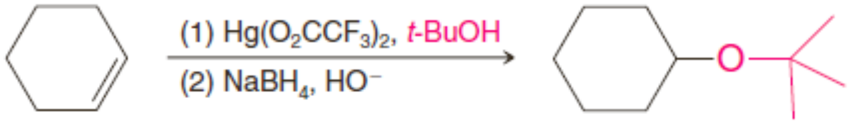


១១.៣ សំយោគអេទែរដោយប្រតិកម្មអាល់គីលមែរគ្គួរ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្គួរ៉ាស្យុង

ប្រតិកម្មអាល់គីលមែរគ្គួរ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្គួរ៉ាស្យុងជាវិធីសាស្ត្រមួយផ្សេងទៀតក្នុងការសំយោគអេទែរ។

- ប្រតិកម្មរបស់អាល់សែនជាមួយអាល់កុលក្រោមវត្តមានអំបិលបារតដូចជាបារតអាសេតាត ឬទ្រីភ្លុយអរ៉ូអាសេតាតបង្កើតជាអង្គធាតុកណ្ដាលបារតអាល់កុកស៊ី ដែលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមបរអ៊ីដ្រួបង្កើតជាអេទែរមួយ។

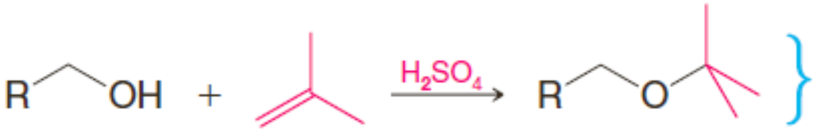
នៅប្រតិករអាល់កុលដើរតួជាធាតុរំលាយផង វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានគេហៅថាស៊ុលវ៉ូមែរគ្គួរ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្គួរ៉ាស្យុង។



(ទិន្នផល98%)

១១.៤ ទែរ-ប៊ុយទីលអេទែរដោយប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មអាល់កុលៈ ក្រុមការពារ

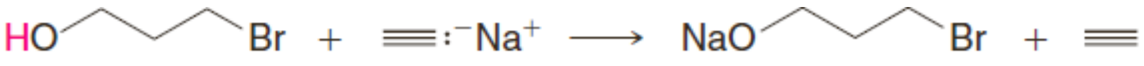
អាល់កុលថ្នាក់ទី១អាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាទែរ-ប៊ុយទីលអេទែរ ដោយរំលាយពួកវាក្នុងអាស៊ីតខ្លាំងមួយ ដូចជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ហើយបន្ទាប់មកបន្ថែមអ៊ីសូប៊ុយទីឡែនទៅក្នុងល្បាយ (ដំណើរការនេះធ្វើឱ្យប្រតិកម្មឌីមែរកម្ម និងប៉ូលីមែរកម្មអ៊ីសូប៊ុយទីឡែនកើតឡើងអប្បបរមា)។



ក្រុមការពារ
ទែរប៊ុយទីល

- ទែរ-ប៊ុយទីលអេទែរអាចត្រូវបានប្រើដើម្បី *ការពារ* ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់អាល់កុលថ្នាក់ទី១ នៅពេលប្រតិកម្មមួយទៀតត្រូវបានធ្វើឡើងលើផ្នែកផ្សេងទៀតនៃម៉ូលេគុលនេះ។
- **ក្រុមការពារ** (protecting group) ទែរ-ប៊ុយទីលអាចត្រូវបានដកចេញយ៉ាងងាយដោយដាក់អេទែរនេះ ជាមួយអាស៊ីតរាវ។

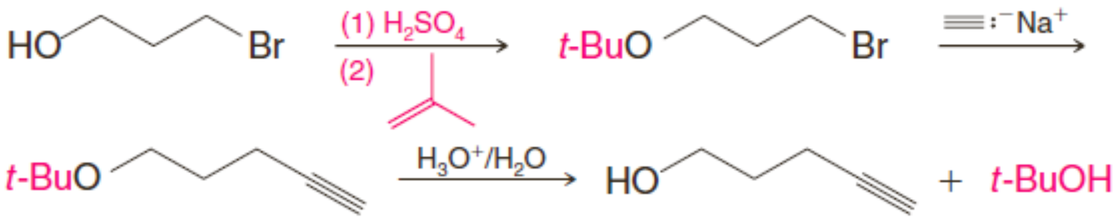
ឧទាហរណ៍ ឧបមាថាយើងចង់ទធ្វើ 4-ប៉ង់ទីន-1-អុល ពី3-ប្រូម៉ូ-1-ប្រូប៉ាណុល និងសូដ្យូមអាសេទីលេនួ បើសិនជាយើងឱ្យពួកវាប្រតិកម្មផ្ទាល់ជាមួយគ្នា បាសខ្លាំងសូដ្យូមអាសេទីលេនួនឹងប្រតិកម្មជាមួយក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីតមុនគេ ធ្វើឱ្យប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មបរាជ័យៈ



3-ប្រូម៉ូ-1-ប្រូប៉ាណុល

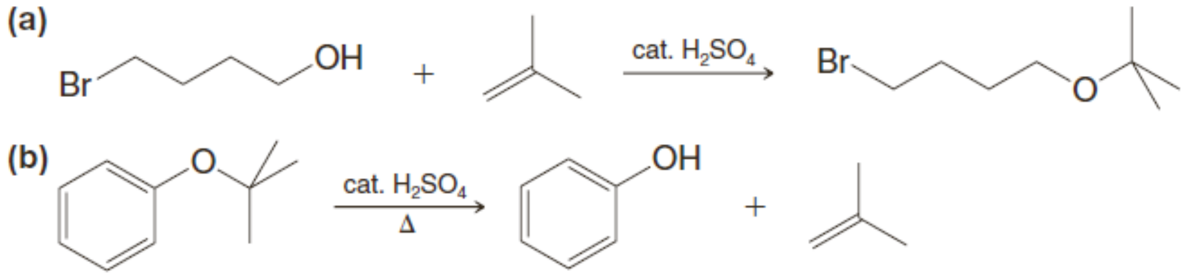
អាល់គីលកម្មមិនអាចកើតឡើងដោយមានការប្រណាំងប្រជែងពីប្រតិកម្មអាស៊ីតបាស

ប៉ុន្តែ បើសិនជាយើងការពារក្រុម -OH សិន ការសំយោគនេះនឹងងាយស្រួលៈ



4-ប៉ង់ទីល-1-អុល

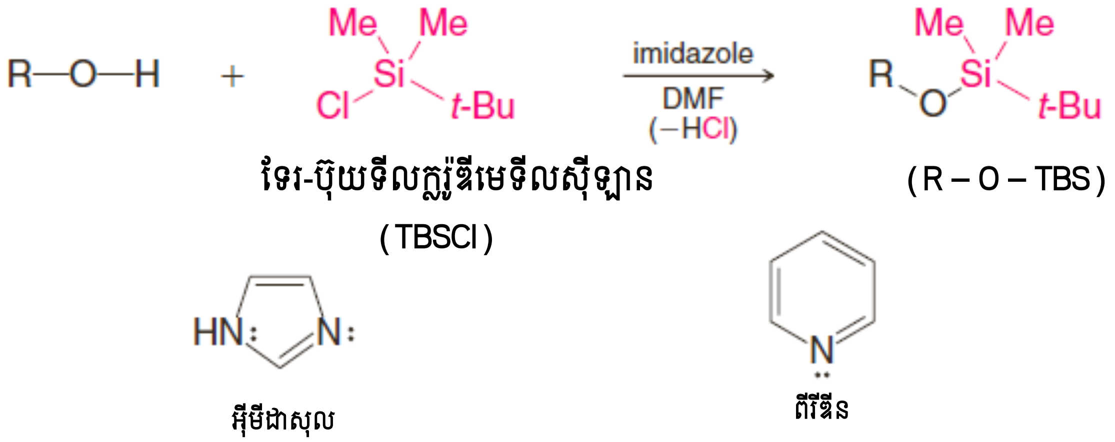
លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៥៖ ចូរសរសេរចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



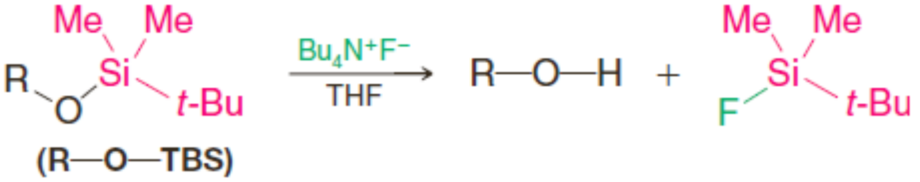
១១.៥ ក្រុមការពារអេទែរស៊ីលីល

- ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាចត្រូវបានការពារដោយប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសដោយបម្លែងទៅជា**ក្រុមអេទែរ ស៊ីលីល** (silyl ether group) មួយ។

ក្រុមអេទែរស៊ីលីលសំខាន់ជាងគេបំផុតមួយគឺ ក្រុមអេទែរទែរ-ប៊ុយទីលឌីមេទីលស៊ីលីល [ទែរ-ប៊ុយទីល $(Me)_2Si–O–R$ ឬ TBS–O–R] ទោះបីជាគេអាចប្រើទ្រីអេទីលស៊ីលីល ទ្រីអ៊ីសូប្រូពីលស៊ីលីល ទែរ-ប៊ុយទីលឌីផេនីលស៊ីលីល និងអេទែរផ្សេងទៀតក៏ដោយ។ ទែរ-ប៊ុយទីលឌីផេនីលអេទែរមានស្ថេរភាពក្នុងចន្លោះ pH=4–12។ ក្រុមTBS មួយអាចត្រូវបានបូកដោយឱ្យអាល់កុលប្រតិកម្មជាមួយទែរ-ប៊ុយទីលឌីមេទីលស៊ីលីលក្លរក្រោមវត្តមានអាមីនអារ៉ូម៉ាទិចមួយ (បាសមួយ) ដូចជាអ៊ីមីដាសុល ឬពីរីឌីន៖



- គេអាចដកក្រុមTBS ដោយដាក់ជាមួយអ៊ីយ៉ុងភ្លុយអរ (គេនិយមប្រើតេត្រាប៊ុយទីលអាម៉ូញ៉ូមភ្លុយអរួ ឬ HF រាវ)។ ល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះមិនប៉ះពាល់ក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀតទេ ហើយនេះជាមូលហេតុដែលអេទែរ TBS ជាក្រុមការពារល្អ។



ការបម្លែងអាល់កុលមួយទៅជាស៊ីលីលអេទែរមួយ ក៏អាចធ្វើឱ្យវាកាន់តែរំហើរកាន់តែខ្លាំងដែរ។ កម្រិតលំហើរ (volatility) កើនឡើងធ្វើឱ្យអាល់កុល (ដូចជាស៊ីលីលអេទែរ) ងាយស្រួលវិភាគដោយក្រូម៉ាក្រាហ្វីឧស្ម័ន គេតែងតែប្រើទ្រីមេទីលស៊ីលីលអេទែរក្នុងគោលបំណងនេះ។ ប៉ុន្តែក្រុមទ្រីមេទីលស៊ីលីលអេទែរជាក្រុមដែល គេតែងតែប្រើជាក្រុមការពារក្នុងប្រតិកម្មជាច្រើន។

១២. ប្រតិកម្មរបស់អេទែរ

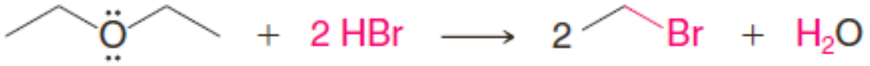
ឌីអាល់គីលអេទែរប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបតិចតួចក្រៅពីអាស៊ីត។ មណ្ឌលប្រតិកម្មដែលម៉ូលេគុលឌីអាល់គីលអេទែរមានសម្រាប់សមាសធាតុផ្សេងទៀតជាសម្ព័ន្ធC–H របស់ក្រុមអាល់គីល និងក្រុម-O-របស់តំណអេទែរ។ អេទែរធន់នឹងការប្រយុទ្ធដោយនុយក្លេអូភីល (ហេតុអ្វី?) និងដោយបាស។ ប្រតិកម្មភាពខ្សោយផ្ទុយជាមួយនឹងលទ្ធភាពធ្វើស៊ុលវ៉ាតកម្មកាចុងរបស់អេទែរ (ដោយផ្ទេរទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីពីអាតូមអុកស៊ី សែនរបស់ពួកវា) ធ្វើឱ្យអេទែរមានសារប្រយោជន៍ពិសេសជាធាតុរំលាយសម្រាប់ប្រតិកម្មជាច្រើន។

អុកស៊ីសែនរបស់តំណអេទែរធ្វើឱ្យអេទែរមានភាពបាសខ្សោយ។ អេទែរអាចប្រតិកម្មជាមួយភ្នាក់ងារផ្តល់ប្រូតុងបង្កើតជា**អំបិលអុកសូនីញ៉ូម** (oxonium salt)៖

អំបិលអុកសូនីញ៉ូម

❖ ប្រតិកម្មបណ្តាច់អេទែរ

ការកម្តៅឌីអាល់គីលអេទែរជាមួយអាស៊ីតខ្លាំង (HI, HBr, និង H_2SO_4) ធ្វើឱ្យពួកវារងប្រតិកម្មដែលសម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែនដាច់។ ឧទាហរណ៍ ឌីអេទីលអេទែរប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតអ៊ីដ្រូប្រូមិចខាប់ក្តៅបង្កើតម៉ូលេគុលប្រូម៉ូមេតានពីរ៖

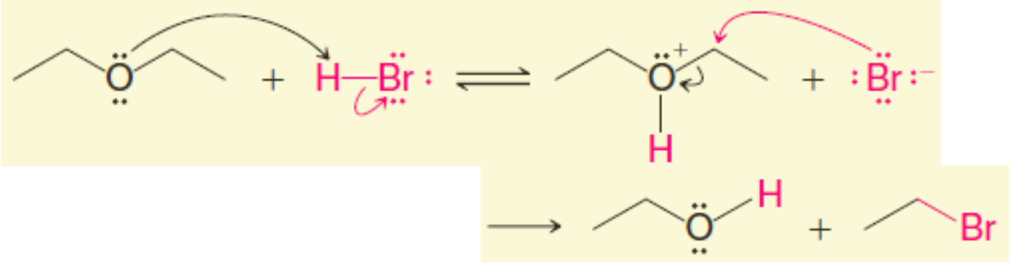


បណ្តាច់អេទែរ

ចលនការរបស់ប្រតិកម្មនេះចាប់ផ្តើមដោយការកកើតកាចុងអុកសូនីញ៉ូមមួយ។ បន្ទាប់មក ប្រតិកម្ម S_N2 ដែលមានអ៊ីយ៉ុងប្រូមួជានុយក្លេអូភីលបង្កើតអេតាណុល និងប្រូម៉ូអេតាន។ HBrលើសប្រតិកម្មជាមួយអេតាណុលដែលកកើតបង្កើតជាម៉ូលេគុលប្រូម៉ូអេតានទី២។

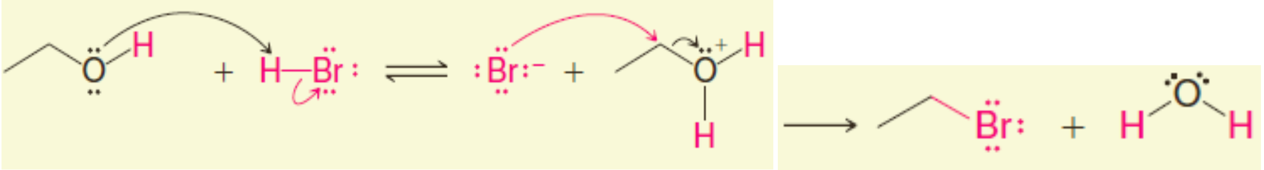
- ➢ ***ចលនការប្រតិកម្មបណ្តាច់អេទែរដោយអាស៊ីតខ្លាំង***

ដំណាក់កាលទី១៖



អេតាណុល **ប្រូម៉ូអេតាន**

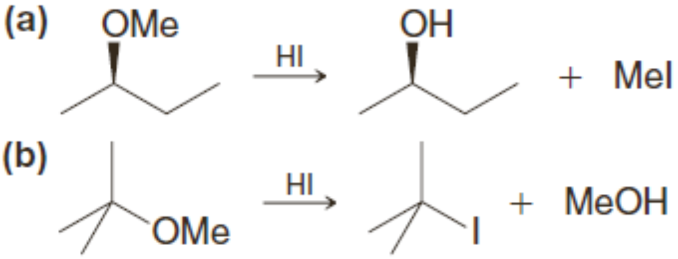
ដំណាក់កាលទី២៖ អេតាណុលដែលទើបកកើតប្រតិកម្មជាមួយ HBrលើសបង្កើតជាប្រូម៉ូអេតានទី២



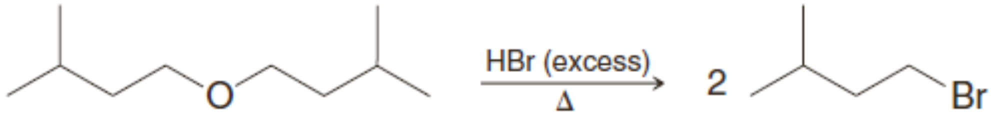
លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៦៖ នៅពេលអេទែរមួយត្រូវបានគេដាក់ជាមួយ HI ខាប់ត្រជាក់ បណ្តាច់កើតឡើងដូចខាងក្រោម៖

$$R-O-R + HI \longrightarrow ROH + RI$$

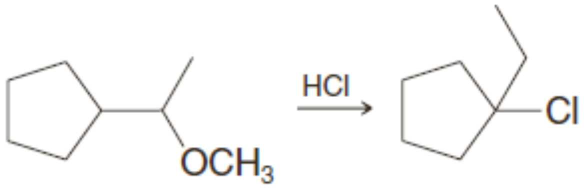
នៅពេលល្បាយអេទែរត្រូវបានប្រើ អាល់កុល និងអាល់គីលអ៊ីយ៉ូដួដែលកកើតអាស្រ័យលើធម្មជាតិនៃក្រុមអាល់គីល។ ចូរប្រើចលនការពន្យល់អំពីការសង្កេតដូចខាងក្រោម៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៧៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

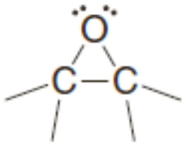


លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៨៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



១៣. អេប៉ុកស៊ីត

អេប៉ុកស៊ីត (epoxide) ជាអេទែរវង់បី។ តាមប្រព័ន្ធ IUPAC អេប៉ុកស៊ីតត្រូវបានគេហៅថា**អុកស៊ីរ៉ាន**។ អេប៉ុកស៊ីតងាយជាងគេគឺអេទីឡែនអុកស៊ីត៖



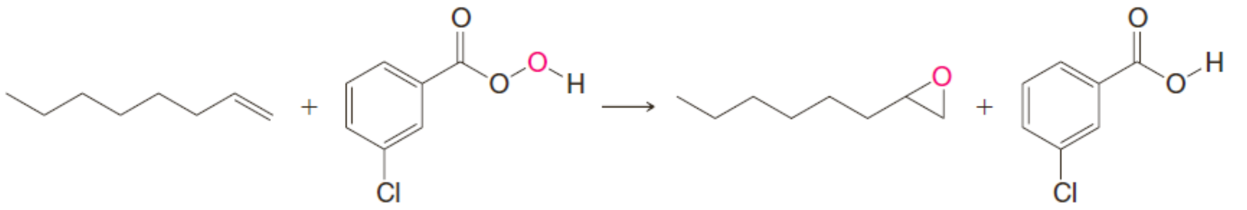
អេប៉ុកស៊ីត

ឈ្មោះ IUPAC : អុកស៊ីរ៉ាន

ឈ្មោះអសធារណៈ ៖ អេទីឡែនអុកស៊ីត

១៣.១ ការសំយោគអេប៉ុកស៊ីត៖ អេប៉ុកស៊ីតកម្ម

អេប៉ុកស៊ីតត្រូវបានសំយោគដោយប្រតិកម្មនៃអាល់សែនជាមួយអាស៊ីតពែរអុកស៊ីសរីវាង្គមួយ (RCO_3H ជួនកាលគេហៅឱ្យងាយថាពែរអាស៊ីត) ដែលជាដំណើរមួយដែលគេហៅថា**អេប៉ុកស៊ីតកម្ម (epoxidation)**។ អាស៊ីតមេតាក្លរ៉ូពែរអុកស៊ីបង់សូអ៊ិច (mCPBA) ជារ៉េអាក់ទីបពែរអុកស៊ីសំខាន់មួយប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មអេប៉ុកស៊ីតកម្ម។ ប្រតិកម្មខាងក្រោមគឺជាឧទាហរណ៍មួយ៖



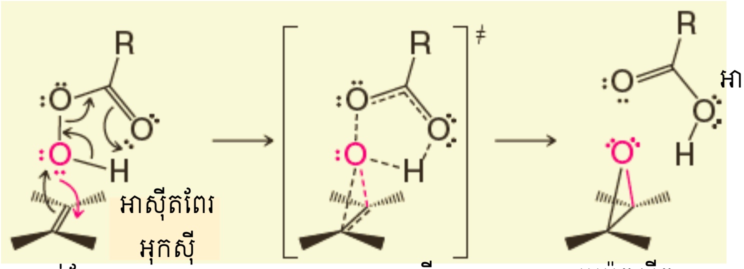
1-អុកតែន mCPBA 81% អាស៊ីតមេតា-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិច

អាស៊ីតមេតា-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិចគឺជាផលិតផលបន្ទាប់បន្សំនៃប្រតិកម្ម។ ជាធម្មតា គេមិនសរសេរនៅក្នុងសមីការតាងប្រតិកម្ម ដូចបង្ហាញក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោម៖

(77%)

ដូចដែលឧទាហរណ៍ទី១បានបង្ហាញ អាស៊ីតពែរអុកស៊ីផ្ទេរអាតូមអុកស៊ីសែនមួយទៅឱ្យអាល់សែន។ គេបានស្នើចលនការប្រតិកម្មដូចខាងក្រោម៖

- ***ចលនការប្រតិកម្មអេប៉ុកស៊ីតកម្មអាល់សែន***



អាល់សែន អន្តរភាពតន្ត្រី អេប៉ុកស៊ីត

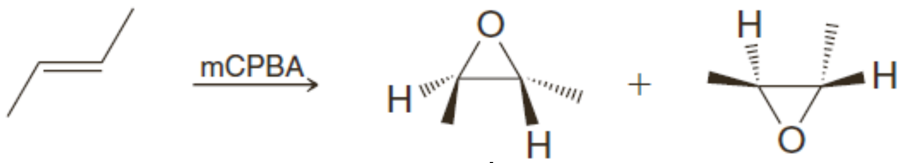
អាស៊ីតពែរអុកស៊ីបោះបង់អាតូមអុកស៊ីសែនមួយទៅឱ្យអាល់សែនក្នុងចលនការវង់១ដំណាក់កាល។ លទ្ធផលគឺ បូកស៊ិននៃអុកស៊ីសែនលើអាល់សែន ដោយមានកកើតអេប៉ុកស៊ីត និងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

១៣.២ ស្តេរ៉េអូគីមីរបស់ប្រតិកម្មអេប៉ុកស៊ីតកម្ម

- ប្រតិកម្មរបស់អាល់សែនជាមួយអាស៊ីតពែរអុកស៊ីជាប្រតិកម្មបូក**ស៊ិន** ហើយវាជាស្តេរ៉េអូជាក់លាក់។ បន្ថែមនេះទៀត អាតូមអុកស៊ីសែនអាចបូកលើមុខទាំងសងខាងរបស់អាល់សែន។

ឧទាហរណ៍ ត្រង់-2-ប៊ុយតែនបង្កើតល្បាយរ៉ាសេមិចនៃត្រង់-2,3-ឌីមេទីលអុកស៊ីរ៉ាន ពីព្រោះការបូកអាតូមអុកស៊ីសែនលើមុខនីមួយៗរបស់អាល់សែនបង្កើតជាអេណង់ត្យូមែរមួយ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ស៊ីស-2-ប៊ុយតែនបង្កើតតែស៊ីស-2,3-ឌីមេទីលអុកស៊ីរ៉ានទេ មិនថាវាបូកអាតូមអុកស៊ីសែនពីមុខខាងណារបស់អាល់សែនទេ ដោយសារតែមានប្លង់ស៊ីមេទ្រីទាំងក្នុងអង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផល។ បើសិន មណ្ឌលគីរ៉ាល់មានវត្តមានក្នុងអង្គធាតុមេប្រតិករមួយ នោះដ្យ៉ាស្តេរ៉េអូមែឬអាចកើតឡើង។

ស៊ីស-2-ប៊ុយតែន **ស៊ីស-2,3-ឌីមេទីលអុកស៊ីរ៉ាន (សមាសធាតុមេសូ)**



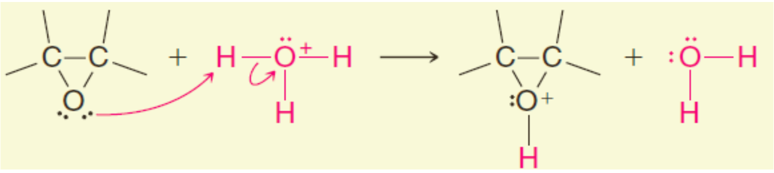
ត្រង់ស-2-ប៊ុយតែន អេណង់ត្យូមែរ ត្រង់ស-2,3-ឌីមេទីលអុកស៊ីរ៉ាន

១៤. ប្រតិកម្មរបស់អេប៉ុកស៊ីត

- រម្មួលសម្ព័ន្ធវង់បីរបស់អេប៉ុកស៊ីតធ្វើឱ្យពួកវាមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងចំពោះប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលជាអេទែរផ្សេងទៀត។

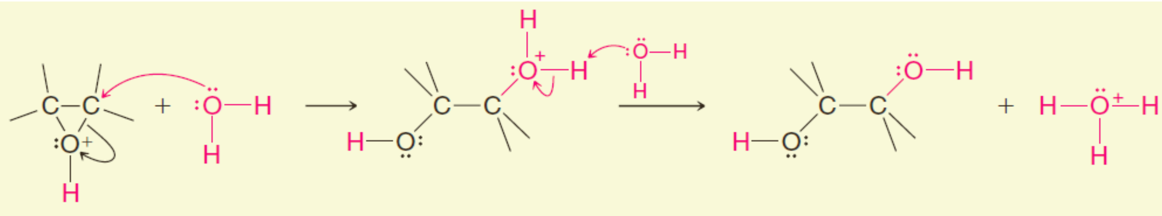
កាតាលីករអាស៊ីតជួយឱ្យអេប៉ុកស៊ីតបើកវង់ដោយផ្តល់ក្រុមចាកចេញល្អមួយ(អាល់កុលមួយ)នៅលើអាតូមកាបូនដែលរងការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល។ កាតាលីសនេះមានសារសំខាន់ជាពិសេស បើសិនជាគេប្រើនុយក្លេអូភីលខ្សោយដូចជាទឹក ឬអាល់កុលមួយ។ ឧទាហរណ៍មួយគឺប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសកាតាលីករអាស៊ីតនៃអេប៉ុកស៊ីត។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មបើកវង់អេប៉ុកស៊ីតកាតាលីករអាស៊ីត*



អេប៉ុកស៊ីត អេប៉ុកស៊ីតរងប្រូតុងកម្ម

អាស៊ីតប្រតិកម្មជាមួយអេប៉ុកស៊ីតបង្កើតអេប៉ុកស៊ីតរងប្រូតុងកម្មមួយ

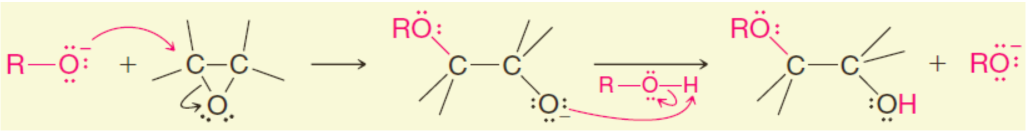


អេប៉ុកស៊ីតរងប្រូតុងកម្ម នុយក្លេអូភីលខ្សោយ 1,2-ឌីអុលរងប្រូតុងកម្ម 1,2-ឌីអុល

អេប៉ុកស៊ីតរងប្រូតុងកម្មប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលខ្សោយ (ទឹក) បង្កើតជា1,2-ឌីអុលរងប្រូតុងកម្មមួយ បន្ទាប់មកវាផ្ទេរប្រូតុងមួយឱ្យទឹកបង្កើតជា1,2-ឌីអុល និងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម

អេប៉ុកស៊ីតក៏អាចរងប្រតិកម្មបើកវង់ដោយកាតាលីករបាសដែរ។ ប្រតិកម្មបែបនេះមិនកើតឡើងចំពោះ អេទែរផ្សេងទៀតទេ ប៉ុន្តែវាអាចកើតឡើងជាមួយអេប៉ុកស៊ីត (ពីព្រោះតែរម្មួលវង់) ដោយសារតែនុយក្លេអូភីល ដែលប្រយុទ្ធក៏ជាបាសខ្លាំងដូចអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត ឬអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត។

➢ *ចលការប្រតិកម្មបើកវង់អេប៉ុកស៊ីតកាតាលីករបាស*

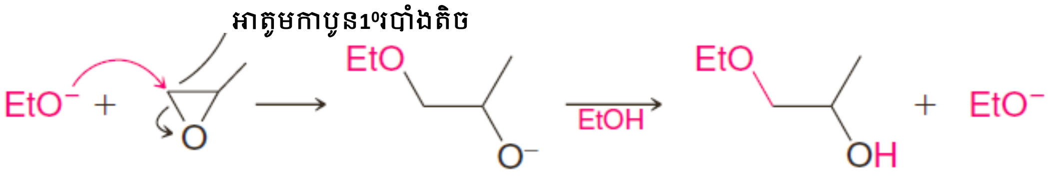


នុយក្លេអូភីលខ្លាំង អេប៉ុកស៊ីត អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត

នុយក្លេអូភីលខ្លាំងដូចជាអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត ឬអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតអាចបើកវង់អេប៉ុកស៊ីតតាមលនាការប្រតិកម្ម S_N2 ដោយផ្ទាល់

- **ប្រតិកម្មបើកវង់កាតាលីការបាស**របស់អេប៉ុកស៊ីតអស៊ីមេទ្រីកើតឡើងជាចំបងដោយការប្រយុទ្ធរបស់នុយក្លេអូភីល***លើអាតូមកាបូនមានក្រុមជួសតិច***។

ឧទាហរណ៍ មេទីលអុកស៊ីរ៉ានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតលើកាបូនថ្នាក់ទី១របស់វា៖

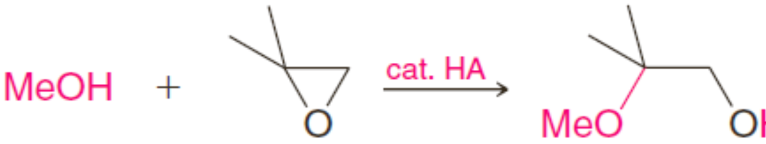


មេទីលអុកស៊ីរ៉ាន **1-អេតុកស៊ី-2-ប្រូប៉ាណុល**

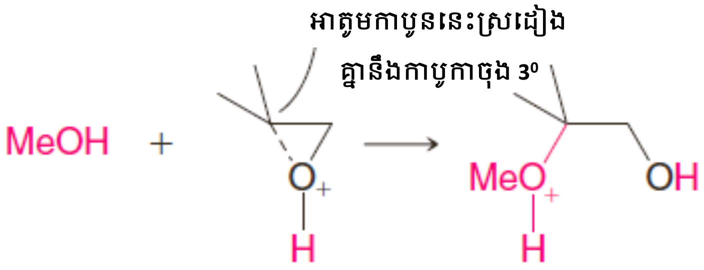
នេះគ្រាន់តែអ្វីដែលយើងរំពឹងទុក ៖ ប្រតិកម្មជាប្រតិកម្ម S_N2 មួយ ហើយយើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី៦ រួចហើយ អង្គធាតុមេប្រតិករថ្នាក់ទី១មានប្រតិកម្ម S_N2 រហ័ស ពីព្រោះវាមានរបាំងស្តេរិចតិច។

- **ប្រតិកម្មបើកវង់កាតាលីករអាស៊ីត**នៃអេប៉ុកស៊ីតអស៊ីមេទ្រីកើតឡើងដោយការប្រយុទ្ធរបស់នុយក្លេអូភីល***លើអាតូមកាបូនមានក្រុមជួសច្រើន***។

ឧទាហរណ៍៖



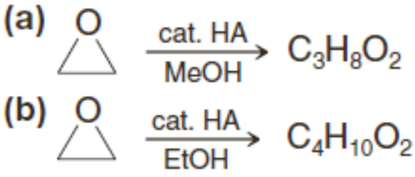
មូលហេតុ៖ ការចងសម្ព័ន្ធក្នុងអេប៉ុកស៊ីតរងប្រូតុងកម្ម (មើលប្រតិកម្មខាងក្រោម) គឺអស៊ីមេទ្រី ដែលអាតូមកាបូនជួសច្រើនមានបន្ទុកវិជ្ជមាន ប្រតិកម្មនេះស្រដៀងគ្នានឹងប្រតិកម្ម S_N1។ ដូចនេះនុយក្លេអូភីលប្រយុទ្ធលើអាតូមកាបូនេះទោះបីជាវាមានក្រុមជំនួសច្រើនក៏ដោយ៖

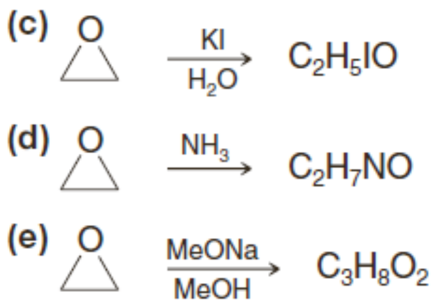


អេប៉ុកស៊ីតប្រូតុងកម្ម

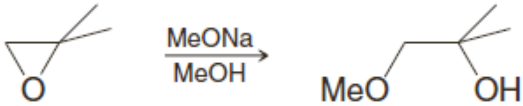
អាតូមកាបូនក្រុមជួសច្រើនជាងមានបន្ទុកវិជ្ជមានធំជាង ពីព្រោះវាដូចគ្នាទៅនឹងកាបូកាចុងថ្នាក់ទី៣។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.១៩៖ ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផលនីមួយៗខាងក្រោមដែលបានមកពីអុកស៊ីរ៉ាន (អេទីឡែនអុកស៊ីត)៖

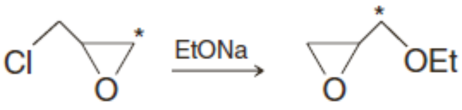




លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៧០៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



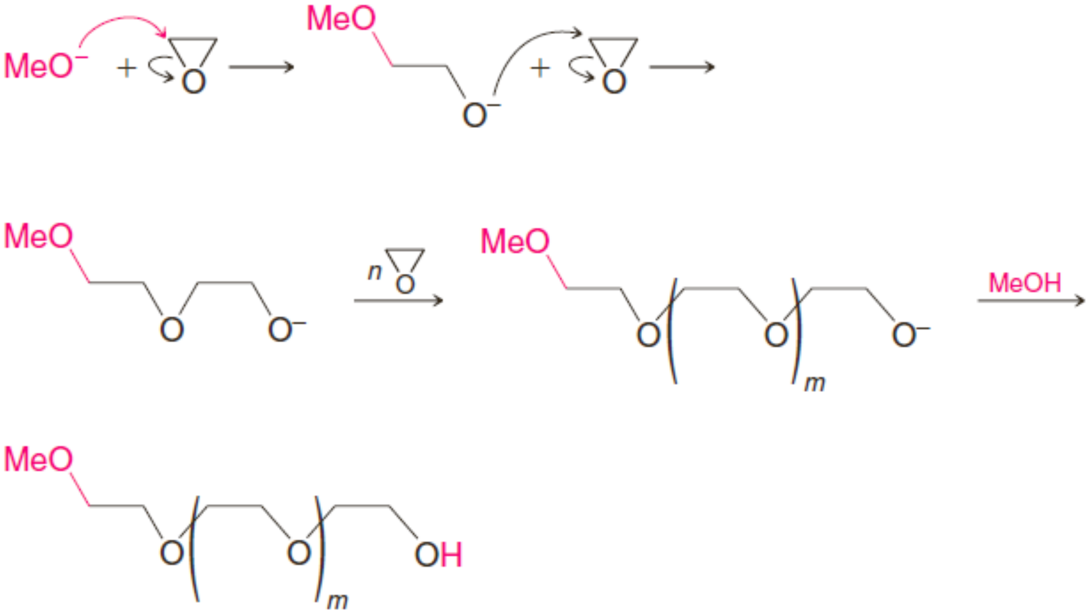
លំហាត់អនុវត្តន៍១១.៧១៖ នៅពេលសូដ្យូមអេតុកស៊ីតប្រតិកម្មជាមួយ 1-(ក្លរ៉ូមេទីល)អុកស៊ីរ៉ាន (ឬហៅថា អេពី ក្លរ៉ូអ៊ីឌ្រីន) ដែលបានដាក់ស្លាកដោយ^{14}C តាងដោយសញ្ញាផ្កាយក្នុងម៉ូលេគុល I ផលិតផលឧត្តមភាពគឺ II។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។



I II

❖ ប៉ូលីអេទែរពីអេប៉ុកស៊ីត

នៅពេលគេដាក់អេទីឡែនអុកស៊ីតឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមមេតុកស៊ីត (ក្រោមវត្តមានបរិមាណបន្តិចបន្តួចនៃមេតាណុល) អាចបង្កើត**ប៉ូលីអេទែរ**មួយ៖



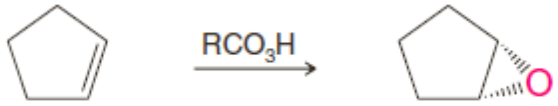
ប៉ូលីអេទីឡែនគ្លីកុល (ប៉ូលីអេទែរ)

នេះជាឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មប៉ូលីមែរកម្មអាញ៉ុង។ ខ្សែប៉ូលីមែរបន្តលូតលាស់រហូតមេតាណុលធ្វើ ប្រូតុងកម្មលើក្រុមអាល់កុកស៊ីតនៅចុងខ្សែ។ ដូចនេះ ខ្សែមធ្យមរបស់ខ្សែប៉ូលីមែរនេះ ម៉ាសម៉ូលេគុលមធ្យម របស់ប៉ូលីមែរអាចត្រូវបានត្រួតពិនិត្យដោយបរិមាណអាល់កុល។ លក្ខណៈរូបរបស់ប៉ូលីមែរអាស្រ័យលើម៉ាស ម៉ូលេគុលមធ្យមរបស់វា។

ប៉ូលីអេទែរមានកម្រិតរលាយក្នុងទឹកខ្ពស់ ពីព្រោះវាមានលទ្ធភាពបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាច្រើនជាមួយម៉ូលេគុលទឹក។ ប៉ូលីមែរមួយមានឈ្មោះពាណិជ្ជកម្មថា**ក្រមួនកាបូន** (carbowaxs)មានបម្រើបម្រាស់ជាច្រើន ពីការប្រើក្នុងកូឡេនក្រូម៉ាតូក្រាហ្វីរហូតដល់គ្រឿងសំអាង។

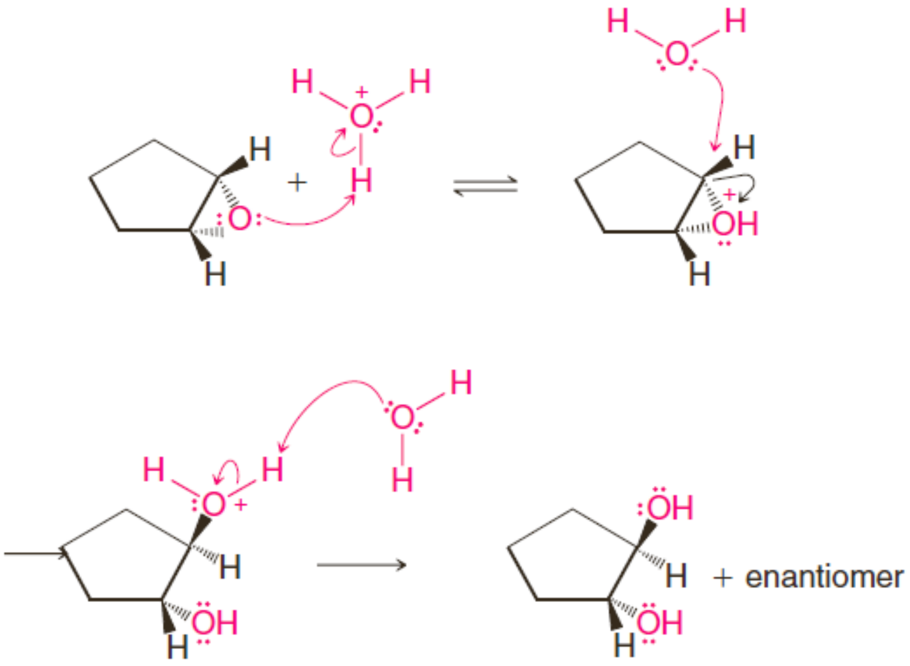
១៥. ប្រតិកម្មអង់ទី 1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្មនៃអាល់សែនដោយអេប៉ុកស៊ីត

អេប៉ុកស៊ីតកម្មនៃស៊ីក្លូប៉ង់តែនជាមួយអាស៊ីតពែរ៉ុកស៊ីកាបុកស៊ីលិចមួយបង្កើត1,2-អេប៉ុកស៊ីស៊ីក្លូប៉ង់តាន៖



ស៊ីក្លូប៉ង់តែន **1,2-អេប៉ុកស៊ីស៊ីក្លូប៉ង់តាន**

អ៊ីដ្រូលីសកាតាលីករអាស៊ីតនៃ 1,2-អេប៉ុកស៊ីស៊ីក្លូប៉ង់តាន ដូចបានបង្ហាញខាងក្រោម បង្កើតត្រង់ស្ស-ឌីអុលមួយ គឺ ត្រង់ស្ស-1,2-ស៊ីក្លូប៉ង់តានឌីអុល។ ទឹកមានអំពើជានុយក្លេអូភីលមួយប្រយុទ្ធលើអេប៉ុកស៊ីតរង ប្រូតុងកម្មពីផ្នែកផ្ទុយនឹងក្រុមអេប៉ុកស៊ីត។ អាតូមកាបូនដែលរងការប្រយុទ្ធនេះរងការបម្លែងកុងភីក្លួរ៉ាស្យុង។ យើងបង្ហាញកាបូនតែមួយដែលរងការប្រយុទ្ធនៅពេលនេះ។ ការប្រយុទ្ធលើអាតូមកាបូនមួយទៀតនៃប្រព័ន្ធស៊ីមេទ្រីនេះស្មើគ្នា ហើយបង្កើតទម្រង់អេណង់ត្យូមែរនៃត្រង់ស្ស-1,2-ស៊ីក្លូប៉ង់តានឌីអុល៖

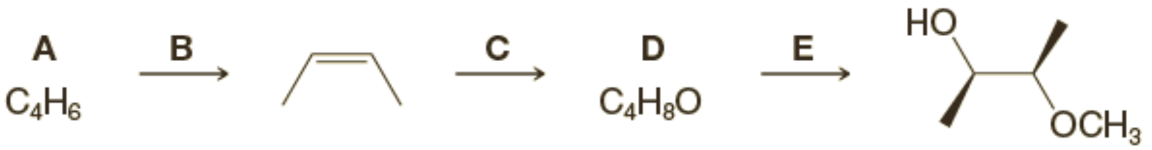


ត្រង់ស្ស-1,2-ស៊ីក្លូប៉ង់តានឌីអុល

ដូចនេះ ការធ្វើប្រតិកម្មអេប៉ុកស៊ីតកម្ម បន្ទាប់មកប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសកាតាលីករអាស៊ីតជាវិធីសាស្ត្រមួយនៃ**ប្រតិកម្មអង់ទី1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្ម** នៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ (ផ្ទុយពីប្រតិកម្មស៊ិន1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្មក្នុងមេរៀនទី៨)។ ស្តេរ៉េអូគីមីនៃបច្ចេកទេសនេះស្របទៅនឹងស្តេរ៉េអូគីមីនៃប្រតិកម្មប្រូមកម្មនៃស៊ីក្លូប៉ង់តែនដែល បានលើកឡើងក្នុងផ្នែកទី13។

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.២២៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មដែលស្រដៀងគ្នានឹងប្រតិកម្មខាងលើ ដែលបង្ហាញអំពី របៀបដែលទម្រង់អេណង់ត្យូមែរនៃត្រង់ស្ស-1,2-ស៊ីក្លូប៉ង់តានឌីអុលត្រូវបានបង្កើត។

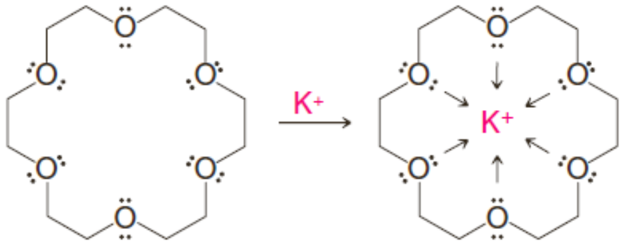
លំហាត់អនុវត្តន៍១១.២៣៖ ចូរបំពេញរ៉េអាក់ទីប និងអង្គធាតុកណ្ដាលពី A – E ខាងក្រោម៖



រ៉ាសេមិច

១៦. អេទែរម្កុដ

អេទែរម្កុដ(crown ether)ជាសមាសធាតុដែលមានទម្រង់ដូចសមាសធាតុ18-ម្កុដ-6ដូចខាងក្រោម។ 18-ម្កុដ-6 អូលីកូមែរវង់មួយនៃអេទីឡែនគ្លីកុល។ អេទែរម្កុដត្រូវបានគេហៅឈ្មោះថា **X-ម្កុដ-Y** ដែល X ជាចំនួនអាតូមសរុបក្នុងវង់ និងYជាចំនួនអាតូមអុកស៊ីសែន។ លក្ខណៈសំខាន់មួយរបស់អេទែរម្កុដគឺថាពួកវាអាចចងជាមួយកាចុង ដូចបានបង្ហាញក្នុងខាងក្រោម។

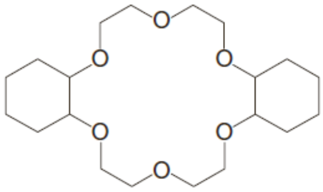


18-ម្កុដ-6

អេទែរម្កុដធ្វើឱ្យអំបិលជាច្រើនរលាយក្នុងធាតុរំលាយមិនប៉ូលែ។ ហេតុផលនេះហើយ ដែលគេហៅពួកវាថា**កាតាលីករផ្ទេរផាស** (phase transfer catalysts)។ នៅពេលអេទែរម្កុដមួយចងសម្ព័ន្ធកូអរឌីណាស្យុងជាមួយលោហៈមួយ រុំព័ទ្ធអ៊ីយ៉ុងនោះដោយស្រទាប់ក្រៅដូចអ៊ីដ្រូកាបូមួយ។ 18-ម្កុដ-6 ចងសម្ព័ន្ធកូអរឌីណាស្យុងយ៉ាងមាំជាមួយអ៊ីយ៉ុងប៉ូតាស្យូម ពីព្រោះទំហំប្រហោងរបស់វាត្រូវគ្នា ហើយអាតូមអុកស៊ីសែនទាំង៦ស្ថិត លើទីតាំងដែលអាចផ្តល់ទ្វេតាអេឡិចត្រុងទៅឱ្យអ៊ីយ៉ុងមណ្ឌលក្នុងកំផ្លិចអាស៊ីត-បាសឡឺវីស។

- ទំនាក់ទំនងរវាងអេទែរម្កុដមួយជាមួយអ៊ីយ៉ុងដែលវាចង ត្រូវបានគេហៅថា**ទំនាក់ទំនងម្ចាស់-ភ្ញៀវ** (host-guest relationship)។

អំបិលដូចជា KF, KCN និងប៉ូតាស្យូមអាសេតាតអាចត្រូវបានបញ្ជូនទៅក្នុងធាតុរំលាយអាប្រូទិចដោយ បរិមាណកាតាលីករអេទែរម្កុដ18-ម្កុដ-6។ ការប្រើអេទែរម្កុដមួយជាមួយធាតុរំលាយមិនប៉ូលែមួយ អាចសម្រប សម្រួលប្រតិកម្ម S_N2 យ៉ាងខ្លាំង ពីព្រោះនុយក្លេអូភីល (ដូចជា F^-, CN^- ឬអាសេតាត ពីសមាសធាតុខាងលើ) ត្រូវបានញែកនៅឯកាមិនមានការរុំព័ទ្ធពីធាតុរំលាយក្នុងធាតុរំលាយអាប្រូទិចមួយ ប៉ុន្តែនៅពេលជាមួយគ្នានេះ កាចុងត្រូវបានរាំងដោយអេទែរមិនឱ្យផ្គុំជាមួយនុយក្លេអូភីល។ ឌីស៊ីក្លូអិចសាណូ-18-ម្កុដ-6 ជាឧទាហរណ៍ មួយទៀតនៃកាតាលីករផ្ទេរផាសមួយ។ វារលាយល្អក្នុងធាតុរំលាយមិនប៉ូលែជាង18-ម្កុដ-6 ដោយសារតែក្រុម អ៊ីដ្រូកាបូបន្ថែមរបស់វា។ កាតាលីករផ្ទេរផាសនេះក៏អាចត្រូវបានប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មជាច្រើន ដូចជាប្រតិកម្ម អុកស៊ីតកម្ម (មានកាតាលីករផ្ទេរផាសដែលមិនមែនជាអេទែរម្កុដដែរ)។



ឌីស៊ីក្លូអិចសាណូ-18-ម្កុដ-6

លំហាត់អនុវត្តន៍១១.២៤៖ ចូរគូរទម្រង់របស់ ៖

a. 15-មុជ-5

b. 12-មុជ-4

១៧. សង្ខេបប្រតិកម្មអាល់សែន អាល់កុល និងអេទែរ

យើងបានសិក្សាប្រតិកម្មក្នុងមេរៀននេះ និងមេរៀនទី៨រួចហើយ ថា ប្រតិកម្មទាំងនេះមានសារសំខាន់ខ្លាំងណាស់ក្នុងការធ្វើសំយោគ។ ប្រតិកម្មស្ទើរតែទាំងអស់ដែលទាក់ទងនឹងអាល់កុល និងអេទែរត្រូវបានសង្ខេប ក្នុងរំលឹកសង្ខេបនៅចុងមេរៀន។

- យើងអាចប្រើអាល់កុលដើម្បីបង្កើតអាល់គីលអាឡូសែន្ទ អេទែរស៊ុលផូណាត អេទែរ និង អាល់សែន។
- យើងអាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មអាល់សែន ទៅជាអេប៉ុកស៊ីត ឌីអុល អាល់ដេអ៊ីត សេតូន និងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច (អាស្រ័យលើអាល់សែន និងល័ក្ខខ័ណ្ឌ)។
- យើងអាចប្រើអាល់សែនបង្កើតអាល់កាន អាល់កុល និងអាល់គីលអាឡូសែន្ទ។
- បើសិនជាយើងចង់បានអាល់ស៊ីនចុងខ្សែ ដូចជាអាល់ស៊ីនចុងខ្សែដែលអាចបង្កើតពីវិក-ឌី អាឡូសែន្ទ យើងអាចប្រើអាញ៉ុងអាល់ស៊ីន្ទដែលបានមកពីវាទៅបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន ដោយប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។

សរុបមក យើងមានស៊េរីប្រតិកម្មដែលអាចប្រើដើម្បីបម្លែងផ្ទាល់ ឬមិនផ្ទាល់នៃបង្គុំស្ទើរតែទាំងអស់ដែលយើងបានសិក្សាកន្លងមក។

❖ របៀបប្រើអាល់សែនក្នុងការសំយោគ

- អាល់សែនជាចំណុចចាប់ផ្តើមដើម្បីបង្កើតបង្កើតក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀតដែលយើងបានសិក្សា

តាមរយៈហេតុផលនេះ និងដោយសារតែប្រតិកម្មជាច្រើនតម្រូវឱ្យយើងត្រួតពិនិត្យលើស្តេរ៉េអូគីមី និង/ឬកម្រិតជ្រើសតំបន់បង្កើតជាផលិតផល អាល់សែនជាអង្គធាតុកណ្តាលប្រើបានសព្វសម្រាប់ការសំយោគ។

- យើងមានវិធីសាស្ត្រពីរ គឺធ្វើ**អ៊ីដ្រាតកម្មសម្ព័ន្ធពីរជាន់តាមដំណៅទិសMarkovnikov**៖ (1) ប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្យ៉ាស្យុង និង (2) ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មកាតាលីករអាស៊ីត។

ក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រទាំងពីរនេះ ប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគ្យ៉ាស្យុង-ដេមែរគ្យ៉ាស្យុងជាវិធីសាស្ត្រមានប្រយោជន៍ជាងក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍ ពីព្រោះវាងាយស្រួលអនុវត្ត និងមិនមានប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងកើតឡើង។

- យើងអាចធ្វើ**អ៊ីដ្រាតកម្មសម្ព័ន្ធពីរជាន់**មួយតាមដំណៅទិសផ្ទុយMarkovnikov ដោយប្រតិកម្ម អ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង-អុកស៊ីតកម្ម។ តាមរយៈប្រតិកម្មនេះ យើងអាចទទួលបាននូវការបូកស៊ិននៃក្រុម-H និង -OH។

ចូរចងចាំថា **ក្រុមបរនៃបរ៉ានសរីរាង្គអាចត្រូវបានជំនួសដោយអ៊ីដ្រូសែន ដឺតេរ្យ៉ូម** ឬ **ទ្រីចូម ហើយ**ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុងខ្លួនវាជាប្រតិកម្មបូកស៊ិននៃក្រុម H- និង -OH។

- យើងអាច**បូក HX លើសម្ព័ន្ធពីរជាន់តាមតំណៅទិស Markovnikov** ដោយប្រើ HF HCl HBr ឬ HI។
- យើងអាច**បូក HBr តាមតំណៅទិសប្រាស Markovnikov** មួយដោយដាក់អាល់សែនជាមួយ HBr ក្រោមវត្តមានពែកអុកស៊ីតមួយ (អ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែន្ទផ្សេងទៀតមិនមានប្រតិកម្មនេះទេ សូម្បីតែក្រោមវត្តមានពែរអុកស៊ីតក៏ដោយ)។
- យើងក៏អាច**បូកប្រូម ឬក្លរលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់** មួយ ហើយប្រតិកម្មជាប្រតិកម្មបូកអង់ទី។

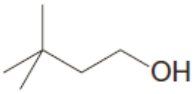
- យើងអាចធ្វើ**ប្រតិកម្មស៊ិន 1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្មលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ**ដោយប្រើ $KMnO_4$ រាវ ត្រជាក់ក្នុងសូលុយស្យុងបាស ឬ ដោយប្រើ OsO_4 បន្ទាប់មកដាក់ $NaHSO_3$ ។ ក្នុងចំណោម វិធីសាស្ត្រទាំងពីរនេះ គេតែងប្រើវិធីសាស្ត្រទីពីរ ពីព្រោះការប្រើ $KMnO_4$ អាចធ្វើឱ្យមាន អុកស៊ីតដ្រុលលើអាល់សែន ហើយផ្តាច់អាល់សែនត្រង់សម្ព័ន្ធពីរជាន់។
- យើងអាចធ្វើ**ប្រតិកម្មអង់ទី1,2-ឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីលកម្មលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ**ដោយបម្លែងអាល់សែន ទៅជាអេប៉ុកស៊ីតមួយ បន្ទាប់មកធ្វើប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសបណ្តាច់កាតាលីករអាស៊ីត។
សមីការប្រតិកម្មទាំងនេះមាននៅក្នុងរំលឹកខ្សែសំយោគរបស់មេរៀនទី៧ និងទី៨ និងមេរៀននេះ។

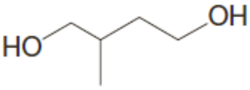
ΘΘΘΘΘΘΘ

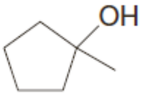
លំហាត់មេរៀនទី១១

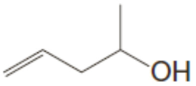
ការហៅឈ្មោះ

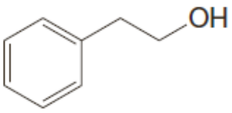
១. ចូរឱ្យឈ្មោះ IUPAC របស់អាល់កុលខាងក្រោម៖

(a) 

(c) 

(e) 

(b) 

(d) 

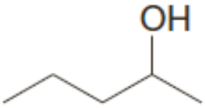
(f)

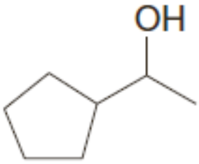
២. ចូរគូរទម្រង់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

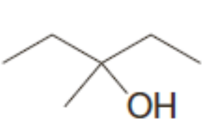
a. (Z)-ប៊ុយ-2-អែន-1-អុល
b. (R)-ប៊ុយតាន-1,2,4-ទ្រីអុល
c. (1R,2R)-ស៊ីក្លូប៉ង់តាន-1,2-ឌីអុល
d. 1-អេទីលស៊ីក្លូប៊ុយតាណុល
e. 2-ក្លរ៉ូអ៊ិច-3-អ៊ីន-1-អុល
f. តេត្រាអ៊ីដ្រូផ្វ៉ាន
g. 2-អេតុកស៊ីប៉ង់តាន
h. អេទីលផេនីលអេទែរ
i. ឌីអ៊ីសូប្រូពីលអេទែរ

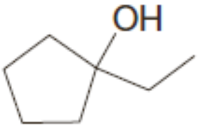
ប្រតិកម្ម និងការសំយោគ

៣. ចូរឱ្យអាល់សែនដែលត្រូវការសំរាប់សំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរគួរ៉ាស្យុង-ដេមែរគួរ៉ាស្យុង៖

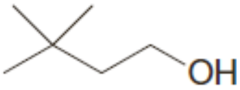
(a) 

(b) 

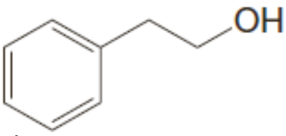
(c) 

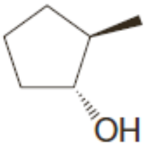
(d) 

៤. ចូរឱ្យអាល់សែនដែលត្រូវការសំរាប់សំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូបរ៉ាត្យុង-អុកស៊ីតកម្ម៖

(a) 

(b)

(c) 

(d) 

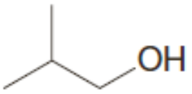
៥. ដោយចាប់ផ្តើមពីសមាសធាតុខាងក្រោម ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគ1-ប៊ុយតាណុល៖

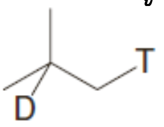
a. 1-ប៊ុយតែន
b. 1-ក្លរ៉ូប៊ុយតាន
c. 2-ក្លរ៉ូប៊ុយតាន
d. 1-ប៊ុយទីន

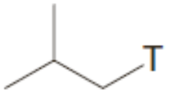
៦. ចូរបង្ហាញពីរបៀបទង្វើ2-ប្រូម៉ូប៊ុយតានពី៖

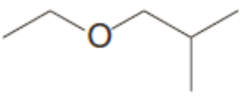
a. 2-ប៊ុយតាណុល
b. 1-ប៊ុយតាណុល
c. 1-ប៊ុយតែន
d. 1-ប៊ុយទីន

៧. ដោយចាប់ផ្ដើមពី 2-មេទីលប្រូប៉ែន (អ៊ីសូប៊ុយទីឡែន) និងប្រើរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀត ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖ (T = ទ្រីចូម, D= ដឺតេរ្យ៉ូម)

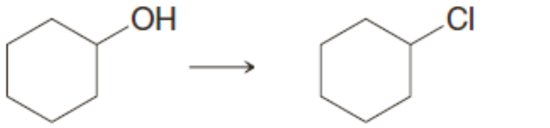
(a) 

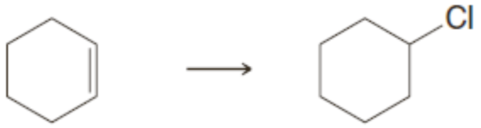
(c) 

(b) 

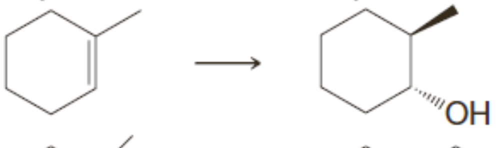
(d) 

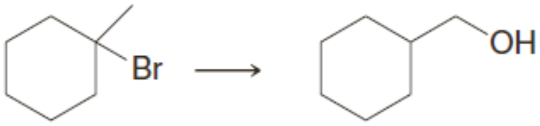
៨. ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលអ្នកអាចធ្វើការបម្លែងដូចខាងក្រោម៖

(a) 

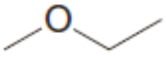
(b) 

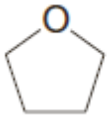
(c)

(d) 

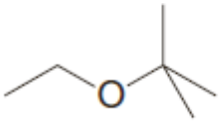
(e) 

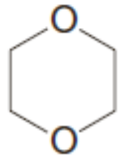
៩. តើសមាសធាតុអ្វីដែលអ្នករំពឹងថានឹងកកើតនៅពេលអេទែរខាងក្រោមត្រូវបានធ្វើរ៉េក្លចជាមួយអាស៊ីតអ៊ីដ្រូប្រូមិចខាប់លើស?

(a) 

(c) 

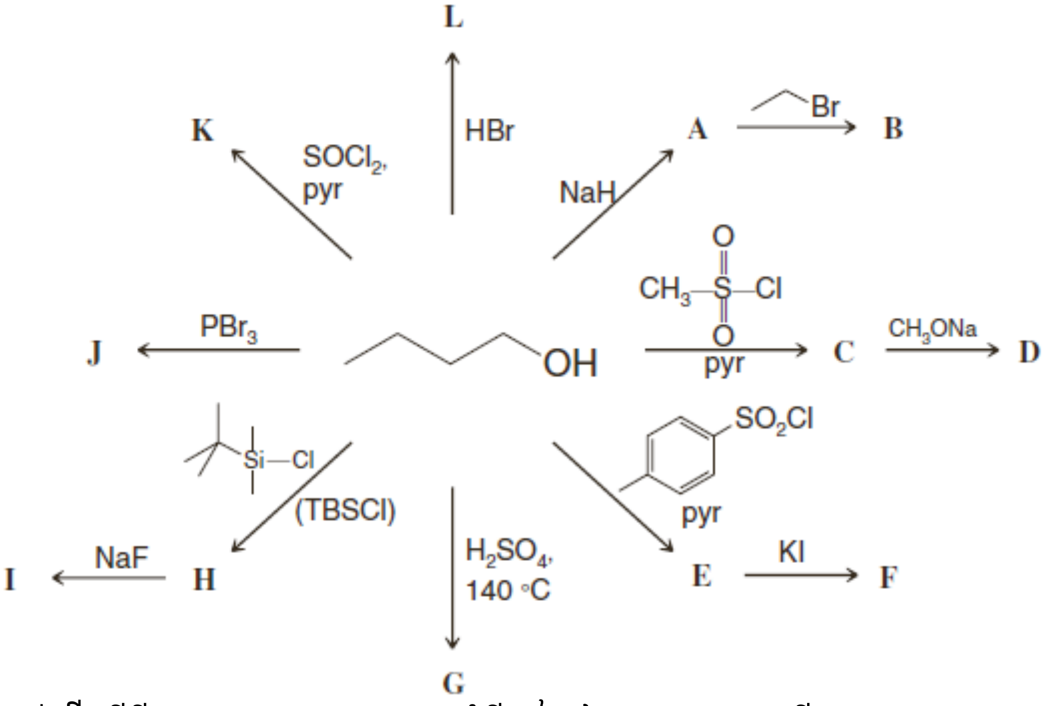
(THF)

(b) 

(d) 

(1,4-dioxane)

១០. ឧបមាថា A – Lតាងឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពដែលកើតពីប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម។ ចូរគូរទម្រង់របស់សមាសធាតុពី A ទៅ L ។ បើសិនជាមានផលិតផលច្រើនជាងមួយអាចកើតឡើងពីប្រតិកម្មណាមួយ សូមបញ្ជាក់ផលិតផលទាំងនោះផង។



១១. ដោយចាប់ផ្ដើមពីអ៊ីសូប៊ុយតាន   ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមអាចត្រូវបាន សំយោគ។

a. ទែរ-ប៊ុយទីលក្លរួ

b. 2-មេទីលប្រូប៉ែន

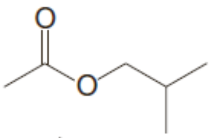
c. អ៊ីសូប៊ុយទីលប្រូមួ

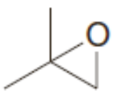
d. អ៊ីសូប៊ុយទីលអ៊ីយ៉ូដួ

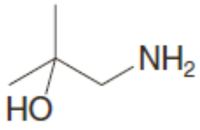
e. អ៊ីសូប៊ុយទីលអាល់កុល (ពីរផ្លូវ)

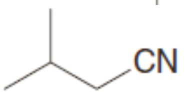
f. ទែរ-ប៊ុយទីលប្រូមួ

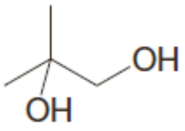
g. អ៊ីសូប៊ុយទីលមេទីលអេទែរ

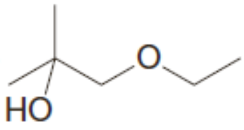
(h) 

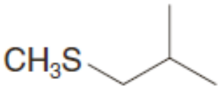
(k) 

(m) 

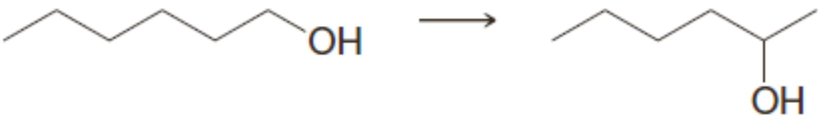
(i) 

(l) 

(n) 

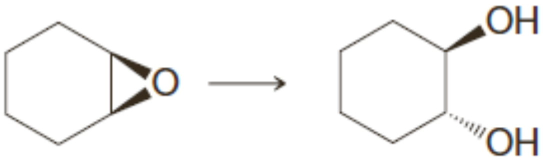
(j) 

១២. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបចាំបាច់សំរាប់ការសំយោគខាងក្រោម។   ការសំយោគខ្លះអាចត្រូវការច្រើនជាងមួយដំណាក់កាល។

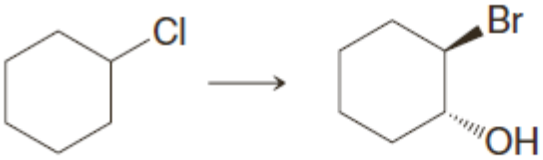
(a) 

(b)

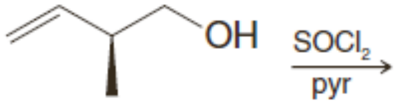
(c)

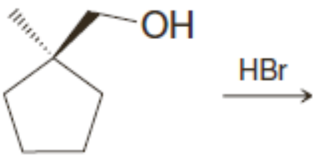
(d) 

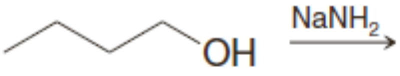
(e)

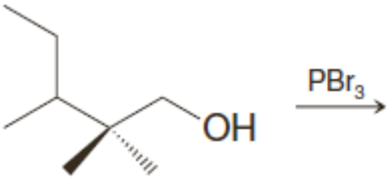
(f) 

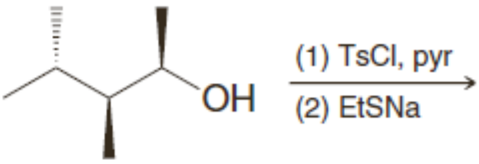
១៣. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

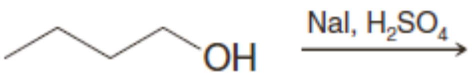
(a) 

(b) 

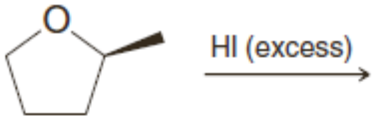
(c) 

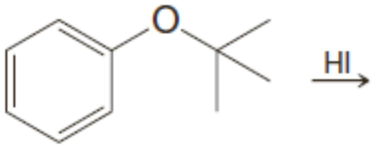
(d) 

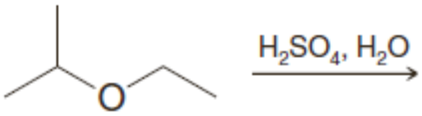
(e) 

(f) 

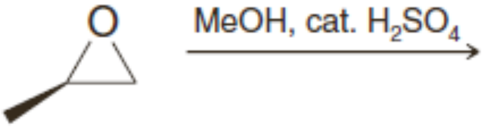
១៤. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

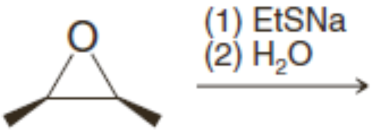
(a) 

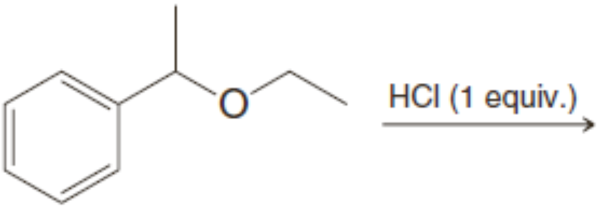
(b) 

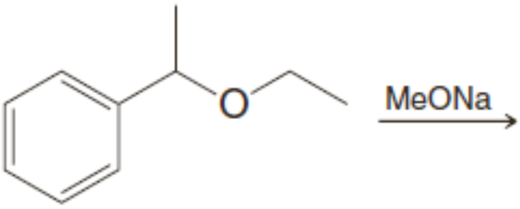
(c) 

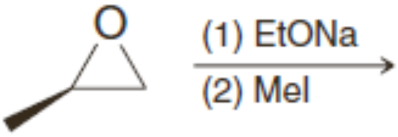
(d)

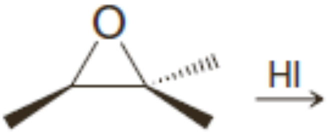
(e) 

(f) 

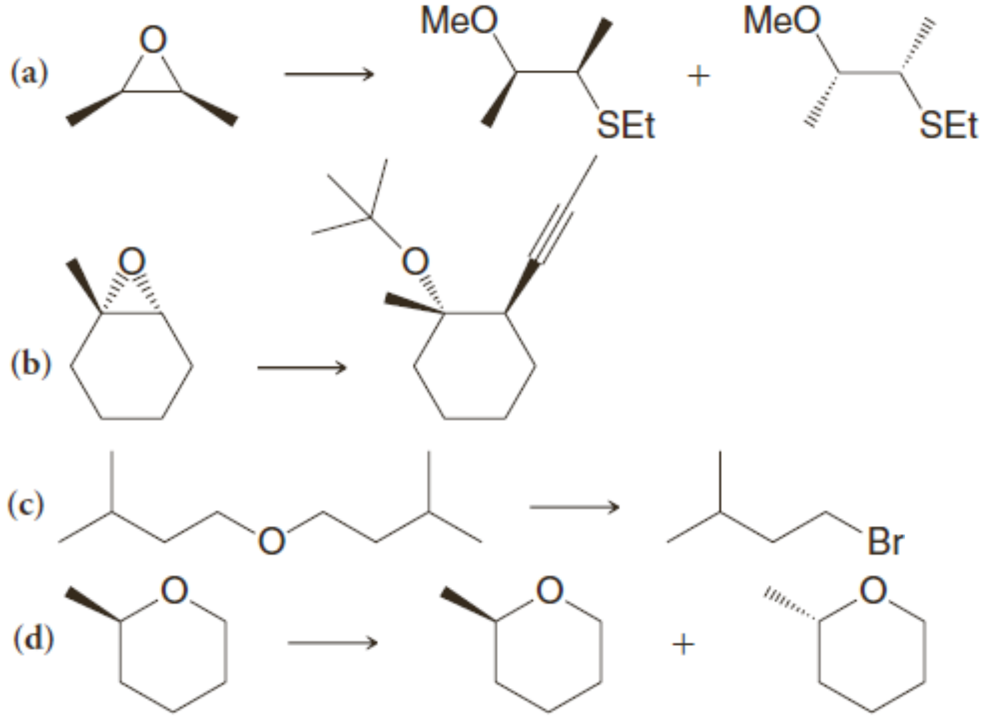
(g) 

(h) 

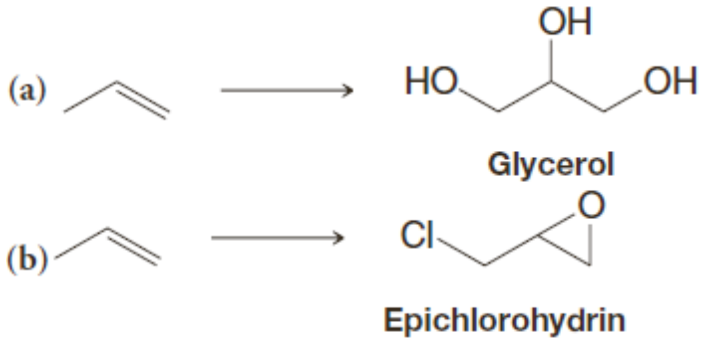
(i) 

(j) 

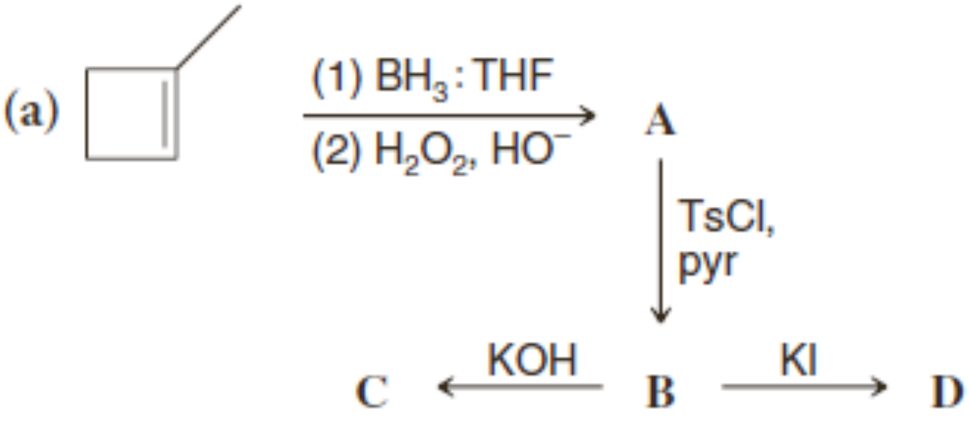
១៥. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបចាំបាច់សំរាប់ការសំយោគខាងក្រោម៖



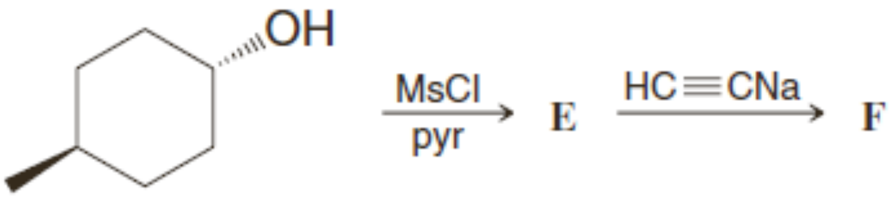
១៦. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបសំរាប់ការសំយោគខាងក្រោម៖

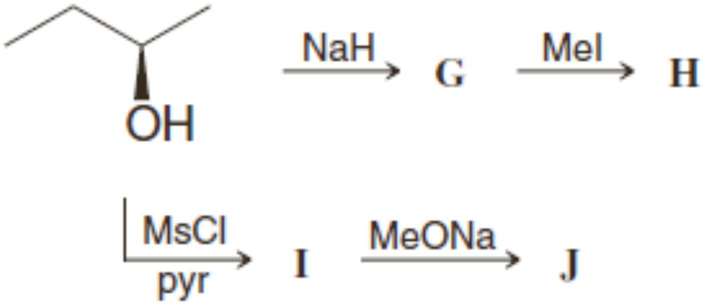


១៧. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុពី A – J ដោយបង្ហាញស្តេរ៉េអូមីបើមាន។



តើអ្វីទៅជាទំនាក់ទំនងរវាង A និង C?

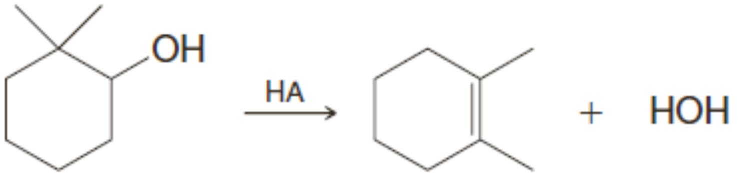
(b) 

(c) 

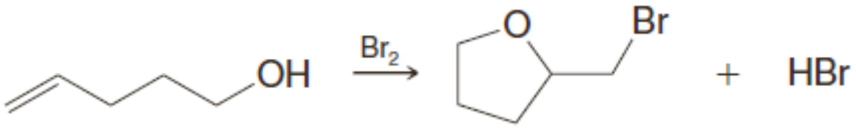
តើអ្វីទៅជាទំនាក់ទំនងរវាង H និង J ?

ចលនការប្រតិកម្ម

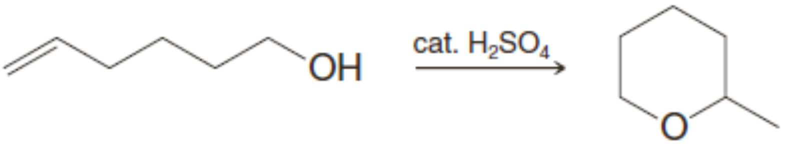
១៨. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



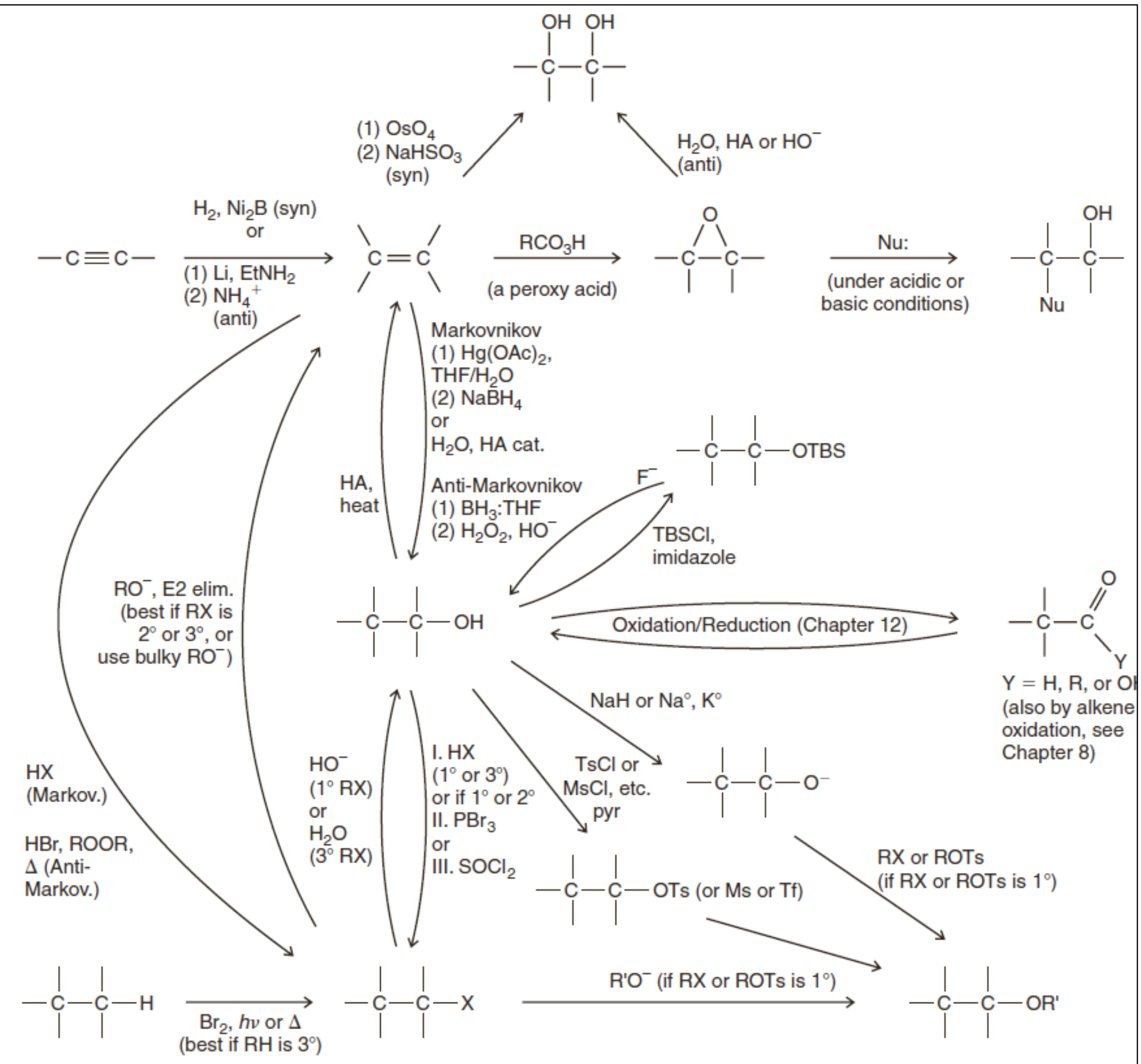
១៩. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



២០. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



រំលឹក និងសង្ខេប
ខ្សែសំយោគខ្លះរបស់អាល់សែន អាល់ស៊ីន អាល់កុល និងអេទែរ



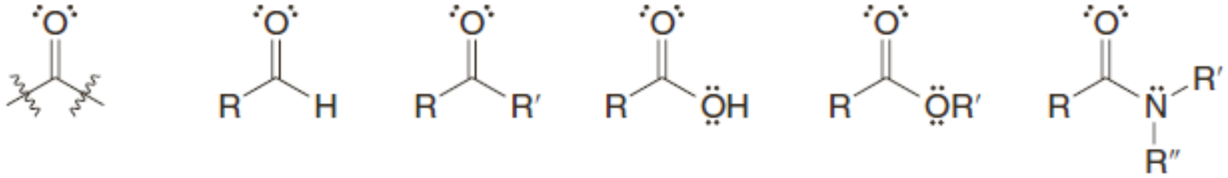
- អាល់ស៊ីនទៅអាល់សែន
- អាល់សែន និងអាល់កុល
- អាល់កុល និងអាល់គីលអាឡូសែន
- អាល់សែន និងអាល់គីលអាឡូសែន
- អាល់កុល និងអេទែរ
- អាល់សែន អេប៉ុកស៊ីត និង1,2-ឌីអុល
- អាល់កានទៅអាល់គីលអាឡូសែន
- ក្រុមការពារស៊ីលីលអាល់កុល
- អាល់កុលទៅក្រុមកាបូនីល

មេរៀនទី១២

អាល់កុលសមាសធាតុកាបូនីល

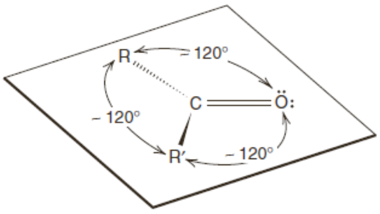
១. ទម្រង់របស់ក្រុមកាបូនីល

សមាសធាតុកាបូនីល (carbonyl compounds) ជាក្រុមសមាសធាតុធំមួយដែលរួមមានអាល់ដេអ៊ីត សេតូន អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អេស្ទែរ និងអាមីត៖

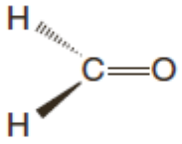


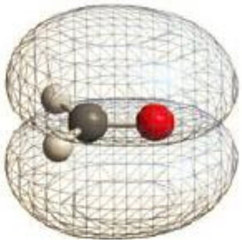
ក្រុមកាបូនីល អាល់ដេអ៊ីត សេតូន អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អេស្ទែរ អាមីត

អាតូមកាបូនកាបូនីលជាកាបូនអ៊ីប្រ៊ីត sp^2 ដូចនេះវា និងអាតូមដែលចងជាមួយវាបីទៀតស្ថិតក្នុងប្លង់តែមួយ។ មុំសម្ព័ន្ធរវាងអាតូមទាំងបីភ្ជាប់ជាមួយវា ជាមុំរបស់ត្រីកោណប្លង់ មានតម្លៃប្រហែល 120^0។



សម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែនមានអេឡិចត្រុងពីរក្នុងសម្ព័ន្ធσមួយ និងអេឡិចត្រុងពីរក្នុងសម្ព័ន្ធπមួយ។ សម្ព័ន្ធπ ត្រូវបានបង្កើតដោយការត្របដណ្ដប់នៃអរបីតាល់pរបស់កាបូនជាមួយអរបីតាល់pរបស់អុកស៊ីសែន។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងក្នុងសម្ព័ន្ធπស្ថិតនៅក្នុងឡូបទាំងពីរ (ខាងលើ និងខាងក្រោមប្លង់របស់សម្ព័ន្ធσ)។



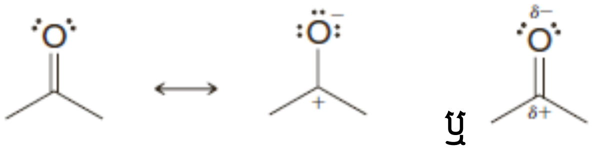


អរបីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធπ របស់អាល់ដេអ៊ីត។ ទ្វេតា អេឡិចត្រុងរបស់សម្ព័ន្ធπស្ថិត នៅក្នុងឡូបទាំងពីរ

ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត

- អាតូមអុកស៊ីសែនកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានប្រទាញអេឡិចត្រុងទាំងពីរសម្ព័ន្ធσនិងសម្ព័ន្ធπ ធ្វើឱ្យ ក្រុមកាបូនីលមានកម្រិតប៉ូលែខ្ពស់ អាតូមកាបូនដែលចងជាមួយអុកស៊ីសែនមានបន្ទុកវិជ្ជមាន ដោយផ្នែក ហើយអាតូមអុកស៊ីសែនមានបន្ទុកអវិជ្ជមានដោយផ្នែក។

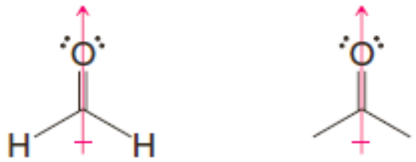
កម្រិតប៉ូលែកម្មនៃសម្ព័ន្ធអាចតាងដោយទម្រង់រេសូណង់របស់ក្រុមកាបូនីលដូចខាងក្រោម៖



ឬ

ទម្រង់រេសូណង់របស់ក្រុមកាបូនីល អ៊ីប្រ៊ីត

ភស្តុតាងដែលបញ្ជាក់ពីភាពប៉ូលែរបស់សម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែនត្រូវបានគេបង្ហាញដោយម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលដែលមានក្នុងសមាសធាតុកាបូនីល។

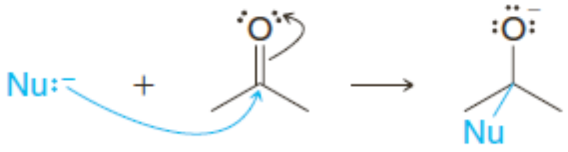


ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត μ=2.27D **អាសេតូន**μ=2.88D

❖ ប្រតិកម្មរបស់សមាសធាតុកាបូនីលជាមួយនុយក្លេអូភីល

ប្រតិកម្មសំខាន់មួយរបស់ក្រុមកាបូនីលគឺ**ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល** (nucleophilic addition) **លើក្រុមកាបូនីល**។ ក្រុមកាបូនីលអាចទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល ពីព្រោះដូចដែលយើងទើបនឹងឃើញរួចហើយ កាបូនកាបូនីលមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែកមួយ។

- នៅពេលនុយក្លេអូភីលបូកលើក្រុមកាបូនីល វាប្រើទ្វេតាអេឡិចត្រុងបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនកាបូនីល ហើយទ្វេតាអេឡិចត្រុងពីសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែនរំកិលចេញទៅអាតូមអុកស៊ីសែន៖



នៅពេលប្រតិកម្មកើតឡើង អាតូមកាបូនរងការប្រែប្រួលពីធរណីមាត្រត្រីកោណប្លង់ និងអ៊ីប្រីតsp^{2} ទៅជាធរណីមាត្រចតុមុខ និងអ៊ីប្រីត sp^{3}។

- នុយក្លេអូភីលសំខាន់ពីរដែលបូកលើសមាសធាតុកាបូនីលជា**អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួ**ពីសមាសធាតុដូចជា $NaBH_4$ ឬ $LiAlH_4$ និង**កាបាញ៉ុង**ពីសមាសធាតុដូចជា RLi ឬ RMgX។

ប្រតិកម្មមួយឈុតផ្សេងទៀតជាប្រតិកម្មដែលអាល់កុល និងសមាសធាតុកាបូនីលរងអុកស៊ីតកម្ម និងរេដុកម្ម។ ឧទាហរណ៍ អាល់កុលថ្នាក់ទី១ត្រូវបានរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាល់ដេអ៊ីត ហើយអាល់ដេអ៊ីតអាចរងរេដុកម្មទៅជាអាល់កុល៖

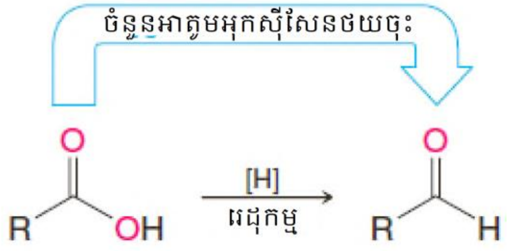
អាល់កុលថ្នាក់ទី១ **អាល់ដេអ៊ីត**

ចូរពិចារណាលើគោលការណ៍ទូទៅនៃប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម និងរេដុកម្មចំពោះសមាសធាតុសរីរាង្គ។

២. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្មក្នុងគីមីសរីរាង្គ

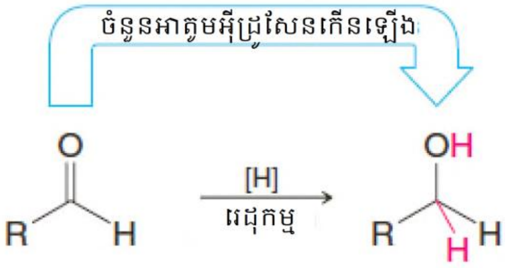
- **ប្រតិកម្មរេដុកម្ម**របស់ម៉ូលេគុលសរីរាង្គតែងតែជាប្រតិកម្ម ដែលធ្វើឱ្យអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់វាកើនឡើង ឬ អាតូមអុកស៊ីសែនរបស់វាថយចុះ។

ឧទាហរណ៍ ការបម្លែងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចទៅជាអាល់ដេអ៊ីតមួយគឺជាប្រតិកម្មរេដុកម្ម ពីព្រោះចំនួនអាតូមអុកស៊ីសែនរបស់ថយចុះ៖

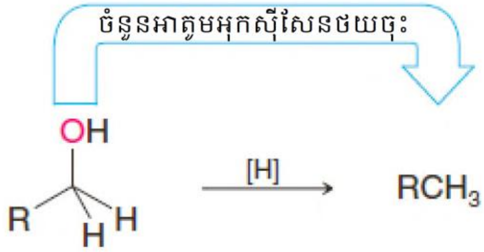


អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច **អាល់ដេអ៊ីត**

ការបម្លែងអាល់ដេអ៊ីតមួយទៅជាអាល់កុលគឺជាប្រតិកម្មរេដុកម្ម៖



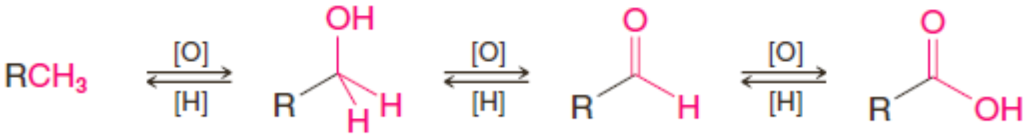
ការបម្លែងអាល់កុលមួយទៅជាអាល់សែនក៏ជាប្រតិកម្មរេដុកម្មដែរ៖



ក្នុងឧទាហរណ៍ទាំងនេះ យើងបានប្រើសញ្ញា [H] ដើម្បីបញ្ជាក់ថា ប្រតិកម្មរេដុកម្មរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គមួយបានកើតឡើង។ យើងធ្វើរបៀបនេះនៅពេលដែលយើងចង់សរសេរសមីការទូទៅដោយគ្មានដាក់រេអាក់ទីបជាក់លាក់ណាមួយ។

- ផ្ទុយពីប្រតិកម្មរេដុកម្មគឺប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម។ ការកើនឡើងនៃអាតូមអុកស៊ីសែន ឬការថយចុះ នៃអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់ម៉ូលេគុលសរីរាង្គមួយជាប្រតិកម្ម**អុកស៊ីតកម្ម**។

ប្រតិកម្មបញ្ច្រាសរបស់ប្រតិកម្មនីមួយៗគឺជាប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃម៉ូលេគុលសរីរាង្គ ហើយយើងអាចសង្ខេបប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្មទាំងនេះដូចបានបង្ហាញខាងក្រោម។ យើងប្រើសញ្ញាជា[O] ដើម្បីបញ្ជាក់ពីករណីទូទៅដែលម៉ូលេគុលសរីរាង្គរងអុកស៊ីតកម្ម។



ចំនួនអុកស៊ីតកម្មទាបបំផុត **ចំនួនអុកស៊ីតកម្មខ្ពស់បំផុត**

- ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃសមាសធាតុសរីរាង្គមួយត្រូវបានគេឱ្យនិយមន័យយ៉ាងធំទូលាយថាជាប្រតិកម្មមួយ ដែលអាចបង្កើនចំនួនអាតូមនៃធាតុដែលមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ជាងកាបូនរបស់វា។

ឧទាហរណ៍ ការជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដោយអាតូមក្លរជាប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មមួយ៖

$$Ar{-}CH_3 \underset{[H]}{\overset{[O]}{\rightleftharpoons}} Ar{-}CH_2Cl \underset{[H]}{\overset{[O]}{\rightleftharpoons}} Ar{-}CHCl_2 \underset{[H]}{\overset{[O]}{\rightleftharpoons}} Ar{-}CCl_3$$

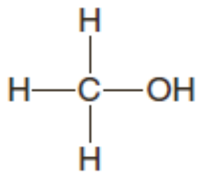
ជាការពិតណាស់ នៅពេលសមាសធាតុសរីរាង្គមួយរងរេដុកម្ម មានសមាសធាតុមួយទៀត ហៅថា **ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម** (reducing agent) រងអុកស៊ីតកម្ម។ ហើយនៅពេលសមាសធាតុសរីរាង្គមួយរងអុកស៊ីតកម្ម មាន សមាសធាតុមួយទៀត ហៅថា **ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម** (oxidizing agent) រងរេដុកម្ម។ ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម និង អុកស៊ីតកម្មទាំងនេះតែងតែជាសមាសធាតុអសរីរាង្គ ហើយក្នុងផ្នែកបន្ទាប់ពីរទៀតយើងនឹងឃើញពួកវា។

❖ ចំនួនអុកស៊ីតកម្មក្នុងគីមីសរីរាង្គ

វិធីសាស្ត្រមួយសំរាប់កំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មក្នុងសមាសធាតុសរីរាង្គ ស្រដៀងគ្នានឹងវិធីសាស្ត្រដែលយើងប្រើសម្រាប់កំណត់បន្ទុកលើអាតូម(មេរៀនទី១)។ យើងពឹងផ្អែកការកំណត់លើ**ក្រុមដែលចងជាមួយអាតូមកាបូនដែលចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់វាប្រែប្រួលក្នុងប្រតិកម្ម**។ រំលឹកបន្ទុកលើអាតូម យើងសន្មត់ថា អេឡិចត្រុងក្នុងសម្ព័ន្ធដាក់រួមស្មើគ្នា។ នៅពេល *កំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មលើអាតូមកាបូន យើងកំណត់អេឡិចត្រុងទៅលើ ធាតុដែលមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន (មើលតារាង១.២)*។ ឧទាហរណ៍ ការចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ (ឬជាមួយអាតូមណាមួយដែលមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានទាបជាងកាបូន) ធ្វើឱ្យកាបូនមាន បន្ទុកស្មើ-1 ហើយការចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែន អាសូត ឬអាឡូសែនមួយ (F, Cl, និង Br) ធ្វើឱ្យកាបូនមានបន្ទុក +1 ការចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនមួយទៀត មិនធ្វើឱ្យកាបូនប្រែប្រួលចំនួនអុកស៊ីតកម្មទេ។

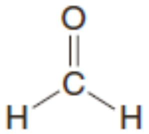
ឧទាហរណ៍ ដោយប្រើវិធីសាស្ត្រនេះ អាតូមកាបូនរបស់មេតានមានចំនួនអុកស៊ីតកម្ម -4 ហើយអាតូមកាបូនរបស់កាបូឌីអុកស៊ីតស្មើ +4។

លំហាត់ឧទាហរណ៍៖ ដោយប្រើវិធីសាស្ត្រខាងលើ ចូរកំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់កាបូននៃមេតាណុល (CH_3OH), ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត (HCHO) និងអាស៊ីតផរមិច (HCO_2H) ហើយរៀបសមាសធាតុទាំងនេះ រួមទាំងមេតាន និងកាបូនឌីអុកស៊ីត តាមលំដាប់កើនឡើងនៃចំនួនអុកស៊ីតកម្ម។



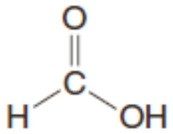
C – H : 3 =-3
C – O : 1 = +1
សរុប = -2

មេតាណុល



C – H : 2 =-2
C – O : 2 = +2
សរុប = 0

ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត



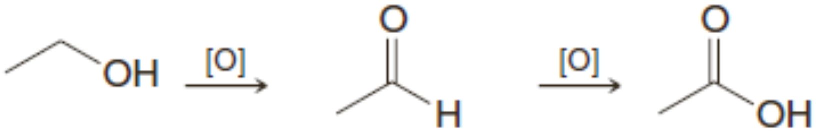
C – H : 1 =-1
C – O : 3 = +3
សរុប = +2

អាស៊ីតផរមិច

លំដាប់កើនឡើងនៃចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់កាបូនក្នុងសមាសធាតុនីមួយៗគឺ៖

$$CH_4 = -4 < CH_3OH = -2 < HCHO = 0 < HCOOH = +2 < CO_2 = +4$$

លំហាត់អនុវត្តន៍១២.១៖ គេមានប្រតិកម្មដូចខាងក្រោម៖

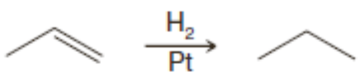


អេតាណុល **អាសេតាល់ដេអ៊ីត** **អាស៊ីតអាសេទិច**

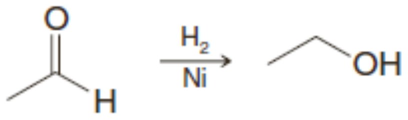
ចូរកំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់កាបូននៃអេតាណុល អាសេតាល់ដេអ៊ីត និងអាស៊ីតអាសេទិច។

លំហាត់អនុវត្តន៍១២.២៖

a. ទោះបីយើងបានបរិយាយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃអាល់សែនមួយជាប្រតិកម្មបូក អ្នកគីមីសរីរាង្គតែងតែហៅវាថា ប្រតិកម្មរេដុកម្ម។ ដោយប្រើវិធីសាស្ត្រក្នុងការកំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មខាងលើ ចូរពន្យល់អំពីការប្រើពាក្យប្រតិកម្មរេដុកម្មនេះ។

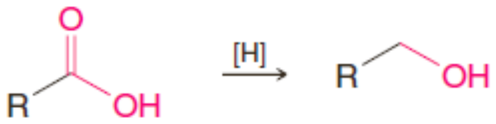


b. ចូរធ្វើការវិភាគ និងពន្យល់ដូចខាងលើចំពោះប្រតិកម្មនេះ៖

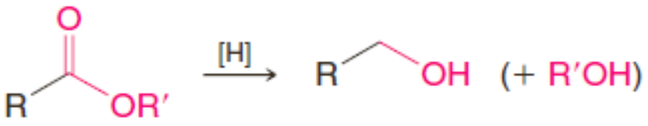


៣. សំយោគអាល់កុលដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មសមាសធាតុកាបូនីល

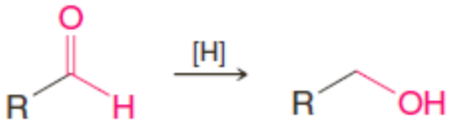
គេអាចសំយោគអាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ ដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃសមាសធាតុជាច្រើនដែលមានក្រុមកាបូនីល។ មានឧទាហរណ៍មួយចំនួនដូចខាងក្រោម៖

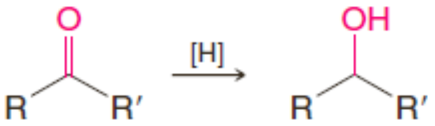


អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច **អាល់កុល 1^0**



អេស្ទែរ **អាល់កុល1^0**



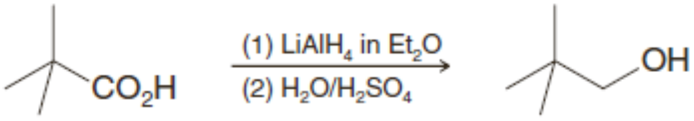


អាល់ដេអ៊ីត **អាល់កុល1^0** **សេតូន** **អាល់កុល2^0**

៣.១ លីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ

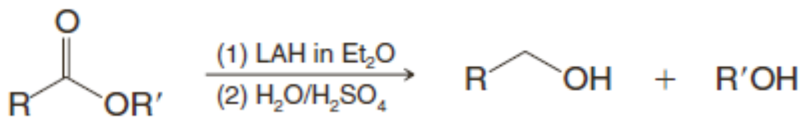
- លីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ ($LiAlH_4$អក្សរកាត់ LAH) រេដុកម្មអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអេស្ទែរទៅជាអាល់កុលថ្នាក់ទី១។

ឧទាហរណ៍មួយនៃរេដុកម្មលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួគឺការបម្លែងនៃ អាស៊ីត2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច ទៅជា 2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណុល (ណេអូប៉ង់ទីលអាល់កុល)។



អាស៊ីត 2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច **2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណុល (92%)**

រេដុកម្ម LAH នៃអេស្ទែរមួយបង្កើតអាល់កុលពីរ មួយបានមកពីផ្នែកកាបូនីលនៃក្រុមអេស្ទែរ និងមួយទៀតបានមកពីក្រុមអាល់កុកស៊ីលរបស់អេស្ទែរ។



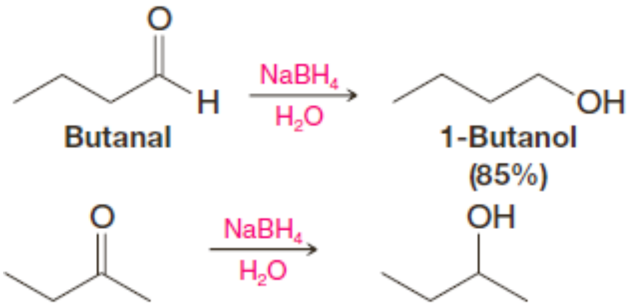
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអេស្ទែរពិបាកធ្វើរេដុកម្មជាងអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។ ប៉ុន្តែ LAH ជាភ្នាក់ងាររេដុកម្មខ្លាំងគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការបម្លែងនេះ។ សូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួ ($NaBH_4$) ដែលយើងនឹងសិក្សាដោយសង្ខេបពេលក្រោយ ត្រូវបានគេនិយមប្រើដើម្បីធ្វើរេដុកម្មអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ប៉ុន្តែវាមិនអាចធ្វើរេដុកម្មអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអេស្ទែរបានទេ។

នៅពេលប្រើ LAH ត្រូវមានការប្រុងប្រយ័ត្នខ្ពស់ កុំឱ្យមានវត្តមានទឹក ឬជាតុរំលាយមានភាពអាស៊ីតខ្សោយផ្សេងទៀត (ឧទាហរណ៍ អាល់កុល) **LAH ប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងជាមួយក្រុមឱ្យប្រូតុង បញ្ចេញឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន**។ គេនិយមប្រើឌីអេទីលអេទែរស្ងួត (Et_2O) ជាជាតុរំលាយសម្រាប់ប្រតិកម្មរេដុកម្ម LAH។ ប៉ុន្តែបន្ទាប់ពី LAHត្រូវបានប្រើអស់ដោយដំណាក់កាលរេដុកម្មហើយ គេអាចបន្ថែមទឹក និងអាស៊ីតដើម្បីបន្សាបអំបិលដែលទទួលបាន និងសម្របសម្រួលក្នុងការញែកផលិតផលអាល់កុលចេញ។

៣.២ សូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួ

- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនរងរេដុកម្មយ៉ាងងាយដោយសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួ ($NaBH_4$)។

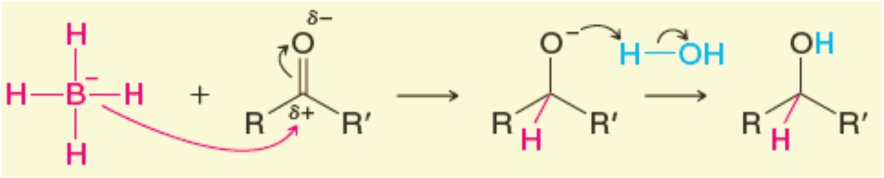
គេតែងតែប្រើសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួច្រើនជាងLAH សម្រាប់ប្រតិកម្មរេដុកម្មអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។ សូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួអាចប្រើដោយសុវត្ថិភាព និងប្រសិទ្ធភាពក្នុងទឹក រួមទាំងជាតុរំលាយអាល់កុលដែលគេហាមនៅពេលប្រើ LAH។



ប៊ុយតាណូន **2-ប៊ុយតាណុល (87%)**

អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនអាចរងរេដុកម្មដោយប្រើអ៊ីដ្រូសែន និងកាតាលីករលោហៈមួយ ឬដោយ លោហៈសូដ្យូមក្នុងជាតុរំលាយអាល់កុល។

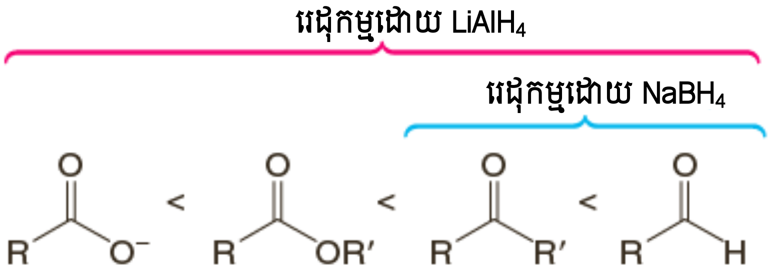
ដំណាក់កាលសំខាន់ក្នុងប្រតិកម្មរេដុកម្មសមាសធាតុកាបូនីលមួយ ដោយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ ឬដោយសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួ គឺជាការបន្ទេរ**អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយ**ពីលោហៈទៅកាបូនកាបូនីល។ ក្នុងការបន្ទេរនេះ អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមានអំពើជានុយក្លេអូភីលមួយ។ ចលនការរបស់ប្រតិកម្មរេដុកម្មសេតូនមួយដោយសូដ្យូមអ៊ីដ្រួត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម។



បន្ទេរអ៊ីដ្រួ **អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត** **អាល់កុល**

៣.៣ សន្ទេបប្រតិកម្មភាព $LiAlH_4$ និង $NaBH_4$

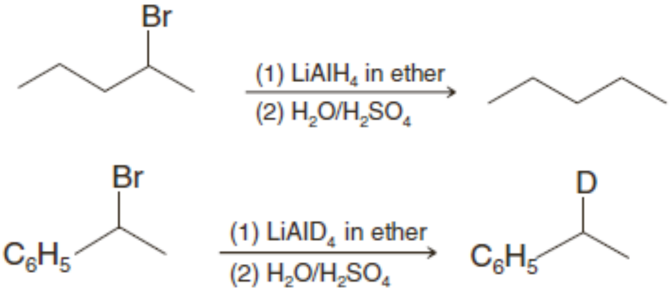
សូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួជាភ្នាក់ងាររេដុកម្មខ្សោយជាងលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ។ លីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួធ្វើរេដុកម្មអាស៊ីត អេស្ទែរ និងសេតូន ប៉ុន្តែសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួអាចធ្វើរេដុកម្មតែអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនប៉ុណ្ណោះ៖



លីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងជាមួយទឹកដូចនេះ គេត្រូវធ្វើរេដុកម្មដោយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួក្នុងសូលុយស្យុងគ្មានទឹក ជាធម្មតាក្នុងអេទែរស្ងួត (គេអាចបន្ថែមអេទីលអាសេតាតយ៉ាងប្រុងប្រយ័ត្នបន្ទាប់ពីប្រតិកម្មចប់ដើម្បីបំបែក$LiAlH_4$លើស បន្ទាប់មកគេបន្ថែមទឹកដើម្បីបំបែកកំផ្លិចអាលុយមីញ៉ូម) ផ្ទុយមកវិញ ប្រតិកម្មរេដុកម្មដោយសូដ្យូមបរ៉ូអ៊ីដ្រួអាចធ្វើឡើងក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ឬ អាល់កុល។

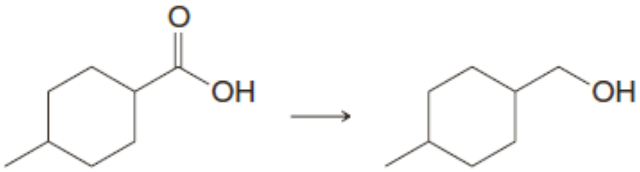
៣.៤ រេដុកម្មអាល់គីលអាឡូសែនទៅជាអ៊ីដ្រូកាបួ៖ RX → RH

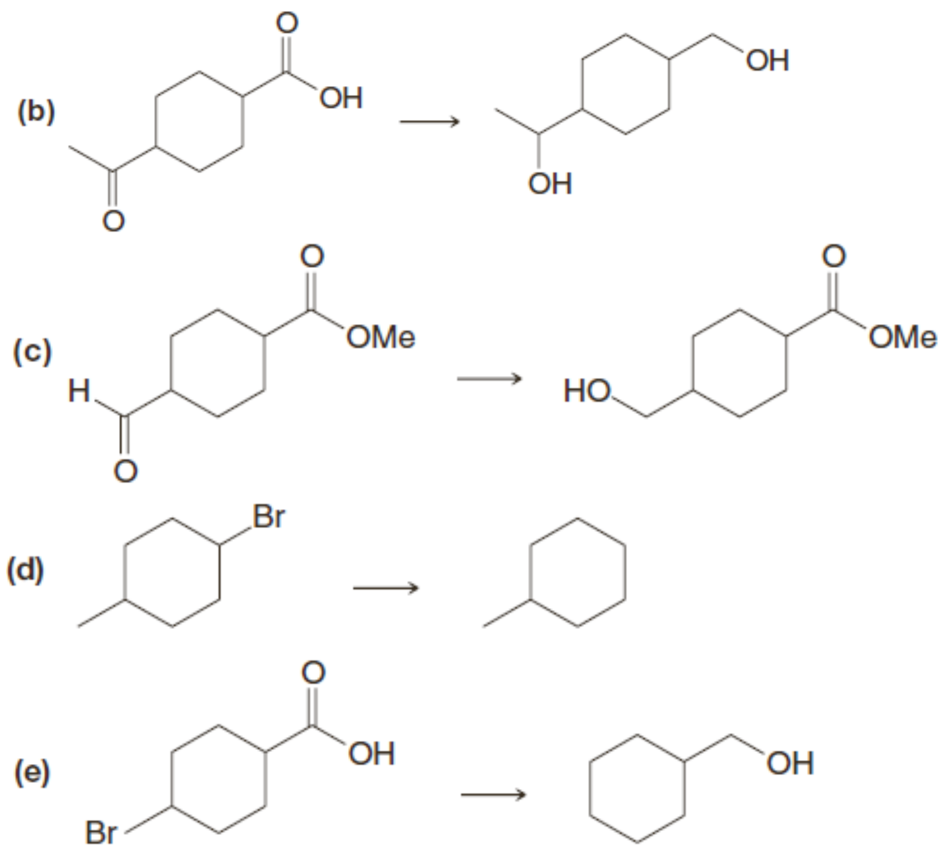
ការជំនួសអាតូមអាឡូសែននៃអាល់គីលអាឡូសែនមួយដោយអ៊ីដ្រូសែនអាចធ្វើឡើងដោយដាក់អាល់គីលអាឡូសែនមួយឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ។ ដោយសារតែអាតូមអាឡូសែនដែលមានចំនួនអុកស៊ីតខ្ពស់ជាងត្រូវបានជំនួសដោយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយដែលមានចំនួនអុកស៊ីតកម្មទាបជាងប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មរេដុកម្មមួយ។ ស្ទើរតែគ្រប់ប្រភេទនៃអាល់គីលអាឡូសែន (ថ្នាក់ទី១ ទី២ ទី៣) អាចរងរេដុកម្មដោយ $LiAlH_4$។ គេអាចប្រើ $LiAlD_4$ ដើម្បីជំនួសអាតូមអាឡូសែនដោយអាតូមដឺតេរ្យ៉ូមមួយ។



លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៣៖ តើភ្នាក់ងាររេដុកម្ម $LiAlH_4$ ឬ $NaBH_4$ ដែលអ្នកអាចប្រើដើម្បីធ្វើការបម្លែងដូចខាងក្រោម៖

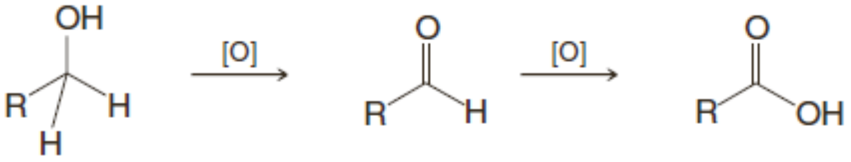
(a)





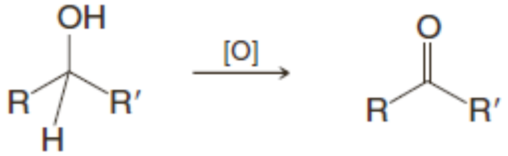
៤. អុកស៊ីតកម្មអាល់កុល

អាល់កុលថ្នាក់ទី១អាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាល់ដេអ៊ីត ហើយអាល់ដេអ៊ីតអាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច៖



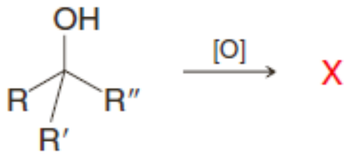
អាល់កុល 1^0 អាល់ដេអ៊ីត អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អាល់កុលថ្នាក់ទី២អាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាសេតូន៖



អាល់កុល2^0 សេតូន

អាល់កុលថ្នាក់ទី៣មិនអាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាសមាសធាតុកាបូនីលទេ៖



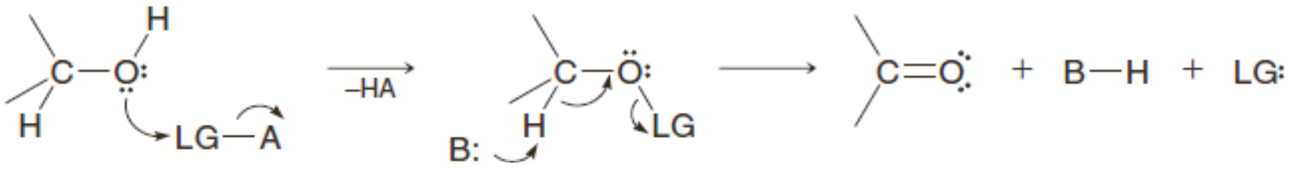
អាល់កុល3^0

ឧទាហរណ៍ទាំងនេះមានចំណុចរួមមួយ៖ នៅពេលអុកស៊ីតកម្មកើតឡើង អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយត្រូវបានបោះបង់ពីកាបូនអាល់កុល ឬអាល់ដេអ៊ីត។ អាល់កុលថ្នាក់ទី៣គ្មានអាតូមអ៊ីដ្រូសែននៅលើកាបូនអាល់កុលទេ ដូចនេះវាមិនអាចរងអុកស៊ីតកម្មតាមមធ្យោបាយនេះទេ។

៤.១ ចលនការរួម

អុកស៊ីតកម្មនៃអាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ ដូចខាងលើ មានចលនការរួមមួយនៅពេលគេប្រើរ៉េអាក់ទីបជាក់លាក់។ រ៉េអាក់ទីបទាំងនេះ ដែលខ្លះយើងនឹងសិក្សា ខាងក្រោម បញ្ចូលក្រុមចាកចេញមួយជាបណ្តោះអាសន្នលើអុកស៊ីសែនអ៊ីដ្រុកស៊ីលក្នុងពេលប្រតិកម្ម។ ការបាត់បង់អ៊ីដ្រូសែនពីកាបូនអ៊ីដ្រុកស៊ីល និងការចាក ចេញនៃក្រុមចាកចេញពីអុកស៊ីសែនធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មបណ្តាច់ដែលបង្កើតសម្ព័ន្ធπ C =O ។ ការកកើតសម្ព័ន្ធ ពីរជាន់នៃក្រុមកាបូនីលកើតឡើងតាមរបៀប ស្រដៀងគ្នានឹងការកកើតសម្ព័ន្ធពីរជាន់អាល់សែនដោយប្រតិកម្ម បណ្តាច់ដែរ។ ចលការទូទៅត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

អុកស៊ីតកម្មអាល់កុលដោយបណ្តាច់

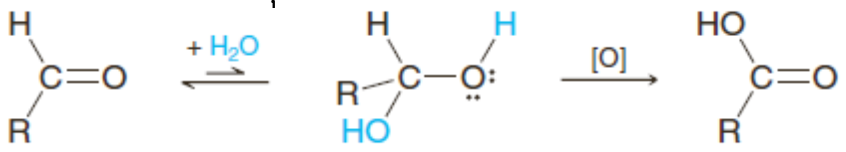


អាល់កុល1°ឬ 2° ប្រតិកម្ម ជាមួយរ៉េអាក់ទីបដែល បញ្ចូល ក្រុមចាកចេញ (LG) លើ អាតូម អុកស៊ីសែនអាល់កុល

ក្នុងដំណាក់កាលបណ្តាច់ បាសមួយដក អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយពីកាបូនអាល់កុល បង្កើតសម្ព័ន្ធπ C=O ហើយក្រុមចាកចេញ ចេញបង្កើតជាផលិតផលអុកស៊ីតកម្ម

អាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២មានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលត្រូវការនៅលើកាបូអាល់កុល។ ពួកវាក៏មានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលបាត់បង់នៅពេលក្រុមចាកចេញត្រូវបានបញ្ចូលមក ដូចដែលបានបង្ហាញខាងលើ។

អ្នកអាចសួរពីរបៀបដែលអាល់ដេអ៊ីតអាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មដោយចលនការនេះយ៉ាងម៉េច ដោយសារតែអាល់ដេអ៊ីតមិនមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីតចូលរួមក្នុងការចលនការខាងលើ។ ចម្លើយគឺអាស្រ័យទៅលើថាល្បាយប្រតិកម្មអាល់ដេអ៊ីតមានទឹកឬអត់។ ក្រោមអវត្តមានទឹក អាល់ដេអ៊ីតមួយអាចបង្កើតទម្រង់អ៊ីដ្រាតមួយ (ដោយប្រតិកម្មបូកដែលយើងនឹងសិក្សាក្នុងមេរៀនទី១៦)។



អាល់ដេអ៊ីត អាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

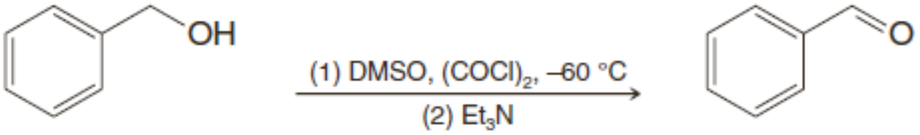
កាបូនរបស់អាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេមានទាំងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលត្រូវការដើម្បីធ្វើប្រតិកម្មបណ្តាច់ ដូចនេះ នៅពេលទឹកមានវត្តមាន អាល់ដេអ៊ីតមួយអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយចលការខាងលើ។ ទោះបីជាអាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេអាចមានវត្តមានក្នុងកំហាប់លំនឹងទាប ម៉ូលេគុលក្នុងទម្រង់អ៊ីដ្រាតេអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយទាញលំនឹងទៅកាន់ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនៃម៉ូលេគុលអាល់ដេអ៊ីតទាំងអស់ទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចតាមគោលគារណ៍ LeChaterlier។

អាល់ដេអ៊ីតមិនអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយចលនការទូទៅខាងលើ នៅពេលមានវត្តមានទឹក។ ប្រតិកម្មនេះអាចបង្ហាញសារប្រយោជន៍នៅពេលការជ្រើសរើសល័ក្ខខ័ណ្ឌដើម្បីទទួលបានអាល់ដេអ៊ីត ឬអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចពីអាល់កាល់ថ្នាក់ទី១។

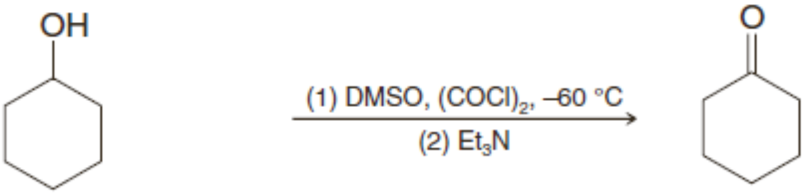
ឥឡូវនេះ ចូរយើងពិចារណាលើវិធីសាស្ត្រអុកស៊ីតកម្មជាក់លាក់ដែលអាស្រ័យលើចលនការទូទៅខាងលើ៖ អុកស៊ីតកម្មSwern និងអុកស៊ីតកម្មទាក់ទងនឹងអេស្ទែរក្រូម៉ាត។

៤.២ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មSwern

អុកស៊ីតកម្មមានសារប្រយោជន៍សម្រាប់សំយោគអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនពីអាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងអាល់កុលថ្នាក់ទី២រៀងគ្នា។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានធ្វើឡើងក្រោមវត្តមានទឹក ដូចនេះអាល់កុលថ្នាក់ទី១បង្កើតអាល់ដេអ៊ីតមិនមែនអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចទេ។ អាល់កុលថ្នាក់ទី២រងអុកស៊ីតកម្មទៅជាសេតូន។



អុកស៊ីតកម្ម Swern នៃអាល់កុលថ្នាក់ទី១បង្កើតអាល់ដេអ៊ីតមួយ

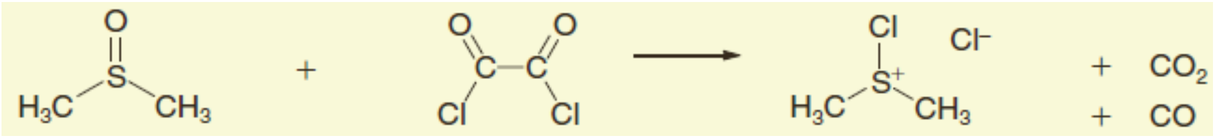


អុកស៊ីតកម្ម Swern នៃអាល់កុលថ្នាក់ទី២បង្កើតសេតូនមួយ

ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានអនុវត្តឡើងក្នុងប្រតិបត្តិការមានផលវិបាកមួយ។ ជាដំបូង អុកសាលីលក្លរ (ClCOCOCl) ត្រូវបានបន្ថែមលើឌីមេទីលស៊ុលផុកស៊ីត (DMSO) ជាធម្មតានៅសីតុណ្ហភាពទាប បង្កើតជាអំបិលក្លរ៉ូឌីមេទីលស៊ុលផូនីញ៉ូម (រួមទាំង CO_2, CO និង HCl ជាផលិតផលបន្ទាប់បន្សំ)។ បន្ទាប់មកអង្គធាតុមេប្រតិករអាល់កុលត្រូវបានបានបន្ថែមលើក្លរ៉ូឌីមេទីលស៊ុលផូនីញ៉ូម នៅពេលដែលក្រុមឌីមេទីស៊ុលផូនីញ៉ូមត្រូវបានបញ្ចូលជាក្រុមចាកចេញនៅលើអុកស៊ីសែនអ៊ីដ្រុកស៊ីល។ ទី៣ គេបន្ថែមអាមីនជាបាសដើម្បីជំរុញប្រតិកម្មបណ្តាច់។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Swern*

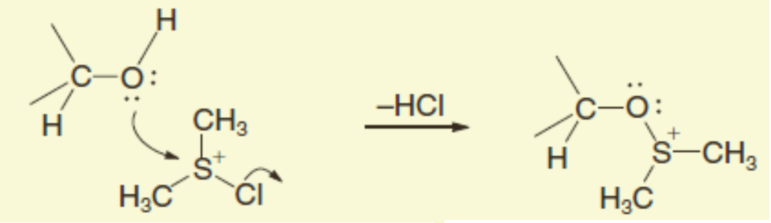
ដំណាក់កាលទី១៖



DMSO អុកសាស៊ីលក្លរ ($COCl_2$) អំបិលក្លរ៉ូឌីមេទីលស៊ុលផូនីញ៉ូម

DMSO និងអុកសាស៊ីលក្លរធ្វើប្រតិកម្មបង្កើតអំបិលក្លរ៉ូឌីមេទីលស៊ុលផូនីញ៉ូម

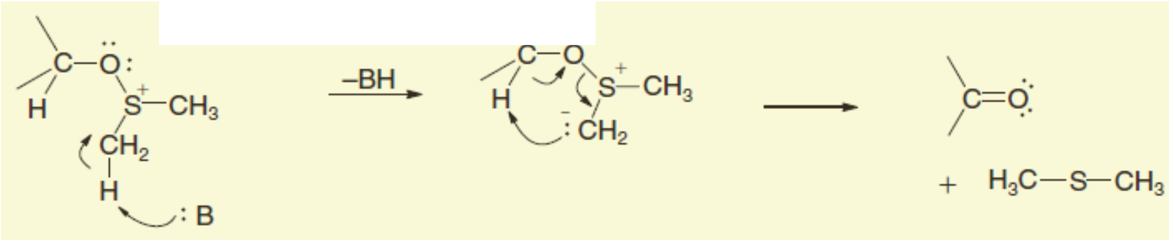
ដំណាក់កាលទី២៖



អាល់កុល1^0 ឬ 2^0 ប្រតិកម្មជាមួយ អំបិលស៊ុលផូនីញ៉ូម ដោយបញ្ចូល ក្រុមចាកចេញលើអាតូមអុកស៊ីសែន អាល់កុល និងមានការបាត់បង់ប្រូតុងអ៊ីដ្រូកស៊ីល

ឥឡូវអុកស៊ីសែនចងជាមួយ ក្រុមចាកចេញដែលអាចបាត់ បង់ក្នុងប្រតិកម្មបណ្ដាច់

ដំណាក់កាលទី៣៖



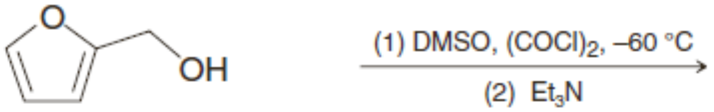
បាសមួយ (តែងតែជាទ្រីមេទីលអាមីន ឬឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន) ដកយកអាតូម អ៊ីដ្រូសែនមួយពីក្រុមមេទីលដែលភ្ជាប់ ជាមួយស្ពាន់ធ័រមានបន្ទុកវិជ្ជមាន

ក្រុមមេទីលអាញ៉ុងដកប្រូតុងមួយពីកាបូនអាល់កុល បង្កើតសម្ព័ន្ធπ C = O។ ឌីមេទីលស៊ុលផួចាកចេញជាក្រុមចាកចេញមួយបង្កើតជាផលិតផលរងអុកស៊ីតកម្ម

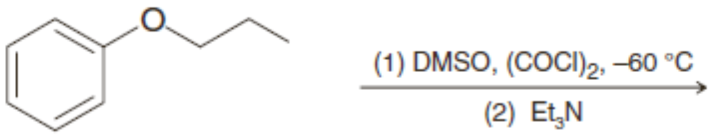
រ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀតក្រៅពីអុកសាស៊ីលក្លរួ រួមមានទ្រីភ្លុយអរ៉ូអាសេទិចអានីឌ្រីត ត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតអំបិលឌីមេទីលស៊ុលផូនីញ៉ូមសម្រាប់ប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុល។

លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៤៖ ចូរឱ្យផលិតផលអុកស៊ីតកម្មរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a)



(b)

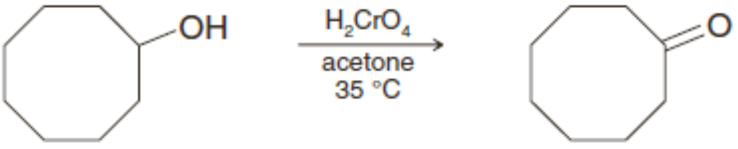


(c)

៤.៣ អុកស៊ីតកម្មអាស៊ីតក្រូមិច (H_2CrO_4)

អុកស៊ីតកម្មដែលទាក់ទងនឹងរ៉េអាក់ទីបក្រូម (VI) ដូចជា H_2CrO_4 មានភាពងាយស្រួលក្នុងការអនុវត្ត ហើយត្រូវបានប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ។ ប្រតិកម្មទាំងនេះទាក់ទងនឹងការកកើតអេស្ទែរក្រូម៉ាត និងដំណាក់កាលបណ្ដាច់ស្រដៀងគ្នានឹងចលនការទូទៅ ដូចបានបង្ហាញក្នុងផ្នែកក។ ក្រូម (VI) ជាសមាសធាតុកាស៊ីណូសែន (បង្កមហារីក) មួយ និងមានគ្រោះថ្នាក់ណាស់លើបរិស្ថាន។ មូលហេតុនេះហើយ វិធីសាស្ត្រដូចជាអុកស៊ីតកម្ម Swern និងវិធីសាស្ត្រផ្សេងទៀតកាន់តែមានសារសំខាន់។

រ៉េអាក់ទីបJones គឺជាប្រភពនៃ H_2CrO_4 ដ៏ល្បីល្បាញមួយ ជាប្រភេទអុកស៊ីតកម្មក្រូម(VI)។ វាអាចត្រូវបានទង្វើដោយដាក់ CrO_3 ឬ Na_2CrO_4 ទៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវ។ រ៉េអាក់ទីបJonesត្រូវបានប្រើដោយបន្ថែមទៅកាន់សូលុយស្យុងអាល់កុល ឬអាល់ដេអ៊ីតក្នុងអាសេតូន ឬអាស៊ីតអេសេទិច (ជាតុរំលាយដែលមិនអាចរងអុកស៊ីតកម្ម)។ អាល់កុលថ្នាក់ទី១រងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចតាមរយៈអាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេ។ អាល់កុលថ្នាក់ទី២រងអុកស៊ីតកម្មទៅជាសេតូន។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មដោយប្រើរ៉េអាក់ទីបJones។

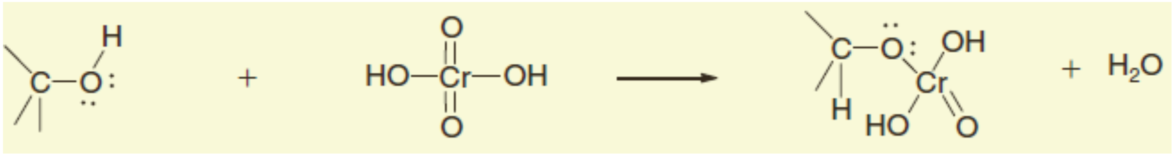


ស៊ីក្លូអុកតាណុល **ស៊ីក្លូអុកតាណូន** (92-96%)

ដូចដែលបានលើកឡើងរួចហើយ ចលនការអុកស៊ីតកម្មក្រូម៉ាតដំបូងទាក់ទងនឹងការកកើតអេស្ទែរក្រូម៉ាតមួយ និងអាល់កុល។ បន្ទាប់មកម៉ូលេគុលមួយនៃH_2CrO_3 ដើរតួជាក្រុមចាកចេញមួយក្នុងដំណាក់កាលប្រតិកម្មបណ្តាច់ដែលបង្កើតសម្ព័ន្ធ C=O របស់សមាសធាតុកាបូនីល។

➢ ***ចលនការប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាស៊ីតក្រូមិច***

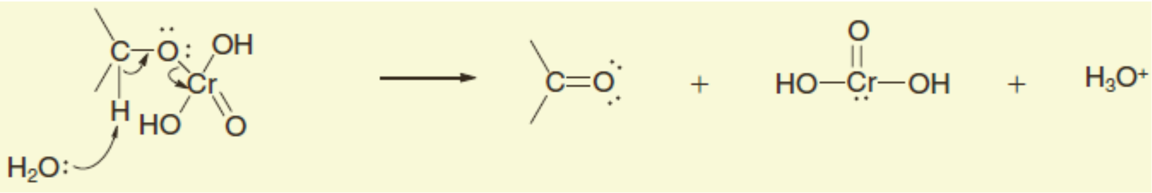
ដំណាក់កាលទី១៖ ការកកើតអេស្ទែរក្រូម៉ាត



អាល់កុល1^{0} ឬ 2^{0} ប្រតិកម្មជាមួយ អាស៊ីតក្រូមិច បង្កើតអេស្ទែរក្រូម៉ាតមួយ បោះបង់ទឹក បញ្ចូលក្រុមចាកចេញលើ អុកស៊ីសែនអាល់កុល

ឥឡូវអុកស៊ីសែនចងក្រុមចាកចេញ មួយ ដែលអាចបោះបង់ក្នុងប្រតិកម្ម បណ្តាច់មួយ

ដំណាក់កាលទី២៖ អុកស៊ីតកម្មដោយបណ្តាច់នៃ H_2CrO_4



ម៉ូលេគុលទឹកមួយដកប្រូតុងមួយពី
កាបូន អាល់កុល បង្កើតសម្ព័ន្ធπ C=O អាតូមក្រូមរងរេដុកម្ម
នៅពេល H_2CrO_4 ចាកចេញ បង្កើតជាផលិតផលអុកស៊ីតកម្ម

សូលុយស្យុងអាស៊ីតក្រូមិចមានពណ៌ក្រហម-ទឹកក្រូច ហើយល្បាយផលិតផលដែលមានCr(III) មានពណ៌ខៀវ។ ដូចនេះ រ៉េអាក់ទីបដូចជារ៉េអាក់ទីបJones អាចប្រើសម្រាប់កំណត់អត្តសញ្ញាណបង្គុំនាទី។ អាល់កុលថ្នាក់ទី១ ឬទី២ និងអាល់ដេអ៊ីតរងប្រតិកម្មយ៉ាងរហ័សដោយរ៉េអាក់ទីបJones ដោយប្រែពណ៌សូលុយស្យុងទៅជាខៀវបៃតងក្នុងរយៈពេល២ឬ៣វិនាទី។ បើសិនជាគ្មានក្រុមបង្គុំនាទីទាំងនេះទេ (កាបូនីល)

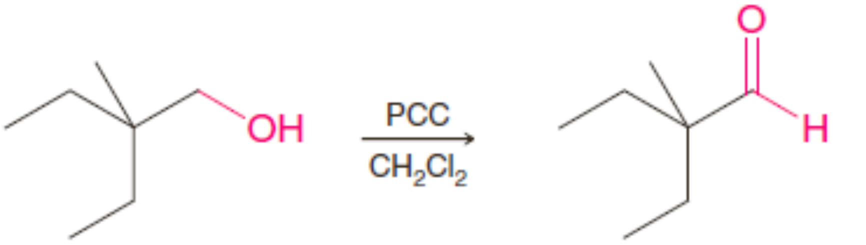
សូលុយស្យុងនៅរក្សាពណ៌ក្រហម-ទឹកក្រូច លុះត្រាតែមានប្រតិកម្ម បន្ទាប់បន្សំធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលពណ៌។ បម្រែបម្រួលពណ៌នេះជាមូលដ្ឋាននៃ**ឧបករណ៍តេស្តជាតិ អាល់កុល** (breathalyzer alcohol test)។

H_2CrO_4 —(ដាក់អាល់កុល 1° ឬ 2° ឬ អាល់ដេអ៊ីត)→ H_2CrO_3 + ផលិតផលអុកស៊ីតកម្ម

សូលុយស្យុងពណ៌ក្រហម-ទឹកក្រូច **សូលុយស្យុងបៃតង-ខៀវ**

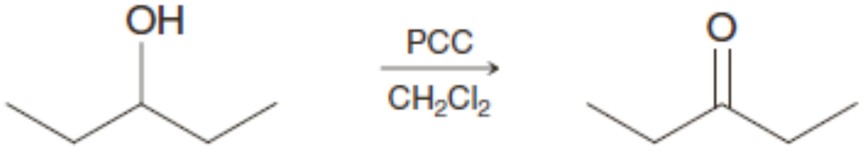
៤.៤ ពីរីឌីញ៉ូមក្លរ៉ូក្រូម៉ាត (PCC)

ពីរីឌីញ៉ូមក្លរ៉ូក្រូម៉ាត (PCC) ជាអំបិល Cr(IV) ដែលកកើតពី ពីរីឌីន (C_6H_5N), HCl និង CrO_3។ PCC រលាយក្នុងឌីក្លរ៉ូមេតាន ដូចនេះវាអាចប្រើក្រោមលក្ខខណ្ឌគ្មានទឹកបាន ដែលអាចមានប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់កុលថ្នាក់ទី១ទៅជាអាល់ដេអ៊ីត ពីព្រោះអាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេមិនមានវត្តមានក្រោមលក្ខខណ្ឌគ្មានទឹកនេះទេ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត រ៉េអាក់ទីបJones ធ្វើអុកស៊ីតកម្មអាល់កុលថ្នាក់ទី១ទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចពីព្រោះវាជារ៉េអាក់ទីបមានទឹកមួយ។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ទូទៅខ្លះនៃ អុកស៊ីតកម្មPCC។



2-អេទីល-2-មេទីល-1-ប៊ុយតាណុល 2-អេទីល-2-មេទីលប៊ុយតាណាល់

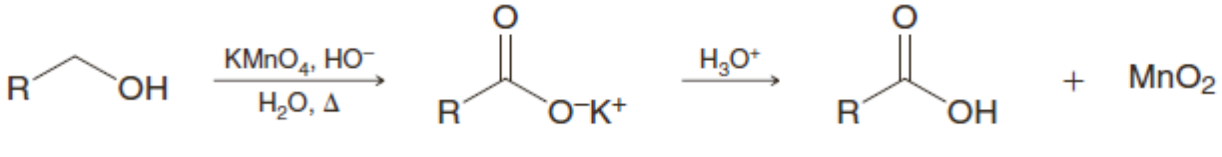
អុកស៊ីតកម្ម PCC នៃអាល់កុលថ្នាក់ទី១ទៅជាអាល់ដេអ៊ីត



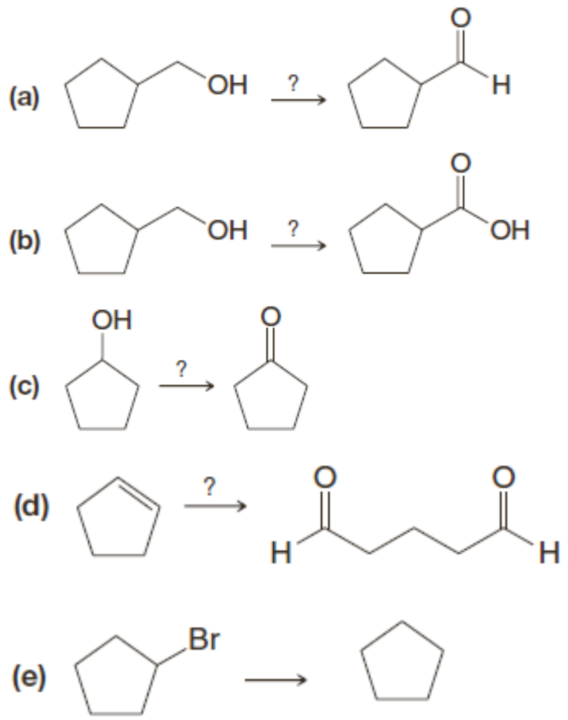
អុកស៊ីតកម្ម PCC នៃអាល់កុលថ្នាក់ទី២ទៅជាសេតូន

៤.៥ ប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាត ($KMnO_4$)

អាល់កុលថ្នាក់ទី១ និងអាល់ដេអ៊ីតអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាត ($KMnO_4$) ទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។ អាល់កុលថ្នាក់ទី២អាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាសេតូន។ ប្រតិកម្មនេះមិនប្រព្រឹត្តទៅតាមចលនការដែលបានលើកឡើងខាងលើទេ (ហើយយើងនឹងមិនសិក្សាអំពីចលនការវានៅពេលនេះដែរ)។ ប្រតិកម្មនេះតែងតែត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងសូលុយស្យុងបាសដែលអាចបង្កើតកករMnO_2 នៅពេលប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មកើតឡើង។ បន្ទាប់ពីប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនេះចប់ គេអាចច្រោះយកMnO_2ចេញ ហើយច្រោះដោយធ្វើអាស៊ីតកម្ម (acidification, ធ្វើឱ្យមានមជ្ឈដ្ឋាន អាស៊ីត) ដើម្បីទទួលបានអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។



លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៥៖ ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបបម្លែងសមាសធាតុដូចខាងក្រោម៖



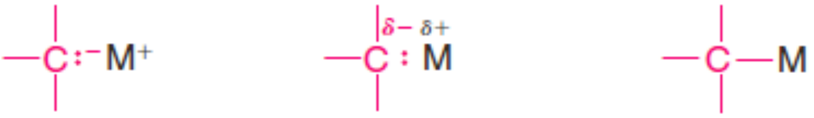
៤.៦ គន្លឹះតាងជាស្បិចរបស់អាល់កុល

- អាល់កុលឱ្យស្បិចសម្រួបធំនៃចលនាទាញសម្ព័ន្ធ O – H ពី 3200cm^{-1} ទៅ 3600cm^{-1} ក្នុងស្បិចអាំងប្រាក្រហម។
- អ៊ីដ្រូសែនអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាល់កុលបង្កើតស៊ិញ៉ាល់ ^{1}H NMR ដែលមានរំកិលគីមីប្រែប្រួល ហើយដែលអាចលុបបំបាត់ដោយប្រើផ្លាស់ប្តូរវាដោយដឺតេរ្យ៉ូមពី D_2O (តារាង៩.១)។
- អាតូមអ៊ីដ្រូសែននៅលើកាបូនអាល់កុលថ្នាក់ទី១ ឬថ្នាក់ទី២បង្កើតស៊ិញ៉ាល់ ^{1}HNMR ក្នុងចន្លោះ δ = 3.3 ទៅ 4.4 (មើលតារាង៩.១) ដែលមានអាំងតេក្រាល 2 និង 1 រៀងគ្នា។
- ស្បិច ^{13}C NMR របស់អាល់កុលមួយបង្ហាញស៊ិញ៉ាល់មួយនៅចន្លោះ δ = 50 និង 90 ចំពោះអាតូមកាបូនអាល់កុល (មើលតារាង៩.២)។

៥. សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈ

- សមាសធាតុដែលមានសម្ព័ន្ធកាបូន-លោហៈត្រូវបានគេហៅថា **សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈ** (organometallic compounds)។

លក្ខណៈរបស់សម្ព័ន្ធកាបូន-លោហៈប្រែប្រួលពីសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ុងទៅសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់។ នៅពេលដែលទម្រង់នៃផ្នែកសរីរាង្គរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈមានឥទ្ធិពលលើសម្ព័ន្ធកាបូន-លោហៈ អត្តសញ្ញាណនៃលោហៈខ្លួនវានឹងកាន់តែមានសារសំខាន់។ សម្ព័ន្ធកាបូន-ប៉ូតាស្យូម និងកាបូន-សូដ្យូមមានលក្ខណៈអ៊ីយ៉ុង តែសម្ព័ន្ធកាបូន-សំណ កាបូន-សំណប៉ាហាំង កាបូន-តាល្យ៉ូម និងកាបូន-បារតមានលក្ខណៈកូវ៉ាឡង់។ សម្ព័ន្ធកាបូន-លីចូម និងកាបូន-ម៉ាញេស្យូមស្ថិតនៅចន្លោះសម្ព័ន្ធធំៗទាំងពីរនេះ។



សម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ុង **សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់**

($M = Na^+$ ឬ K^+) ($M = Mg$ ឬ Li) ($M=Pb, Sn, Hg$ ឬ Tl)

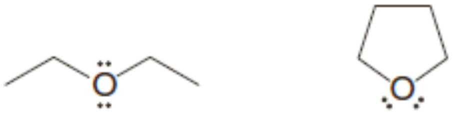
ប្រតិកម្មភាពរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈកើនឡើងទៅតាមលក្ខណៈអ៊ីយ៉ុងរបស់សម្ព័ន្ធកាបូន-លោហៈ។ សមាសធាតុអាល់គីលសូដ្យូម និងអាល់គីលប៉ូតាស្យូមមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ ហើយជាបាសខ្លាំងណាស់។ ពួកវាប្រតិកម្មជាមួយទឹកដោយផ្ទុះជាអណ្តាតភ្លើងនៅពេលប៉ះខ្យល់។ សមាសធាតុសរីរាង្គបារត និងសរីរាង្គសំណមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយជាងខ្លះ ពួកវាតែងតែជាសមាសធាតុរំហើរ និងស្ថេរភាពក្នុងខ្យល់។ ពួកវាជាសមាសធាតុពុលខ្លាំងណាស់។ ជាទូទៅ ពួកវារលាយក្នុងធាតុរំលាយមិនប៉ូលែ។ ឧទាហរណ៍ តេត្រាអេទីលសំណត្រូវបានគេប្រើជាសមាសធាតុ***ប្រឆាំងការឈ្លក់*** ***(antiknock)*** ក្នុងសាំង ប៉ុន្តែដោយសារតែកង្វក់របស់សំណលើបរិស្ថាន គេជំនួសវាដោយភ្នាក់ងារប្រឆាំងការឈ្លក់ផ្សេងទៀត។ ទែរប៊ុយទីលមេទីលអេទែរត្រូវបានគេបន្ថែមទៅក្នុងសាំងជាភ្នាក់ងារប្រឆាំងការឈ្លក់ ទោះបីជាមានការព្រួយបារម្ភពីវត្តមានរបស់វាក្នុងបរិស្ថានក៏ដោយ។

សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈនៃលីចូម និងម៉ាញេស្យូមមានសារសំខាន់ក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ។ ពួកវាមានស្ថេរភាពក្នុងសូលុយស្យុងអេទែរ ប៉ុន្តែសម្ព័ន្ធលោហៈ-កាបូនជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ុង។ ដោយសារតែលក្ខណៈអ៊ីយ៉ុងរបស់វា អាតូមកាបូនដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមលោហៈនៃសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម ឬម៉ាញេស្យូមជាបាសខ្លាំង និងជានុយក្លេអូភីលខ្លាំងមួយ។ យើងនឹងឃើញប្រតិកម្មដែលបង្ហាញលក្ខណៈទាំងពីរនេះ។

៦. ទង្វើសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម និងម៉ាញេស្យូម

៦.១ សមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម

សមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមតែងតែត្រូវបានទង្វើដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មអាឡូសែនួសរីរាង្គជាមួយលោហៈសូដ្យូម។ គេតែងតែធ្វើប្រតិកម្មទាំងនេះក្នុងធាតុរំលាយអេទែរ ហើយដោយសារតែសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមជាបាសខ្លាំង គេត្រូវតែយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការដកសំណើមពីល្បាយប្រតិកម្ម (ហេតុអ្វី?)។ អេទែរដែលគេនិយមប្រើជាងគេគឺឌីអេទីលអេទែរ និងតេត្រាអ៊ីដ្រូផ្លូរ៉ាន។



ឌីអេទីលអេទែរ (Et_2O) **តេត្រាអ៊ីដ្រូផ្លូរ៉ាន** (THF)

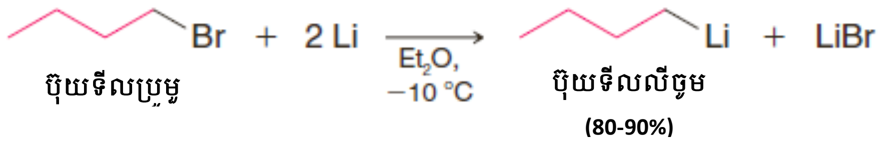
- សមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមត្រូវបានទង្វើតាមមធ្យោបាយទូទៅនេះ៖

$$R{-}X + 2\,Li \xrightarrow{Et_2O} RLi + LiX$$

(or $Ar{-}X$) (or $ArLi$)

លំដាប់ប្រតិកម្មភាពរបស់អាឡូសែនួគឺ $RI > RBr > RCl$ (គេកម្រប្រើអាល់គីល និងអារីលភ្លុយអរួក្នុងការទង្វើសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម)។

ឧទាហរណ៍ ប៊ុយទីលប្រូមូមានប្រតិកម្មជាមួយលោហៈលីចូមក្នុងឌីអេទីលអេទែរបង្កើតជាសូលុយស្យុងប៊ុយទីលលីចូមមួយ៖



រ៉េអាក់ទីបអាល់គីល និងអារីលលីចូមត្រូវបានគេលក់លើទីផ្សារក្នុងជាតុរំលាយអិចសាន និងអ៊ីដ្រូកាបួផ្សេងទៀត។

៦.២ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ

សរីរាង្គលោហៈអាឡូសែនត្រូវបានរកឃើញដោយអ្នកគីមីបារាំង Victor Grignard ក្នុងឆ្នាំ១៩០០។ Grignard ទទួលបានរង្វាន់ណូបែលសម្រាប់ការរកឃើញរបស់គាត់នេះក្នុងឆ្នាំ១៩១២ ហើយសមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈទាំងនោះត្រូវបានគេហៅថា **រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ** (Grignard reagent)។ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានសារ សំខាន់ណាស់ក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ។

- រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដត្រូវបានទធ្វើដោយប្រតិកម្មរបស់អាឡូសែនសរីរាង្គមួយជាមួយលោហៈម៉ាញេស្យូមក្នុងជាតុរំលាយស្ងួត (គ្មានទឹក)៖

$$RX + Mg \xrightarrow{Et_2O} RMgX$$
$$ArX + Mg \xrightarrow{Et_2O} ArMgX$$
} រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ

លំដាប់នៃប្រតិកម្មភាពអាឡូសែនជាមួយម៉ាញេស្យូមគឺ RI > RBr > RCl។ មានសមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈភ្លុយអរួពីរ ឬបីប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានទធ្វើឡើង។ រ៉េអាកទីបគ្រីញ៉ាដអារីលត្រូវបានទធ្វើពីអារីលប្រូមូ និងអារីលអ៊ីយ៉ូដួ ងាយជាងអារីលក្លរួ ដែលមានប្រតិកម្មខ្សោយណាស់។ នៅពេលគេទធ្វើបានហើយ គេតែងប្រើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដផ្ទាល់ក្នុងប្រតិកម្ម។

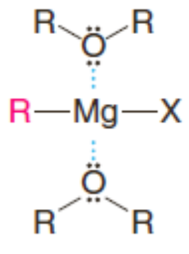
ទម្រង់ពិតប្រាកដរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានភាពស្មុគស្មាញជាងរូបមន្តទូទៅRMgXដែលបានតាង។ ការពិសោធន៍បានបង្ហាញថា រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដស្ទើរតែអស់ស្ថិតនៅក្នុងលំនឹងរវាងអាល់គីលម៉ាញេស្យូមអាឡូសែន និងឌីអាល់គីលម៉ាញេស្យូម។

$$2\,RMgX \rightleftharpoons R_2Mg + MgX_2$$

អាល់គីលម៉ាញេស្យូមអាឡូសែន **ឌីអាល់គីលម៉ាញេស្យូម**

ប៉ុន្តែដើម្បីឱ្យងាយស្រួល យើងនឹងសរសេររូបមន្តរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ គ្រាន់តែជា RMgX។

រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយបង្កើតកុំផ្លិចមួយជាមួយជាតុរំលាយអេទែររបស់វា ទម្រង់របស់កុំផ្លិចនេះត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖



ការកកើតកុំផ្លិចជាមួយម៉ូលេគុលអេទែរជាកត្តាសំខាន់មួយក្នុងការកកើត និងស្ថេរភាពរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ។

ចលនការនៃការកកើតរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានភាពស្មុគស្មាញ ហើយមានយោបល់ផ្ទុយគ្នាជាច្រើន។ មានការយល់ស្របទូទៅមួយដែលទាក់ទងនឹងរ៉ាឌីកាល់សេរី ហើយចលនការទំនោងដូចខាងក្រោម៖

$$R{-}X + :Mg \longrightarrow R\cdot + \cdot MgX$$

$$R\cdot + \cdot MgX \longrightarrow RMgX$$

៧. ប្រតិកម្មរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម និងម៉ាញេស្យូម

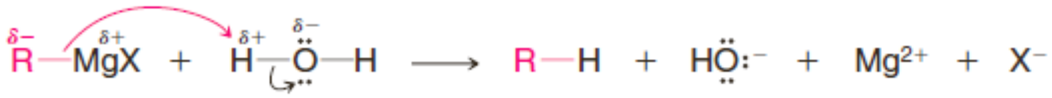
៧.១ ប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុដែលមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីត

- រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ និងសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមជាបាសខ្លាំងណាស់។ ពួកវាប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុណាដែលមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនចងជាមួយអាតូមអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានដូចជាអុកស៊ីសែន អាសូត ឬស្ពាន់ធ័រ។

យើងអាចយល់អំពីរបៀបដែលប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើង បើសិនជាយើងតាងរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ និងសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមដូចខាងក្រោម៖

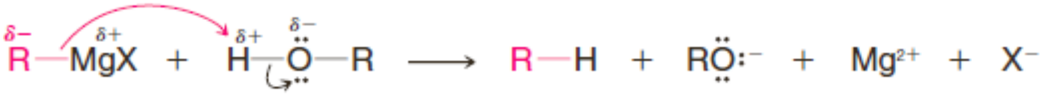
$$\overset{\delta-}{R}:\overset{\delta+}{MgX} \qquad \overset{\delta-}{R}:\overset{\delta+}{Li}$$

នៅពេលយើងធ្វើដូចនេះ យើងអាចឃើញថា ប្រតិកម្មនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជាមួយទឹក និងអាល់កុល មិនមានអ្វីក្រៅពីប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសទេ។ ប្រតិកម្មទាំងនេះបង្កើតអាស៊ីតផ្លាស់ និងបាសផ្លាស់ខ្សោយជាង។



បាសខ្លាំងជាង អាស៊ីតខ្លាំងជាង អាស៊ីតខ្សោយជាង បាសខ្សោយជាង

pK_a = 15.7 pK_a = 40 – 50

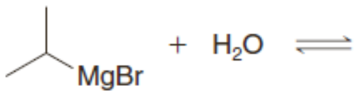


បាសខ្លាំងជាង អាស៊ីតខ្លាំងជាង អាស៊ីតខ្សោយជាង បាសខ្សោយជាង

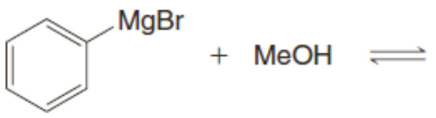
pK_a = 15-18 pK_a = 40 – 50

លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៦៖ ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសខាងក្រោម។ ដោយប្រើតម្លៃpK_a ចូរបញ្ជាក់ ថាលំនឹងរំកិលទៅខាងណា និងដាក់ពាក្យអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្លាំងពីក្រោមសមាសធាតុក្នុង ករណីនីមួយៗ។

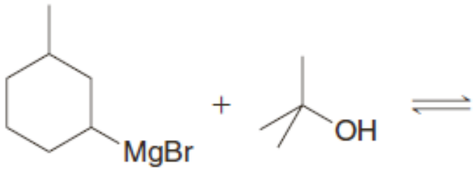
(a)



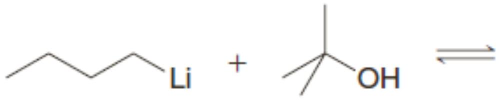
(b)



(c)

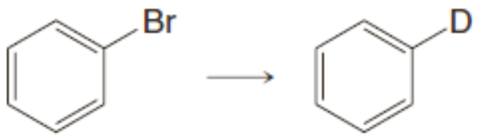


(d)



លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៧៖ ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលចាំបាច់សម្រាប់ការបម្លែងខាងក្រោម៖

(a)

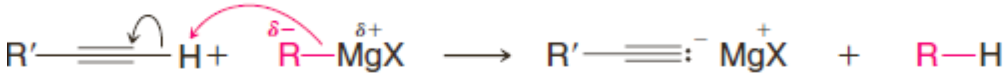


(D = deuterium)

(b)

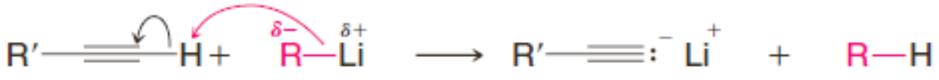
រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ និងសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមដកយកប្រូតុងដែលមានលក្ខណៈអាស៊ីតតិចជាងអ៊ីដ្រូសែនរបស់ទឹក និងអាល់កុល។

- រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានប្រតិកម្មជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនចុងខ្សែរបស់1-អាល់ស៊ីនដោយប្រតិកម្ម អាស៊ីត-បាស ហើយប្រតិកម្មនេះជាវិធីសាស្ត្រមានប្រយោជន៍មួយសម្រាប់ទង្វើអាល់ស៊ីនីល ម៉ាញេស្យូមអាឡូសែន្ទ និងអាល់ស៊ីនីលលីចូម។



អាល់ស៊ីនចុងខ្សែ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ អាល់ស៊ីនីលម៉ាស្យូមអាឡូសែន្ទ អាល់កាន

(អាស៊ីតខ្លាំង pK_a~25)(បាសខ្លាំង) (បាសខ្សោយ) (អាស៊ីតខ្សោយ pK_a = 40-50)



អាល់ស៊ីនចុងខ្សែ អាល់គីលលីចូម អាល់ស៊ីនីលលីចូម អាល់កាន

(អាស៊ីតខ្លាំង) (បាសខ្លាំង) (បាសខ្សោយ) (អាស៊ីតខ្សោយ)

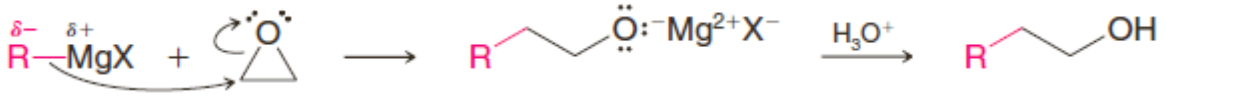
ការពិតដែលប្រតិកម្មទាំងនេះអាចសម្រេចបានគឺមិនមានអ្វីភ្ញាក់ផ្អើលទេ នៅពេលយើងរំលឹកថាអាល់កានមានតម្លៃ pK_a =40 -50 តែអាល់ស៊ីនចុងខ្សែមានតម្លៃ pK_a ~25 (តារាង៣.១)។

- ប្រតិកម្មដែលមានរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានអំពើជានុយក្លេអូភីលជាប្រតិកម្មដែលមានសារសំខាន់ណាស់ ហើយយើងនឹងសិក្សានៅពេលក្រោយ។

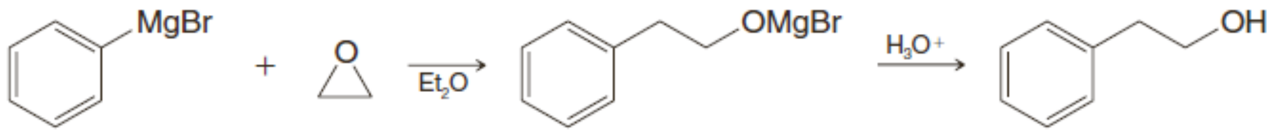
៧.២ ប្រតិកម្មនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជាមួយអេប៉ុកស៊ីត(អុកស៊ីរ៉ាន)

- រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានអំពើជានុយក្លេអូភីល ប្រតិកម្មជាមួយអេប៉ុកស៊ីត (អុកស៊ីរ៉ាន) ផ្តល់ជាមធ្យោបាយសំយោគអាល់កុលយ៉ាងងាយស្រួលមួយ។

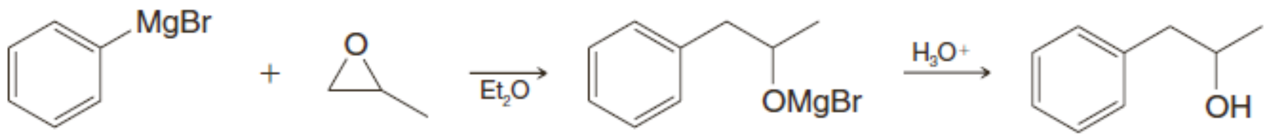
ក្រុមអាល់គីលនុយក្លេអូភីលនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដប្រយុទ្ធលើកាបូនវិជ្ជមានដោយផ្នែករបស់វង់អេប៉ុកស៊ីត។ ដោយសារតែវាមានរមួលវង់ធំ ប្រតិកម្មអាចបង្កើតជាអំបិលអាល់កុកស៊ីតរបស់អាល់កុលមួយ។ បន្ទាប់មករង អាស៊ីតកម្មបង្កើតជាអាល់កុល។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ ជាមួយអុកស៊ីរ៉ាន។



អុកស៊ីរ៉ាន អាល់កុលថ្នាក់ទី១



- រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដធ្វើប្រតិកម្មលើអាតូមកាបូនជួសតិចរបស់វង់អេប៉ុកស៊ីតជួសមួយ។



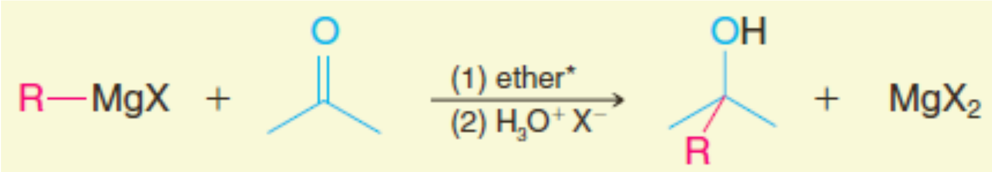
៧.៣ ប្រតិកម្មនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជាមួយសមាសធាតុកាបូនីល

- ប្រតិកម្មសំយោគសំខាន់បំផុតរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ និងសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូមជាប្រតិកម្មដែលពួកវាមានអំពើជានុយក្លេអូភីល និងប្រយុទ្ធលើកាបូនមិនឆ្អែត - *ជាពិសេសកាបូនលើក្រុមកាបូនីល។*

យើងបានឃើញក្នុងចំណុចទី១.ក ដែលសមាសធាតុកាបូនីលទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីលរួចហើយ។ រ៉េអាក់ទីគ្រីញ៉ាដប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុកាបូនីល (អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន) តាមចលនការខាងក្រោម៖

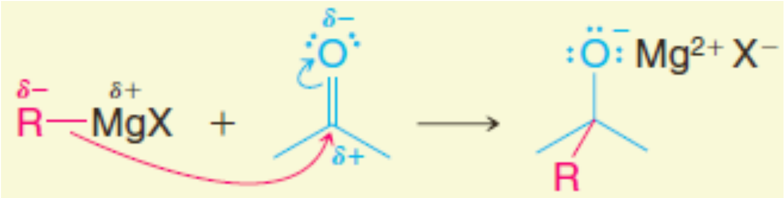
➢ *ចលនការប្រតិកម្មរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ*

ប្រតិកម្ម



ចលនការ

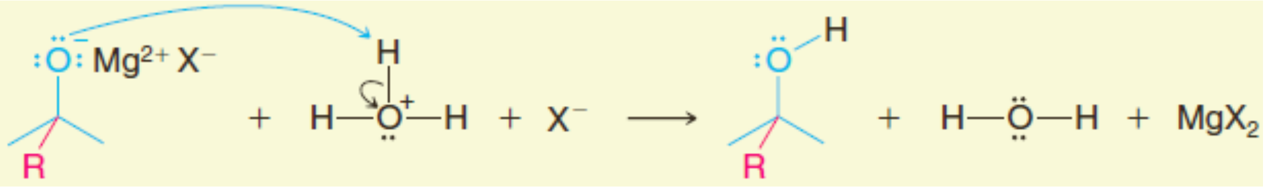
ដំណាក់កាលទី១៖



រេអាក់ទីប គ្រីញ៉ាដ　　សមាសធាតុ កាបូនីល　　អាឡូម៉ាញេស្យូម អាល់កុកស៊ីត

រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាជនុយក្លេអូភីលខ្លាំងប្រើទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់វាបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូន។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់ក្រុមកាបូនីលរំកិលទៅកាន់អុកស៊ីសែន។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើក្រុមកាបូនីល បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមួយ រួមជាមួយអ៊ីយ៉ុង Mg^{2+} និង X^-។

ដំណាក់កាលទី២៖



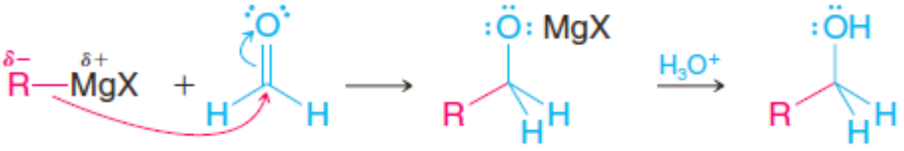
អាឡូម៉ាញេស្យូមអាល់កុកស៊ីត អាល់កុល

ក្នុងដំណាក់កាលទី២ ប្រតិកម្មបូក HX រាវបណ្ដាលឱ្យមានប្រូតុងកម្ម លើអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីត បង្កើតជាអាល់កុល និង MgX_2

៨. អាល់កុលពីរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ

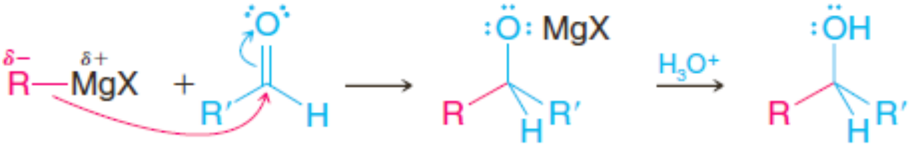
ប្រតិកម្មបូកគ្រីញ៉ាដលើសមាសធាតុបង្គុំកាបូនីលមានសារប្រយោជន៍ ពីព្រោះគេអាចប្រើពួកវាដើម្បីទង្វើអាល់កុលថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣៖

១. រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានប្រតិកម្មជាមួយផរម៉ាល់ដេអ៊ីតបង្កើតអាល់កុលថ្នាក់ទី១



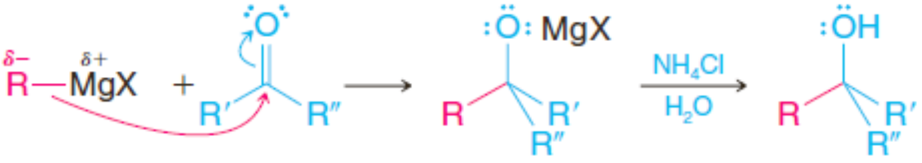
ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត អាល់កុល 1^0

២. រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដប្រតិកម្មជាមួយគ្រប់អាល់ដេអ៊ីតផ្សេងទៀតបង្កើតអាល់កុលថ្នាក់ទី២



អាល់ដេអ៊ីត អាល់កុល 2^0

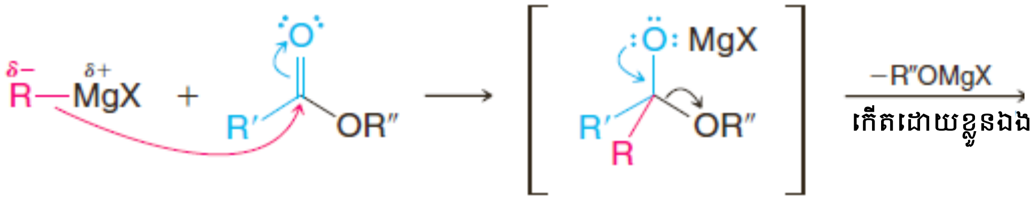
៣. រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដប្រតិកម្មជាមួយសេតូនបង្កើតអាល់កុលថ្នាក់ទី៣



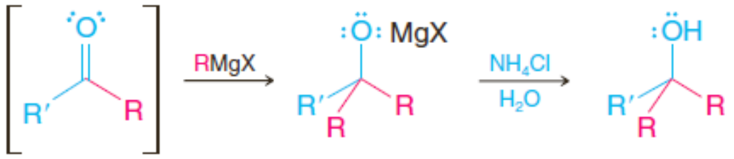
សេតូន អាល់កុល 3^0

៤. **អេស្ទែរប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ២ម៉ូលសមមូលបង្កើតអាល់កុលថ្នាក់ទី៣** នៅពេលរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយបូកលើក្រុមកាបូនីលនៃអេស្ទែរមួយ ផលិតផលដំបូងមិនមានស្ថេរភាព ហើយបោះបង់ម៉ាញេស្យូមអាល់កុកស៊ីតបង្កើតសេតូនមួយ។ ប៉ុន្តែសេតូនមានប្រតិកម្មភាពជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដខ្លាំងជាងអេស្ទែរ។ ដូចនេះ នៅពេលម៉ូលេគុលសេតូនកើតក្នុងល្បាយប្រតិកម្ម វាប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលទីពីររបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ។ បន្ទាប់ពីធ្វើអ៊ីដ្រូលីស**ផលិតផល**

គឺជាអាល់កុលថ្នាក់ទី៣មានក្រុមអាល់គីលពីរដូចគ្នា ដែលជាក្រុមបានមកពីផ្នែកអាល់គីលរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ។



អេស្ទែរ **ផលិតផលដំបូង (គ្មានស្ថេរភាព)**



សេតូន **អំបិលអាល់កុល** **អាល់កុល 3^0**

ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃប្រតិកម្មទាំងនេះត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ	**ប្រតិករកាបូនីល**	**ផលិតផលចុងក្រោយ**

ប្រតិកម្មជាមួយផរម៉ាល់ដេអ៊ីត

ផេនីលម៉ាញេស្យូមប្រូមូ ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត បង់ស៊ីលអាល់កុល (90%)

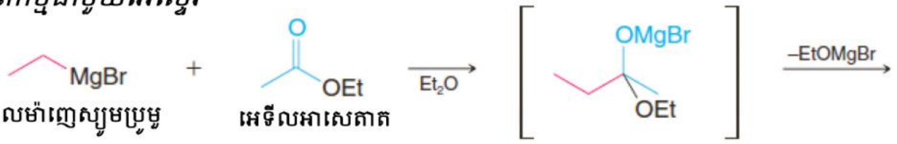
ប្រតិកម្មជាមួយអាល់ដេអ៊ីត

អេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមូ អាសេតាល់ដេអ៊ីត 2-ប៊ុយតាណុល (80%)

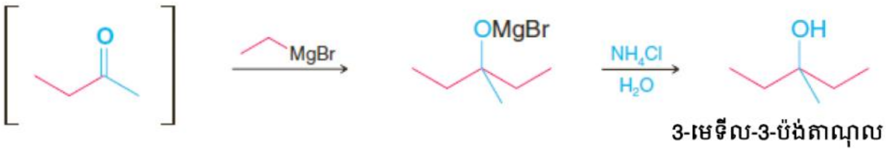
ប្រតិកម្មជាមួយសេតូន

ប៊ុយទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមូ សេតូន 2-មេទីល-2-អិចសាណុល (92%)

ប្រតិកម្មជាមួយអេស្ទែរ

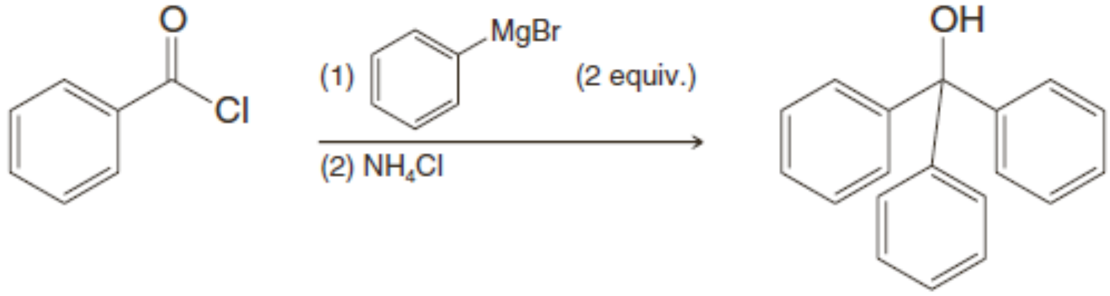


អេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមូ អេទីលអាសេតាត



3-មេទីល-3-ប៉ង់តាណុល (67%)

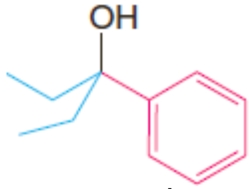
លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៨៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម ដោយប្រើចំណេះដឹងនៃប្រតិកម្មរបស់អេស្ទែរជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ៖



៨.១ របៀបគ្រោងការសំយោគគ្រីញ៉ារដ

យើងអាចសំយោគអាល់កុលស្ទើរតែទាំងអស់ដែលយើងចង់បានដោយប្រើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ។ ក្នុងការគ្រោងសំយោគគ្រីញ៉ាដមួយ យើងគ្រាន់តែជ្រើសរើសរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដត្រូវ និងអាល់ដេអ៊ីត សេតូន អេស្ទែរ ឬអេប៉ុកស៊ីត។ យើងធ្វើរបៀបនេះដោយពិចារណាលើអាល់កុលដែលយើងចង់បាន ហើយយកផ្តោតសំខាន់ទៅលើក្រុមដែលចងជាមួយអាតូមកាបូនមានក្រុម-OH។ អាចមានមធ្យោបាយច្រើនក្នុងការអនុវត្តការសំយោគ។ ក្នុងករណីទាំងនេះ ជម្រើសចុងក្រោយរបស់យើងអាចកំណត់ដោយវត្តមាន និងភាពអាចរកបាននៃ សមាសធាតុផ្តើម។ ចូរយើងពិចារណាលើឧទាហរណ៍មួយ។

សន្មត់ថា យើងចង់ទធ្វើ 3-ផេនីល-3-ប៉ង់តាណុល។ យើងពិចារណាលើទម្រង់របស់វា ហើយយើងឃើញថា ក្រុមដែលចងជាមួយអាតូមកាបូនមានក្រុម -OH ជាក្រុមផេនីលមួយ និងក្រុមអេទីលពីរ៖

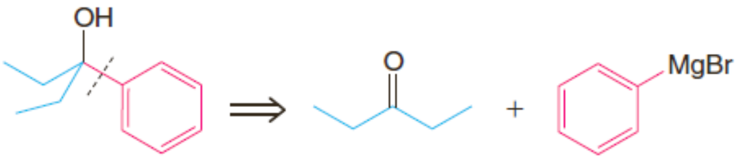


3-ផេនីល-3-ប៉ង់តាណុល

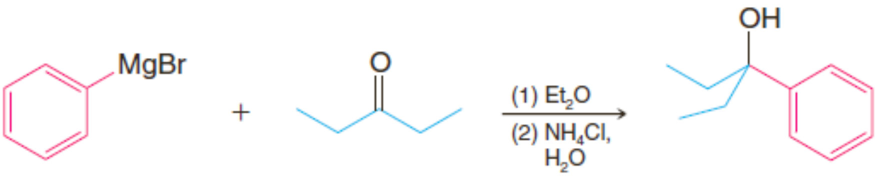
នេះមានន័យថា យើងអាចសំយោគសមាសធាតុនេះ៖

១. យើងអាចប្រើសេតូនជាមួយក្រុមអេទីលពីរ(3-ប៉ង់តាណូន) និងឱ្យវាមានប្រតិកម្មជាមួយផេនីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ៖

ការវិភាគសំយោគត្រលប់



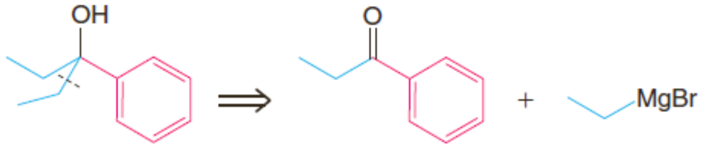
ការសំយោគ



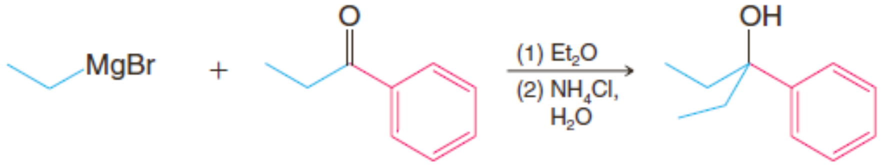
ផេនីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ **3-ប៉ង់តាណូន** **3-ផេនីល-3-ប៉ង់តាណុល**

២. យើងអាចប្រើសេតូនដែលមានក្រុមអេទីលមួយ និងក្រុមផេនីលមួយ (អេទីលផេនីលសេតូន) និង ឱ្យវាមានប្រតិកម្មជាមួយអេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ៖

ការវិភាគសំយោគត្រលប់



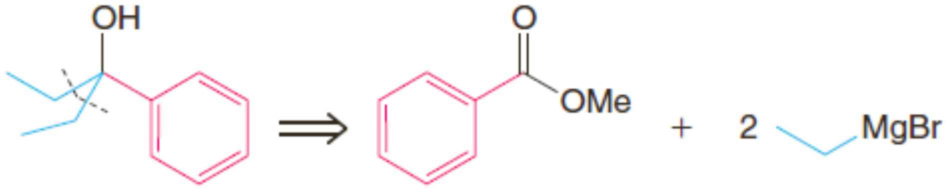
ការសំយោគ



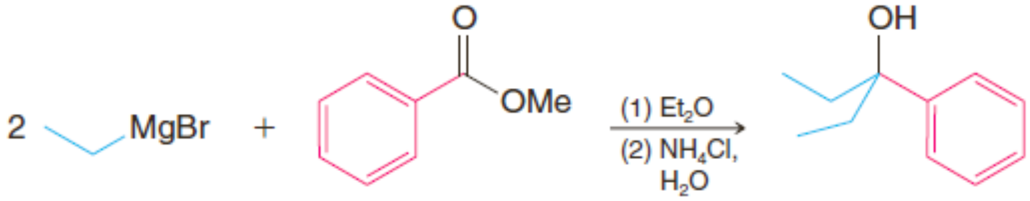
អេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ អេទីលផេនីលសេតូន 3-ផេនីល-3-ប៉ង់តាណុល

៣. យើងអាចប្រើអេស្ទែរនៃអាស៊ីតបង់សូអ៊ិច និងឱ្យវាធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួពីរម៉ូលសមមូល៖

ការវិភាគសំយោគត្រលប់



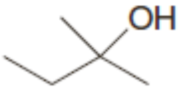
ការសំយោគ



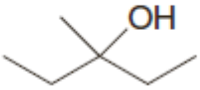
អេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ មេទីលបង់សូអាត 3-ផេនីល-3-ប៉ង់តាណុល

វិធីសាស្ត្រទាំងអស់នេះអាចឱ្យយើងផលិតផលសមាសធាតុដែលយើងចង់បានក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។

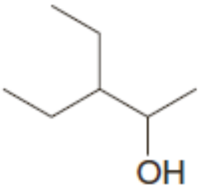
លំហាត់អនុវត្តន៍១២.៩៖ ចូរឱ្យការវិភាគសំយោគត្រលប់ និងការសំយោគរបស់អាល់កុលនីមួយៗខាងក្រោម ដោយចាប់ផ្តើមពីអាល់គីល ឬអារីលអាឡូសែនួសមស្រប។

(a) 

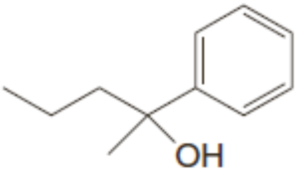
៣ផ្លូវ

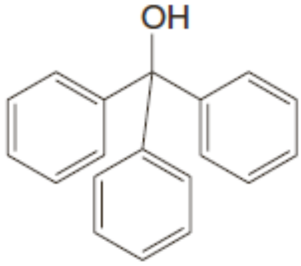
(b) 

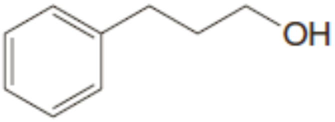
៣ផ្លូវ

(c) 

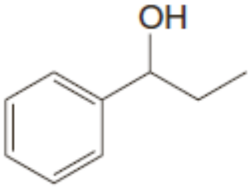
២ផ្លូវ

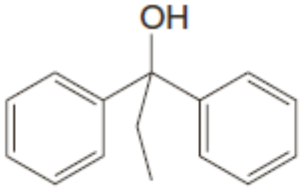
(d)  ៣ផ្លូវ

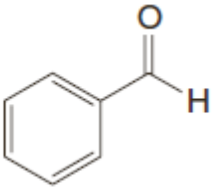
(e)  ២ផ្លូវ

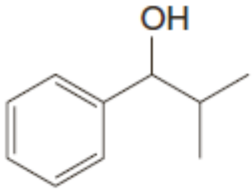
(f)  ២ផ្លូវ

លំហាត់អនុវត្តន៍១២.១០៖ ចូរធ្វើការវិភាគសំយោគត្រលប់ និងការសំយោគសមាសធាតុ។ សារធាតុផ្តើមអាចជាផេនីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ អុកស៊ីរ៉ាន ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត និងអាល់កុល ឬអេទែរដែលមានអាតូមកាបូន៤ ឬតិចជាង។ អ្នកអាចប្រើរ៉េអាក់ទីបអសរីរាង្គ និងល័ក្ខខ័ណ្ឌអុកស៊ីតកម្ម ដូចជាអុកស៊ីតកម្ម Swern ឬ ពីរីឌីញ៉ូមក្លរ៉ូក្រូម៉ាត (PCC)។

(a) 

(c) 

(b) 

(d) 

៨.២ លីមីតនៃការប្រើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ

ទោះបីជារ៉េអាក់គ្រីញ៉ាដជារ៉េអាក់ទីបដែលល្អសម្រាប់ដំណើរការសំយោគស្ទើរតែទាំងអស់ វាក៏មានលីមីតដែរ។ លីមីតទាំងនេះស្ទើរតែទាំងអស់កើតឡើងពីលក្ខណៈដែលធ្វើឱ្យវាមានប្រយោជន៍គឺ *ប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាងនុយក្លេអូភីលមួយ និងជាបាសមួយ*។

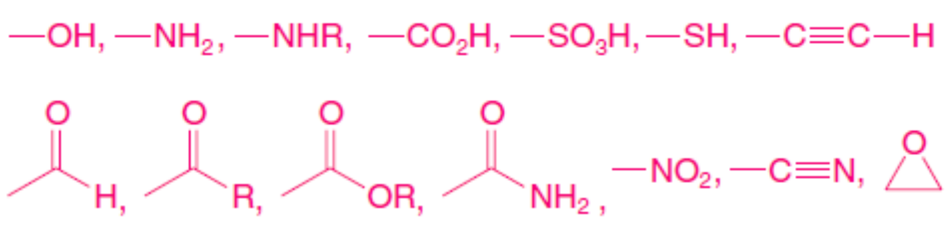
រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជាបាសខ្លាំងមួយ ៖ ដោយសារតែវាមានកាបាញ៉ុងមួយ។

- គេមិនអាចសំយោគរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដពីសមាសធាតុមួយដែលមានអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីតខ្លាំងជាង អាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់អាល់កាន ឬអាល់សែនមួយទេ។

ឧទាហរណ៍ យើងមិនអាចទធ្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយពីសមាសធាតុដែលមានក្រុម -OH ក្រុម -NH ក្រុម -SH ក្រុម -CO_2H ឬ ក្រុម -SO_3H ទេ។ បើសិនជាយើងចង់ទធ្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដពីអាឡូសែន្ទ សរីរាង្គមួយដែលមានក្រុមណាមួយខាងលើការកកើតរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមិនអាចកើតឡើងបានទេ (បើសិនជារ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយកកើត វាអាចបន្សាបដោយក្រុមអាស៊ីតភ្លាម)។

- ដោយសារតែរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជានុយក្លេអូភីលខ្លាំង យើងមិនអាចទង្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយ ពីអាឡូសែនួសរីវង្គដែលមានក្រុមកាបូនីល អេប៉ុកស៊ី នីត្រូ ឬស្យាណូ (-CN)ទេ។

បើសិនជាយើងចង់ធ្វើប្រតិកម្មប្រភេទនេះ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដដែលកកើតនឹងមានប្រតិកម្មតែជាមួយសារធាតុផ្តើមមិនរងប្រតិកម្មតែប៉ុណ្ណោះ៖



រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមិនអាចទង្វើក្រោម វត្តមានក្រុមទាំងនេះ ពីព្រោះពួកវានឹងមាន ប្រតិកម្មជាមួយក្រុមទាំងនេះ

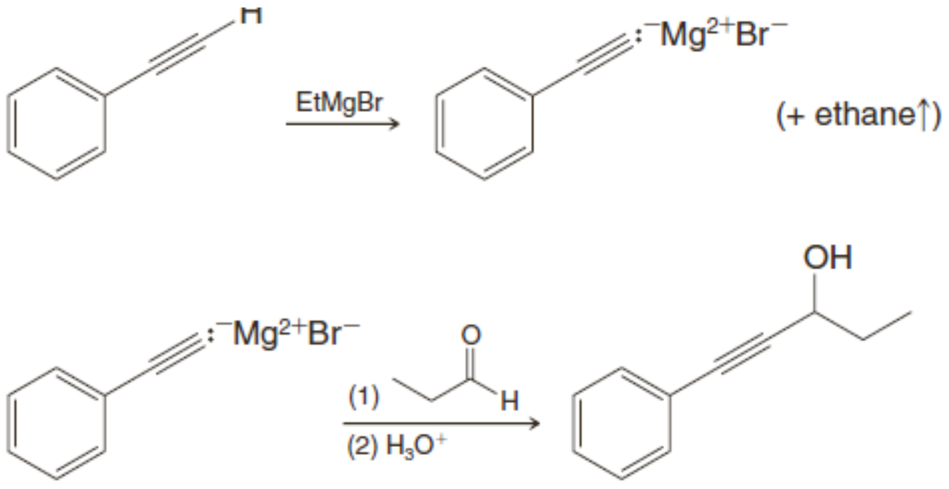
នេះមានន័យថា នៅពេលយើងទង្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ យើងត្រូវលីមីតលើអាល់គីលអាឡូសែនួ ឬអាឡូសែនួសរីវង្គដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូន សម្ព័ន្ធបីជាន់ សម្ព័ន្ធអេទែរ និងក្រុម -NR_2។

ប្រតិកម្មគ្រីញ៉ាដរួសទៅនឹងសមាសធាតុអាស៊ីតណាស់ ដែលនៅពេលយើងទង្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយ យើងត្រូវតែយកចិត្តទុកដាក់ជាពិសេសក្នុងការដកសំណើមពីឧបករណ៍របស់យើង ហើយយើងត្រូវប្រើជាតុរំលាយជាអេទែរស្ងួត។

ដូចដែលយើងទើបនឹងឃើញ អ៊ីដ្រូសែនអាសេទីលេនួជាមានលក្ខណៈអាស៊ីតគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការធ្វើប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ។ នេះគឺជាលីមីតដែលយើងអាចប្រើ។

- យើងអាចទង្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដអាសេទីលេនិចដោយឱ្យអាល់ស៊ីនចុងខ្សែប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបអាល់គីលគ្រីញ៉ាដ។

បន្ទាប់មក យើងអាចប្រើរ៉េអាក់ទីបអាល់គីលគ្រីញ៉ាដទាំងនេះដើម្បីធ្វើការសំយោគផ្សេងទៀត។ ឧទាហរណ៍៖



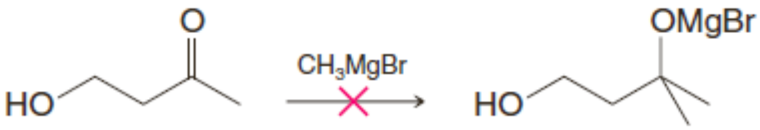
(52%)

- នៅពេលយើងធ្វើគម្រោងសំយោគគ្រីញ៉ាដមួយ យើងត្រូវតែយកចិត្តទុកដាក់ថា អាល់ដេអ៊ីតសេតូន អេប៉ុកស៊ីត ឬអេស្ទែរណាមួយដែលយើងប្រើជាអង្គធាតុមេប្រតិករមិនមានក្រុមអាស៊ីត ទេ។

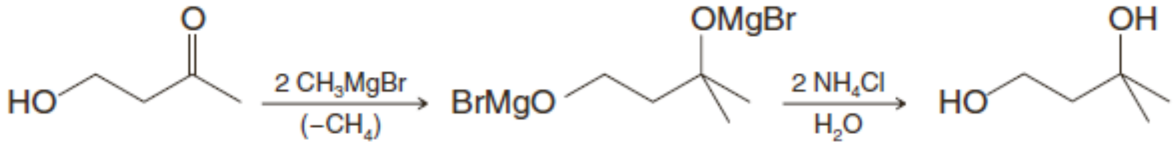
បើសិនជាយើងចង់ធ្វើដូចនេះ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដនឹងមានប្រតិកម្មដូចបាសមួយ ជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីត ជាជាងធ្វើប្រតិកម្មលើកាបូនកាបូនីល ឬអេប៉ុកស៊ីត ដូចនុយក្លេអូភីលមួយ។ ឧទាហរណ៍ បើសិនយើងដាក់ 4-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-ប៊ុយតាណូនជាមួយមេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ ប្រតិកម្មដែលកើតឡើងគឺ៖

4-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-ប៊ុយតាន

មិនមែន



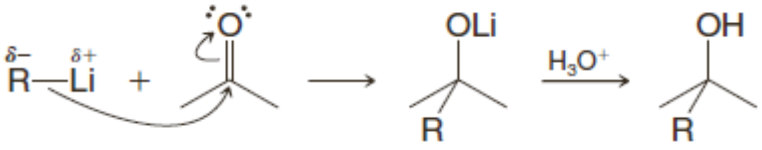
បើសិនយើងចង់ទធ្វើដោយចោល១ម៉ូលសមមូលនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ យើងអាចដាក់ 4-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-ប៊ុយតាណូនឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយ២ម៉ូលសមមូលនៃរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ យើងទទួលបានប្រតិកម្មបូកលើក្រុមកាបូនីល៖



ជួនកាលបច្ចេកទេសនេះត្រូវបានប្រើជាប្រតិកម្មខ្នាតតូច នៅពេលរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានតម្លៃថោក ហើយរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀតមានតម្លៃថ្លៃ។

៨.៣ បម្រើបម្រាស់រ៉េអាក់ទីបលីចូម

រ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គលីចូម (RLi) មានប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុកាបូនីលតាមមធ្យោបាយដូចគ្នានឹងរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ ហើយវាផ្តល់ជាវិធីសាស្រ្តមួយទៀតក្នុងការទធ្វើអាល់កុល។

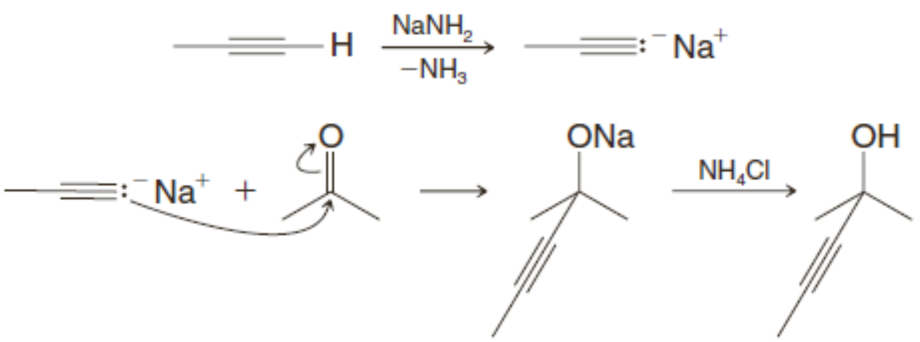


រ៉េអាក់ទីប សរីរាង្គលីចូម **អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន** **លីចូម អាល់កុកស៊ីត** **អាល់កុល**

រ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គលីចូមមានអត្ថប្រយោជន៍ត្រង់ថាវាជារ៉េអាក់ទីបខ្លាំងជាងរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ ទោះបីពួកវាមានការលំបាកក្នុងការទធ្វើ និងប្រើប្រាស់ក៏ដោយ។

៨.៤ បម្រើបម្រាស់សូដ្យូមអាល់ស៊ីន្ទ

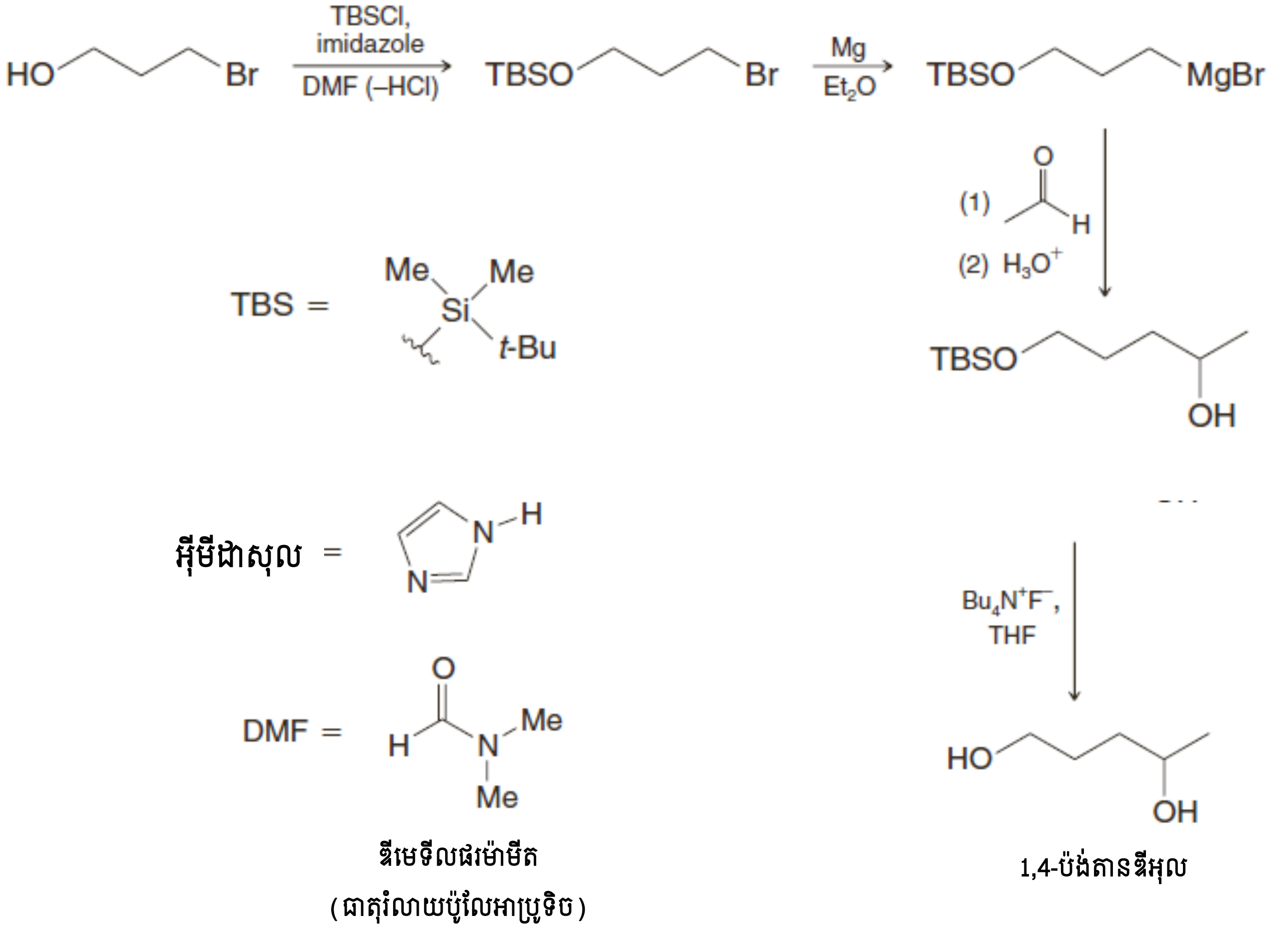
សូដ្យូមអាល់ស៊ីន្ទក៏មានប្រតិកម្មជាមួយអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនបង្កើតអាល់កុល។ ឧទាហរណ៍មួយបង្ហាញខាងក្រោម៖



៩. ក្រុមការពារ

- គេអាចប្រើក្រុមការពារមួយក្នុងករណីខ្លះដែលអង្គធាតុប្រតិករមួយមានក្រុមដែលមិនអាចទ្រាំទ្រនឹងល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្មចាំបាច់សម្រាប់ការបម្លែងមួយ។

ឧទាហរណ៍ បើសិនវាចាំបាច់ក្នុងការទធ្វើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយពីអាល់គីលអាឡូសែនមួយដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាល់កុលមួយរួចហើយ រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដនៅតែអាចទធ្វើ បើសិនជាអាល់កុលត្រូវបានការពារសិនដោយការបម្លែងទៅជាក្រុមបង្គុំនាទីមួយមានស្ថេរភាពក្នុងវត្តមានរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមួយ ដូចជាទែរ-ប៊ុយទីលឌីមេទីលស៊ីលីល (TBS) អេទែរ។ បន្ទាប់មកប្រតិកម្មគ្រីញ៉ាដត្រូវបានធ្វើឡើង ហើយក្រុមអាល់កុលដំបូងអាចត្រូវបានរំដោះមកវិញដោយការបណ្តាច់ស៊ីលីលអេទែរដោយអ៊ីយ៉ុងភ្លុយអរួ។ ឧទាហរណ៍ មួយគឺការសំយោគ 1,4-ប៉ង់តានឌីអុល។ យុទ្ធសាស្ត្រដូចគ្នានេះអាចត្រូវបានប្រើ នៅពេលរ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គ លីចូម ឬអាញ៉ុងអាល់ស៊ីនួត្រូវតែបានទធ្វើក្រោមវត្តមាននៃក្រុមមិនអាចទ្រាំទ្របាន។ ក្នុងមេរៀនក្រោយ យើងនឹងជួបប្រទះយុទ្ធសាស្ត្រជាច្រើនដែលអាចប្រើដើម្បីការពារក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀតក្នុងប្រតិកម្មផ្សេងៗ។



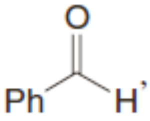
លំហាត់មេរៀនទី១២

រ៉េអាក់ទីប និងប្រតិកម្ម

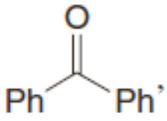
១. តើផលិតផលអ្វីដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបានពីប្រតិកម្មរបស់អេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួ (CH_3CH_2MgBr) ជាមួយរ៉េអាក់ទីបនីមួយៗខាងក្រោម ?

(a) H_2O

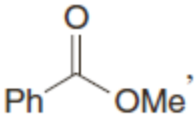
(b) D_2O

(c) 

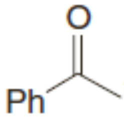
, then H_3O^+

(d) 

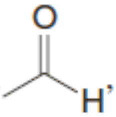
, then NH_4Cl, H_2O

(e) 

, then NH_4Cl, H_2O

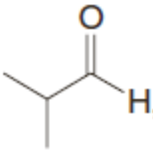
(f) 

, then NH_4Cl, H_2O

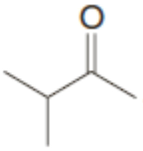
(g)
H, then 

, then H_3O^+

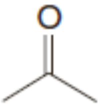
២. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបានពីប្រូពីលលីចូម($CH_3CH_2CH_2Li$)ជាមួយរ៉េអាក់ទីបនីមួយៗខាងក្រោម ?

(a) 

, then H_3O^+

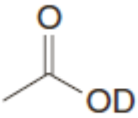
(b) 

, then NH_4Cl, H_2O

(c) 1-Pentyne, then 

, then NH_4Cl, H_2O

(d) Ethanol

(e) 

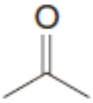
៣. តើផលិតផល (ឬផលិតផលច្រើន) ដែលអាចកកើតពីប្រតិកម្មនៃ 1-ប្រូម៉ូ-2-មេទីលប្រូប៉ាន (អ៊ីសូប៊ុយទីលប្រូមួ) ក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌនីមួយៗខាងក្រោម?

(a) HO^-, H_2O

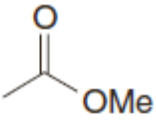
(b) NC^-, ethanol

(c) *t*-BuOK, *t*-BuOH

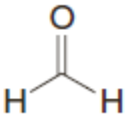
(d) MeONa, MeOH

(e) (1) Li, Et_2O; (2)  ; (3) NH_4Cl, H_2O

(f) Mg, Et_2O, then $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}H$, then H_3O^+

(g) (1) Mg, Et_2O; (2)  ; (3) NH_4Cl, H_2O

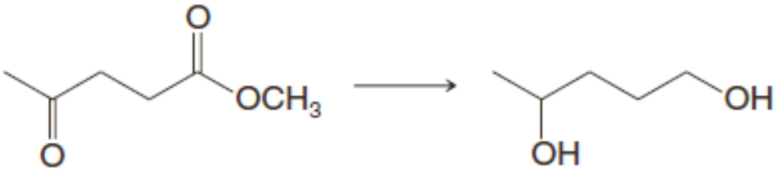
(h) (1) Mg, Et_2O; (2) ; (3) H_3O^+

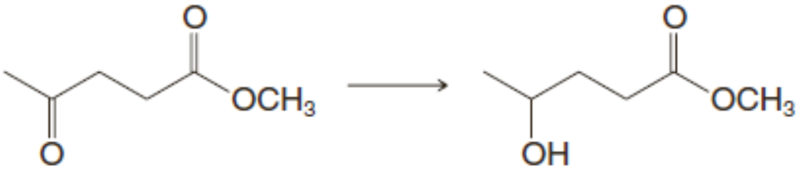
(i) (1) Mg, Et_2O; (2)  ; (3) NH_4Cl, H_2O

(j) Li, Et_2O; (2) MeOH

(k) Li, Et_2O; (2) $H-C\equiv C-H$

៤. តើភ្នាក់ងាររេដុកម្ម ឬអុកស៊ីតកម្មណាដែលអ្នកត្រូវប្រើសម្រាប់ការបម្លែងខាងក្រោម?

(a)


(b)


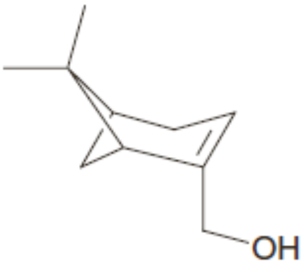
(c)

(d)

(e)

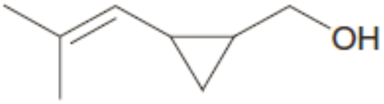
៥. ចូរសរសេរល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្ម និងផលិតផលពីអុកស៊ីតកម្មSwernនៃសមាសធាតុខាងក្រោម៖

(a)



Myrtenol

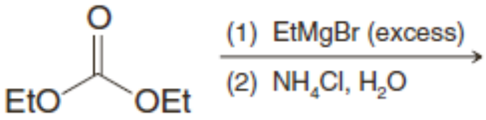
(b)



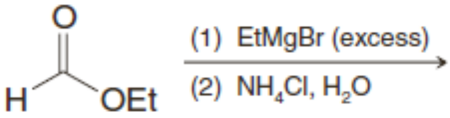
chrysanthemyl alcohol

៦. ចូរឱ្យផលិតផលប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a)

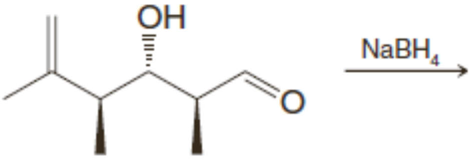


(b)

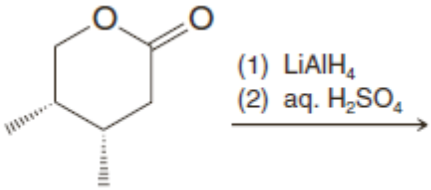


៧. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គពីប្រតិកម្មរេដុកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

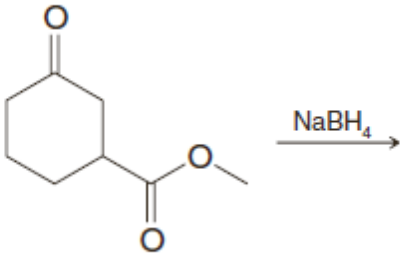
(a)



(b)

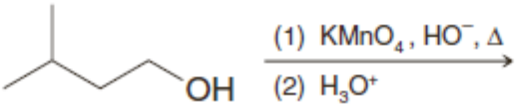


(c)

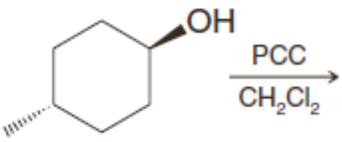


៨. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គពីប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មខាងក្រោម៖

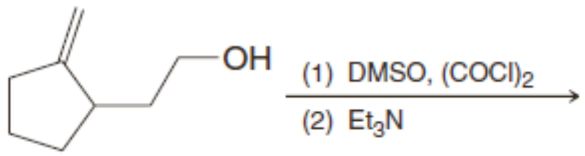
(a)



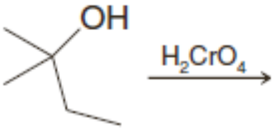
(b)



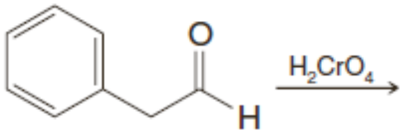
(c)



(d)

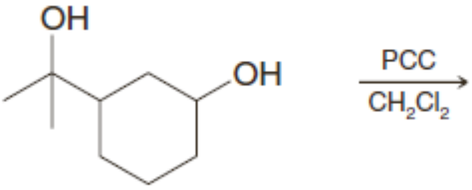


(e)

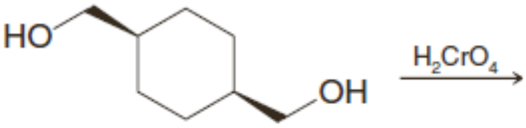


៩. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គដែលបានមកពីប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម និងរេដុកម្មខាងក្រោម៖

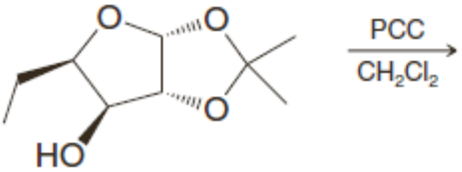
(a)



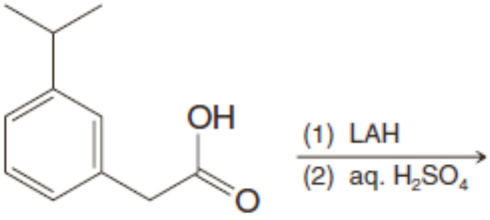
(b)



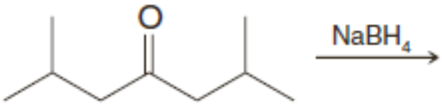
(c)



(d)

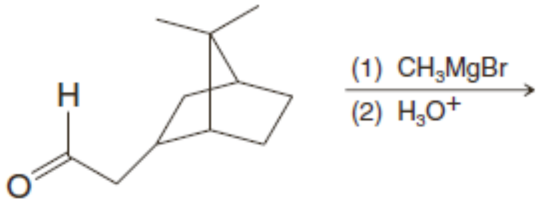


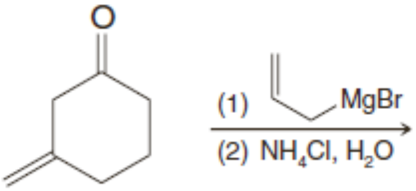
(e)

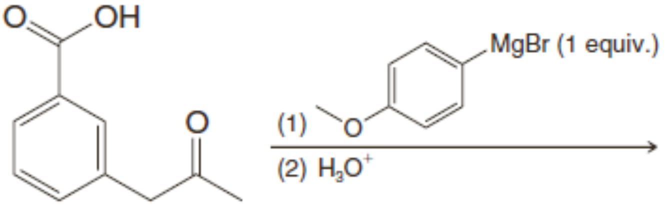


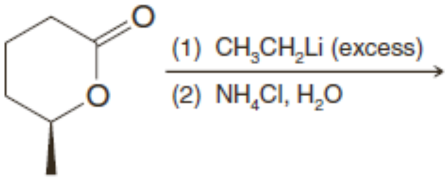
១០. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គឧត្តមភាពពីប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

(a)

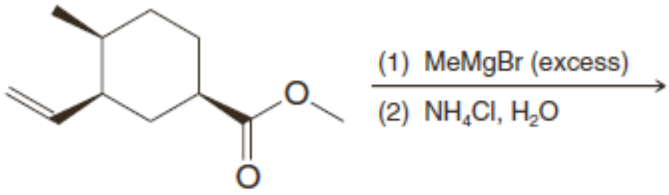


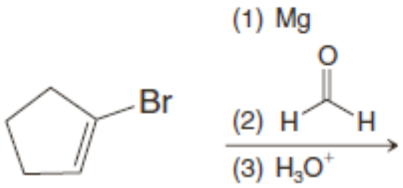
(b)


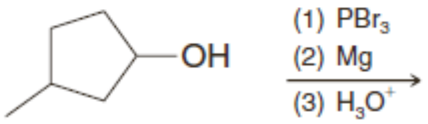
(c)


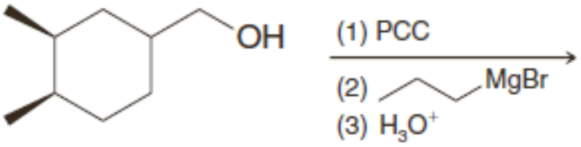
(d)


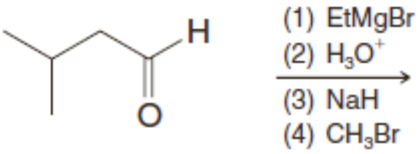
១១. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

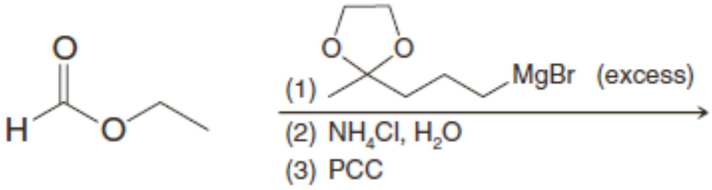
(a)


(b)


(c)


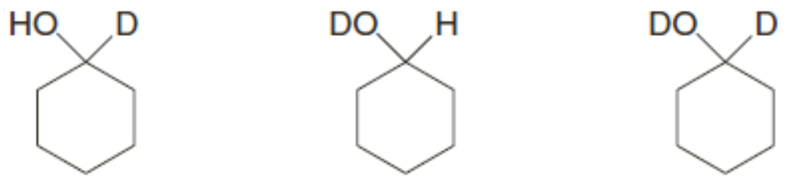
(d)


(e)


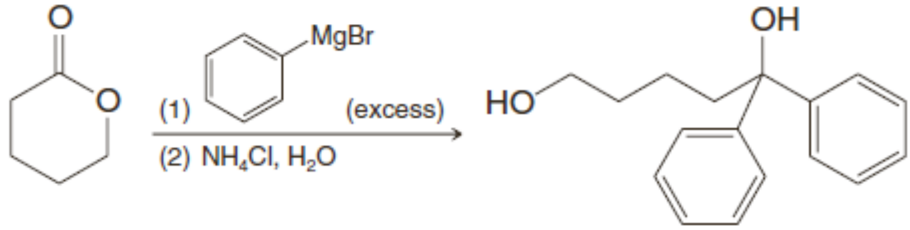
(f)


ចលនការប្រតិកម្ម

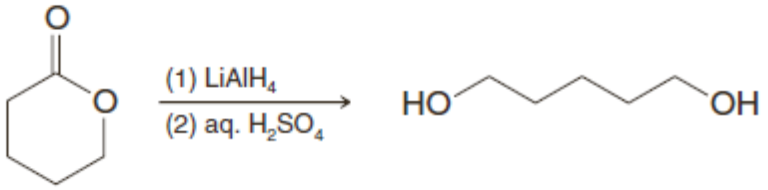
១២. ចូរធ្វើការសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមពីស៊ីក្លូអិចសាណូន។ ប្រើ D ដើម្បីបញ្ជាក់អាតូមដឺតេរ្យ៉ូមក្នុងរ៉េអាក់ទីប ឬធាតុរំលាយសមស្របលើកន្លែងដែលអាចជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែន។



១៣. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម។ ចូរដាក់បន្ទុកលើអាតូម និងសញ្ញាព្រួញកោងដើម្បីបង្ហាញចលនាអេឡិចត្រុងក្នុងដំណាក់កាលទាំងអស់។

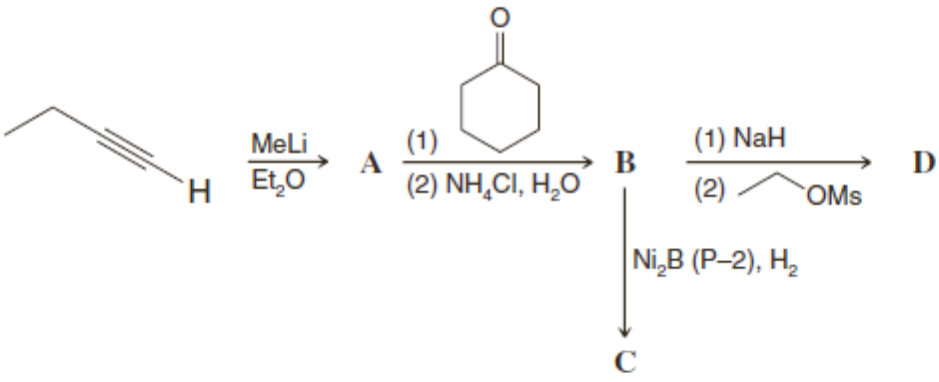


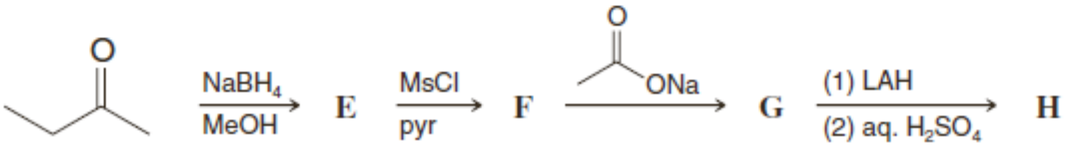
១៤. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម។ អ្នកអាចប្រើ H^- តាងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួពី$LiAlH_4$ ក្នុងចលនការរបស់អ្នក។ ចូរដាក់បន្ទុកលើអាតូម និងសញ្ញាព្រួញកោងដើម្បីបង្ហាញចលនារបស់អេឡិចត្រុងក្នុងដំណាក់កាលទាំងអស់។



ការសំយោគ

១៥. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គ A – H ដែលអ្នករំពឹងថានឹងទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



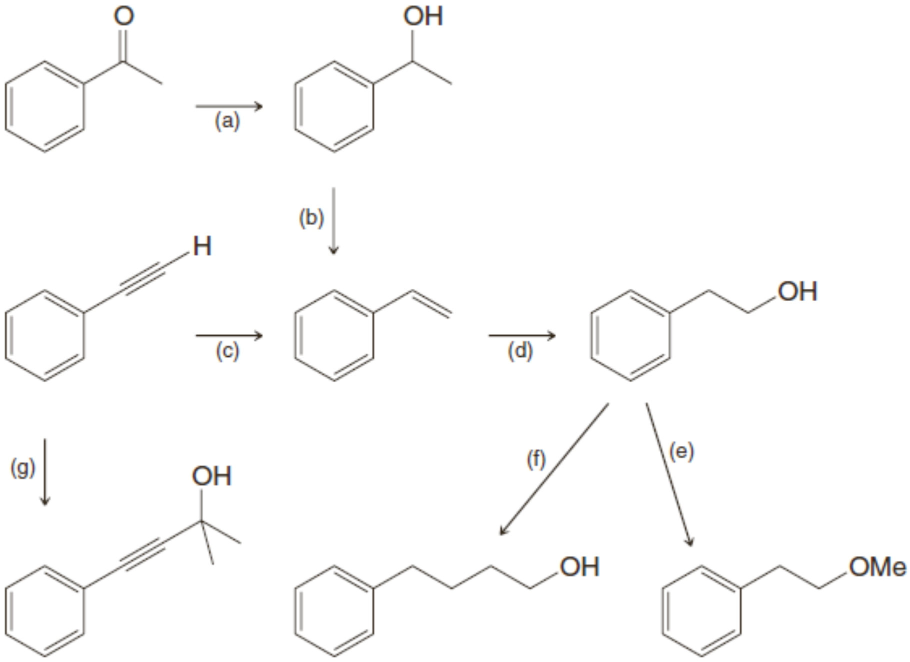


១៦. ចូរឱ្យដំណាក់កាលសំយោគទាំងអស់ដែលអាចបម្លែង 2-ប្រូប៉ាណុល (អ៊ីសូប្រូពីលអាល់កុល) ទៅ ជាសមាសធាតុខាងក្រោម៖

១៧. ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែល1-ប៉ង់តាណុលត្រូវបានបម្លែងទៅជាសមាសធាតុខាងក្រោម (អ្នកអាចប្រើ រ៉េអាក់ទីបអសរីរាង្គដែលត្រូវការ)។

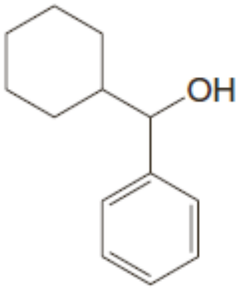
a. 1-ប្រូម៉ូប៉ិុយតាន
b. 1-ប៉ង់តែន
c. 2-ប៉ង់តាណុល
d. ប៉ង់តាន
e. 2-ប្រូម៉ូប៉ង់តាន
f. 1-អ៊ិចសាណុល
g. 1-អ៊ិបតាណុល
h. ប៉ង់តាណាល់
i. 2-ប៉ង់តាណូន
j. អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច
k. ឌីអេទីលអេទែរ (២ផ្លូវ)
l. 1-ប៉ង់ទីន
m. 2-ប្រូម៉ូ-1-ប៉ង់តែន
n. ប៉ង់ទីលលីចូម
o. 4-មេទីល-4-ណូណាណុល

១៨. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការដើម្បីបម្លែងពី (a)–(g)។ អ្នកអាចត្រូវការច្រើនជាងមួយដំណាក់កាល។

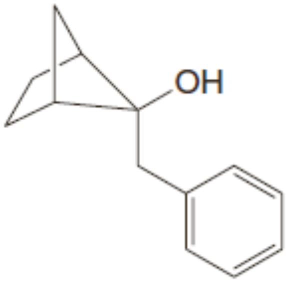


១៩. ចំពោះអាល់កុលនីមួយខាងក្រោម ចូរសរសេរការវិភាគសំយោគត្រលប់ និងការសំយោគដែលទាក់ទងនឹងរ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គលោហៈ (អាចជារ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ ឬរ៉េអាក់ទីបអាល់គីលលីចូម)

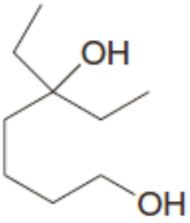
(a)



(b)



(c)

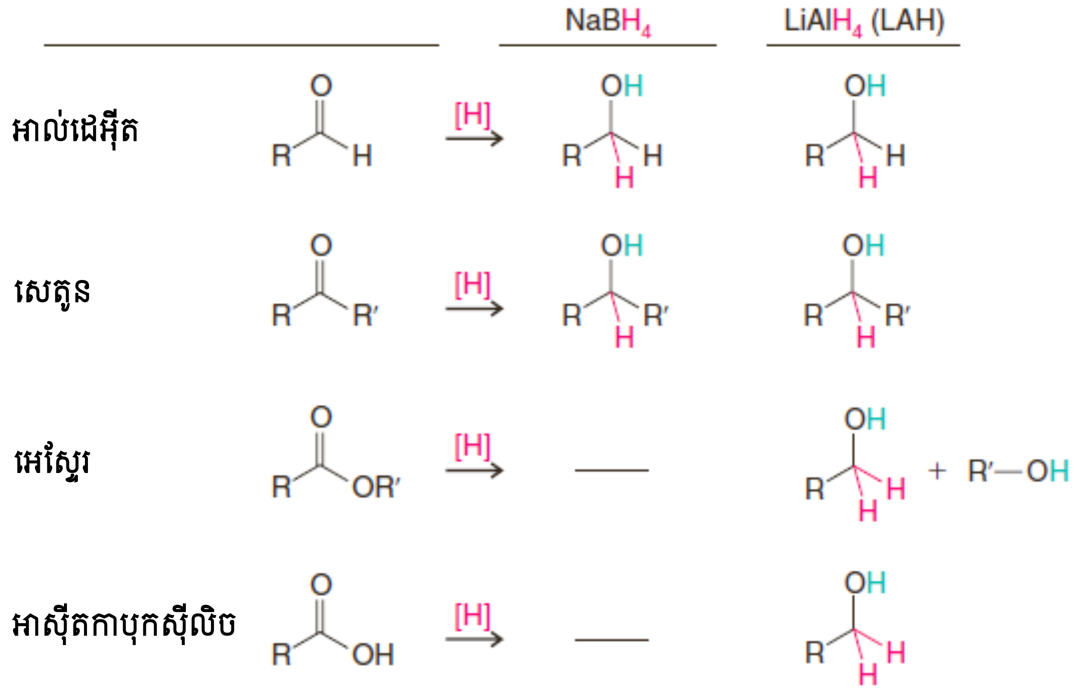


សង្ខេប និងរំលឹក
ខ្សែសំយោគអាល់កុល និងសមាសធាតុកាបូនីល

១. ប្រតិកម្មរេដុកម្មកាបូនីល

- អាល់ដេអ៊ីតទៅអាល់កុលថ្នាក់ទី១
- អេស្ទែរទៅអាល់កុល
- សេតូនទៅអាល់កុលថ្នាក់ទី២
- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចទៅអាល់កុលថ្នាក់ទី១

អង្គធាតុមេប្រតិករ **ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម**

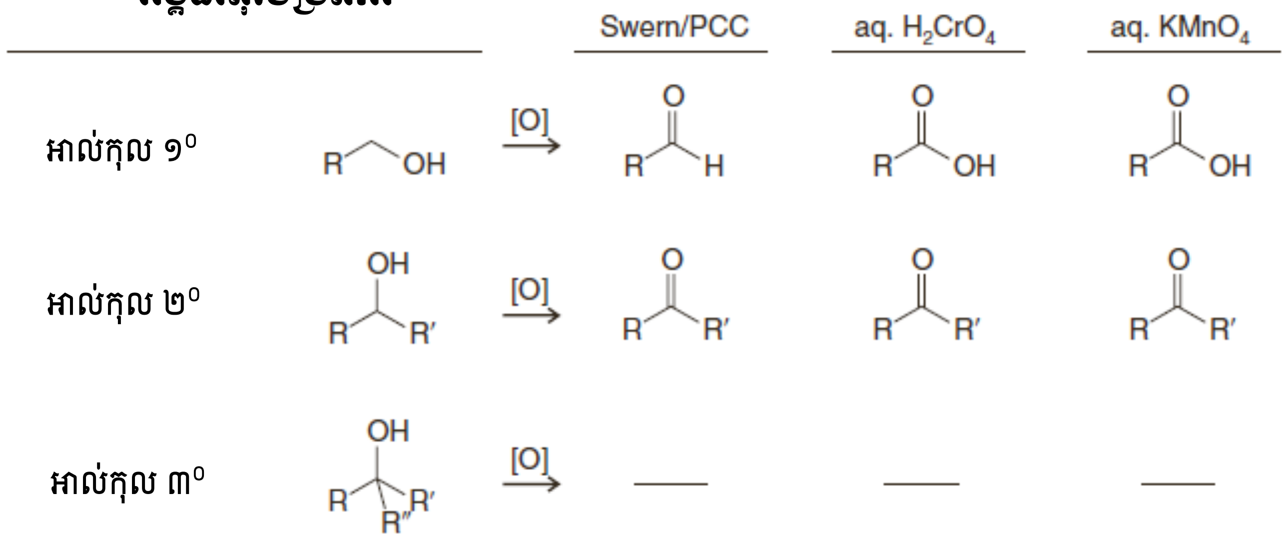


២. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់កុល

- អាល់កុលថ្នាក់ទី១ទៅអាល់ដេអ៊ីត
- អាល់កុលថ្នាក់ទី២ទៅសេតូន
- អាល់កុលថ្នាក់ទី១ទៅអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

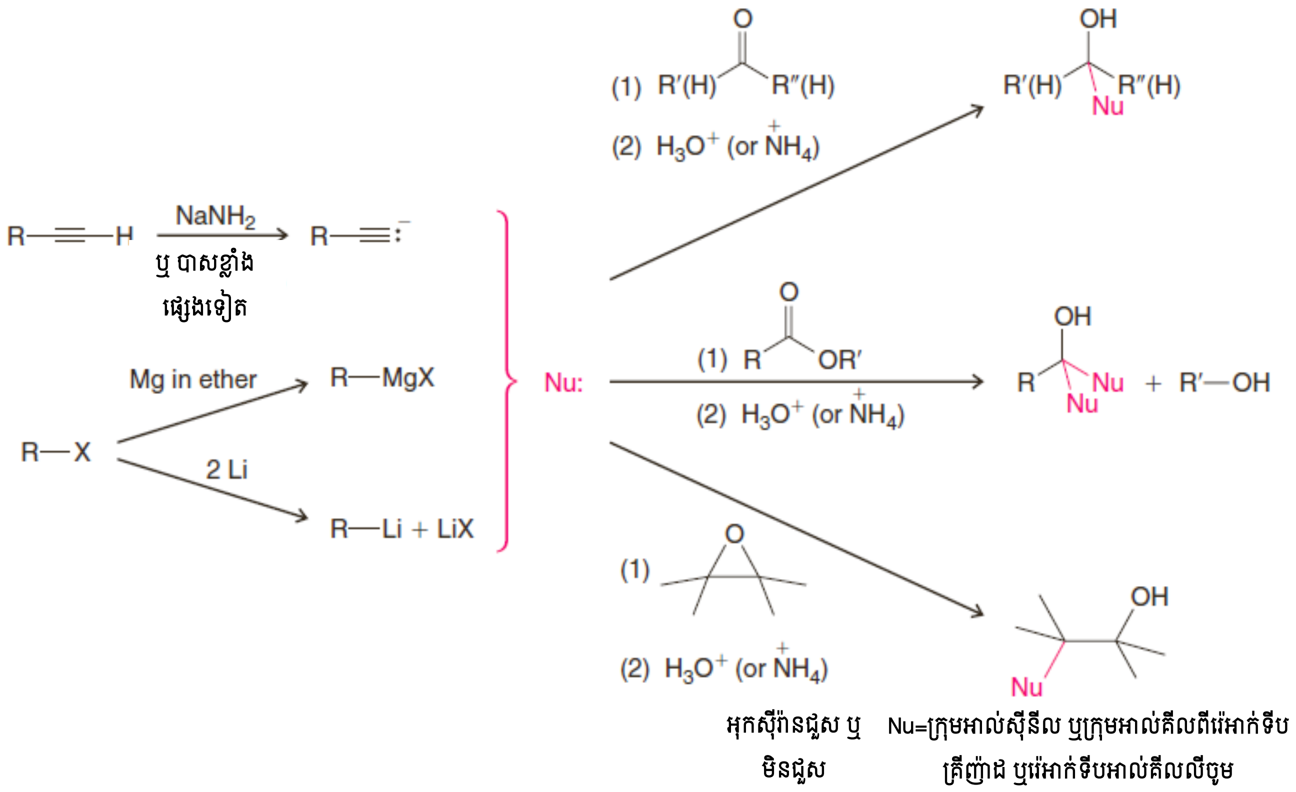
ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម[O]

អង្គធាតុមេប្រតិករ



៣. ប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន

- ការកកើតអាញ៉ុងអាល់ស៊ីនួ
- ការកកើតរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ
- ការកកើតរ៉េអាក់ទីបអាល់គីលលីចូម
- ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន
- ប្រតិកម្មបើកវង់នុយក្លេអូភីលនៃអេប៉ុកស៊ីត

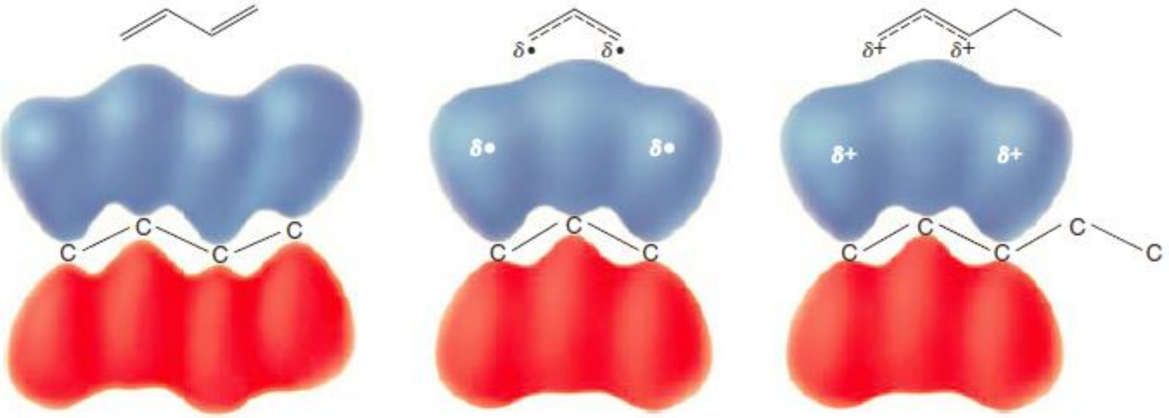


មេរៀនទី១៣

ប្រព័ន្ធឆ្លាស់មិនឆ្អែត

១. សេចក្តីផ្តើម

ប្រព័ន្ធឆ្លាស់ (conjugated systems) ទាក់ទងនឹងអាតូមមួយមានអរប៊ីតាល់p នៅជាប់នឹងសម្ព័ន្ធπ។ អាតូមនៅជាប់គ្នាជាមួយអរប៊ីតាល់p អាចជាផ្នែកមួយនៃសម្ព័ន្ធπ ដូចជាក្នុង1,3-ប៊ុយតាឌីអែន ឬ អង្គធាតុកណ្តាលរ៉ាឌីកាល់សេរី កាចុង ឬអាញ៉ុងមួយ។ បើសិនជាឧទាហរណ៍មួយបានមកពីក្រុមប្រូប៉ែនីលឈ្មោះអសជារណៈរបស់របស់ក្រុមនេះគឺ**អាលីល**។ ជាទូទៅ នៅពេលយើងពិចារណាលើរ៉ាឌីកាល់សេរី កាចុង ឬអាញ៉ុង ដែលនៅជាប់សម្ព័ន្ធπមួយ ឬច្រើនក្នុងម៉ូលេគុលមួយក្រៅពីប្រូប៉ែន ទីតាំងនៅជាប់នេះត្រូវបានគេហៅ ថា**អាលីលិច**។ យើងបង្ហាញរូបមន្តប៊ុយតាឌីអែន អ៊ីប្រ៊ីតវេសូណង់របស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល និង**កាបូកាចុង អាលីលិច** និងតំណាងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលតាងឱ្យម៉ូលេគុលនីមួយៗ ដូចខាងក្រោម។



1,3-ប៊ុយតាឌីអែន (ឌីអែនឆ្លាស់មួយ) រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល កាបូកាចុងអាលីល

ប្រតិកម្មជំនួសរ៉ាឌីកាល់សេរីនៅលើទីតាំងអាលីលិចមួយ ដូចដែលយើងឃើញក្នុងមេរៀនទី១០ ត្រូវបានសម្របសម្រួលយ៉ាងខ្លាំង ពីព្រោះអង្គធាតុកាលរ៉ាឌីកាល់សេរីជាផ្នែកមួយរបស់ប្រព័ន្ធឆ្លាស់មួយ។

២. ស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល

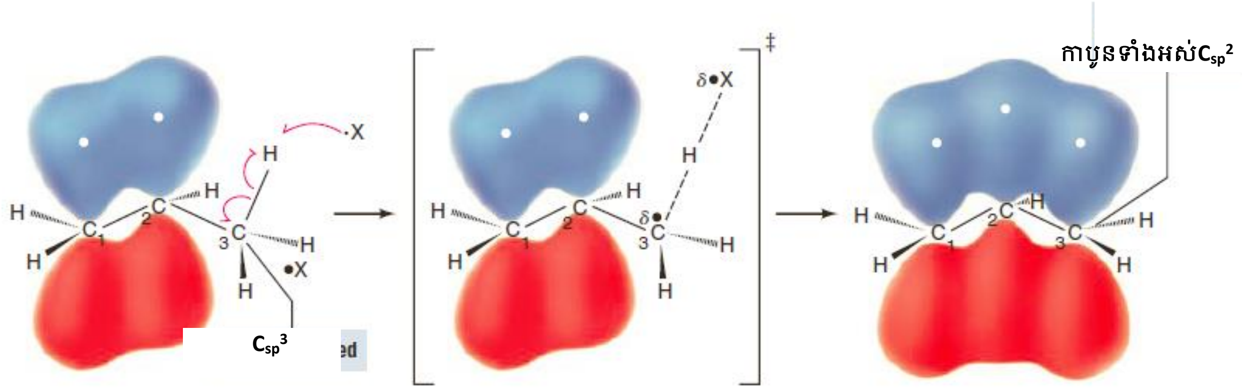
ការពន្យល់ពីស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលអាចត្រូវបានគេធ្វើឡើងតាមមធ្យោបាយពីរៈ តាមទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល និងតាមទ្រឹស្តីរេសូណង់។ ដូចដែលយើងនឹងឃើញ យុទ្ធសាស្ត្រទាំងពីរនេះអាចធ្វើឱ្យយើងបរិយាយពីរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល។ ទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលមានភាពងាយស្រួលក្នុងការសង្កេតជាង ដូចនេះយើងចាប់ផ្តើមដោយប្រើវា។

២.១ ការបរិយាយអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនៃរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល

នៅពេលអាតូមអ៊ីដ្រូសែនអាលីលត្រូវបានដកចេញពីប្រូប៉ែន (មើលដ្យាក្រាមខាងក្រោម) អាតូមកាបូនsp^3 នៃក្រុមមេទីលប្រែប្រួលភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្មទៅជា sp^2 (មើលមេរៀនទី១០ ផ្នែកទី៦)។ អរប៊ីតាល់p របស់អាតូមកាបូនអ៊ីប្រ៊ីត sp^2 គ្របដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់ p របស់អាតូមកាបូនមណ្ឌល។

- ក្នុងរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល អរប៊ីតាល់pបីគ្របដណ្តប់បង្កើតឈុតមួយនៃអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπ ដែលរុំព័ទ្ធអាតូមកាបូនទាំងបី។

- អរបីតាល់pថ្មីនៃរ៉ាឌីកាល់សេរីត្រូវបានគេនិយាយថា*ឆ្លាស់*ជាមួយសម្ព័ន្ធពីរជាន់ហើយរ៉ាឌីកាល់សេរីត្រូវបានគេនិយាយថាជា ***ប្រព័ន្ធឆ្លាស់មិនឆ្អែត*** (conjugated unsaturated system)។
- អេឡិចត្រុងសេរីនៃរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល និងអេឡិចត្រុងពីរនៃសម្ព័ន្ធπមិនបោះទីតាំងលើអាតូមកាបូនបី។

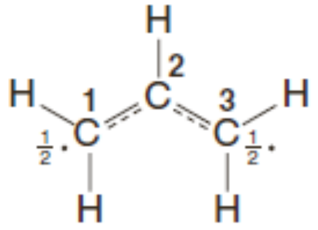


អរូបកម្មអ៊ីដ្រូសែន **អន្តរភាព** **រ៉ាឌីកាល់អាលីលមិនដៅកន្លែង**

ការមិនដៅកន្លែងនៃអេឡិចត្រុងសេរីធ្វើឱ្យរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលមានស្ថេរភាពខ្ពស់ បើប្រៀបធៀបជាមួយរ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣។ ទោះបីការមិនដៅកន្លែងខ្លះកើតឡើងក្នុងរ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ ក៏ដោយ ការមិនដៅកន្លែងនេះមិនមានឥទ្ធិពលទេ ពីព្រោះវាកើតឡើងតែតាមផលអ៊ីពែរកុងជូកាស្យុង (មេរៀនទី៦ ផ្នែកទី១១) តាមសម្ព័ន្ធσប៉ុណ្ណោះ។

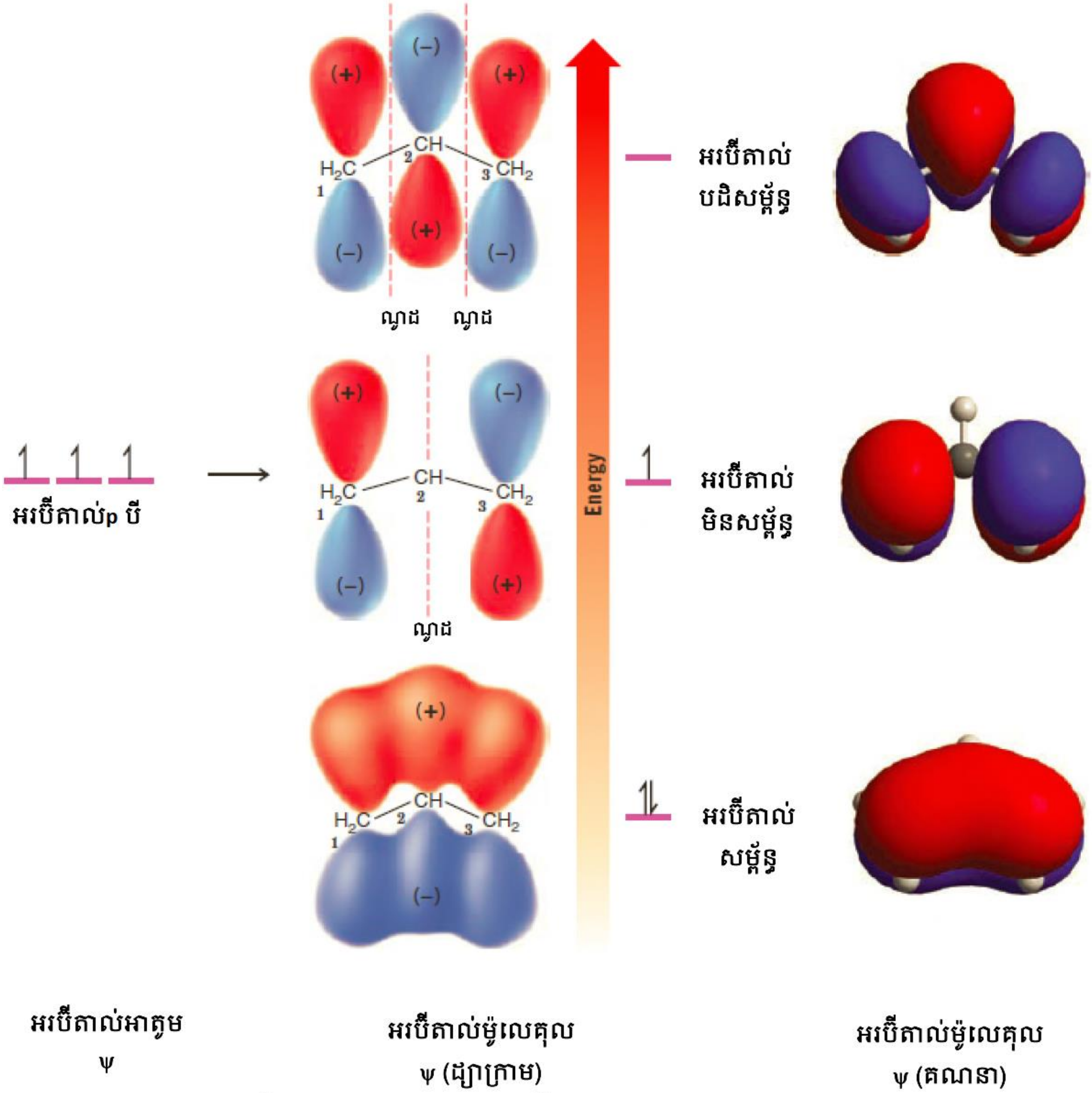
ដ្យាក្រាមក្នុងរូប១៣.១បង្ហាញពីរបៀបដែលអរបីតាល់pនៃរ៉ាឌីកាល់អាលីលផ្គុំចូលគ្នា បង្កើតជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπបី។ (ចូរចងចាំថា ៖ ចំនួនអរបីតាល់ម៉ូលេគុលដែលកើតឡើងតែងតែមានចំនួនស្មើទៅនឹងអរបីតាល់អាតូមដែលផ្គុំគ្នានោះ (មេរៀនទី១ ផ្នែកទី១១)។ អរបីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធπ មានថាមពលទាបជាងគេវារុំព័ទ្ធអាតូមទាំងបី និងមានអេឡិចត្រុង១គូមានស្ពីនប្រាស។ អរបីតាល់π សម្ព័ន្ធបានមកពីអរបីតាល់pមានឡូបផាស ដូចគ្នាគ្របដណ្តប់គ្នារបស់អាតូមកាបូនពីរជាប់គ្នា។ ការគ្របដណ្តប់បែបនេះបង្កើនដង់ស៊ីតេ អេឡិចត្រុងπក្នុងតំបន់ចន្លោះអាតូមដែលត្រូវការវាចងសម្ព័ន្ធ។ អរបីតាល់πមិនសម្ព័ន្ធមានអេឡិចត្រុងសេរីមួយ ហើយវាមានណូដនៅលើអាតូមកាបូនកណ្តាល។ ណូដនេះមានន័យថា អេឡិចត្រុងសេរីនេះមានទីតាំងរីកលើកាបូន1 និង 3 ប៉ុណ្ណោះ។ អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπបដិសម្ព័ន្ធកើតឡើងនៅពេលឡូបអរបីតាល់មានសញ្ញផ្ទុយគ្នាគ្របដណ្តប់គ្នា រវាងអាតូមកាបូនជាប់គ្នា។ ការគ្របដណ្តប់នេះមានន័យថា ក្នុងអរបីតាល់បដិសម្ព័ន្ធπ មានណូដមួយចន្លោះគូ អាតូមកាបូននីមួយៗ។ អរបីតាល់បដិសម្ព័ន្ធរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលមានថាមពលខ្ពស់ជាងគេ ហើយវានៅ ទំនេរក្នុងភាពគ្រឹះរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីនេះ។

យើងអាចបង្ហាញរូបភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីតាមទ្រឹស្តីអរបីតាល់ម៉ូលេគុលដូចខាងក្រោម៖



យើងប្រើបន្ទាត់ដាច់ដើម្បីសម្គាល់កាបូន-កាបូនទាំងពីរដែលជាសម្ព័ន្ធពីរជាន់ដោយផ្នែក។ តាមរូបនេះ ទ្រឹស្តីអរបីតាល់ម៉ូលេគុលប្រាប់យើងថា៖ *មានសម្ព័ន្ធπមួយដែលចូលរួមបង្កើតដោយអាតូមកាបូនបី*។ យើងក៏បាន

ដាក់សញ្ញា ½ ក្បែរអាតូមC1 និង C3ដែរ។ តំណាងនេះតាងឱ្យអ្វីដែលទ្រឹស្តីម៉ូលេគុលទី២ប្រាប់យើងថា៖ *ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពីអេឡិចត្រុងសេរីស្មើគ្នានៅលើអាតូម C1 និង C3*។ ចុងក្រោយ ភាពគ្រប់គ្រាន់របស់រូប អរបីតាល់ម៉ូលេគុលនៃរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលគឺ៖ ចុងទាំងពីររបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីគឺ *សមមូលគ្នា*។



រូប១៣.១ បន្សំនៃអរបីតាល់អាតូមp បីបង្កើតជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុល π បីក្នុងរាឌីកាល់សេរីអាលីល។

២.២ ការបរិយាយរេសូណង់នៃរ៉ាឌីកាល់អាលីល

ទម្រង់មួយដែលយើងអាចសរសេរឱ្យរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលគឺA ៖

A

ប៉ុន្តែ យើងអាចសរសេរទម្រង់សមមូលមួយទៀតគឺ B៖

B

ក្នុងការសរសេរទម្រង់របស់ B យើងមិនមានន័យថា យើងយកម៉ូលេគុលAមកត្រលប់នោះទេ។ យើងមិនបានរំកិលណ្វៃយ៉ូទេ។ អ្វីដែលយើងធ្វើគឺរំកិលអេឡិចត្រុងតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម៖

ទ្រឹស្តីរេសូណង់ប្រាប់យើងថា នៅពេលអាចសរសេរទម្រង់ពីររបស់ប្រភេទគីមីមួយ *ដែលខុសគ្នាតែទីតាំងអេឡិចត្រុង* ហើយប្រភេទគីមីនោះមិនអាចតាងដោយទម្រង់មួយណាតែឯងបានទេ ប៉ុន្តែអាចតាងដោយ*អ៊ីប្រ៊ីត*របស់ទម្រង់ទាំងពីរ។ យើងតាងអ៊ីប្រ៊ីតតាមមធ្យោបាយពីរ។ យើងអាចតាងទាំងទម្រង់ A និង B និងភ្ជាប់ពួកវាដោយសញ្ញាព្រួញក្បាលសងខាង ដែលសញ្ញាព្រួញពិសេសតាងឱ្យទម្រង់រេសូណង់៖

A B

ឬយើងអាចសរសេរទម្រង់តែមួយគឺ C ដែលជាល្បាយនៃទម្រង់រេសូណង់ទាំងពីរ៖

C

បន្ទាប់មក យើងឃើញថា ទ្រឹស្តីរេសូណង់អាចឱ្យយើងទទួលបាននូវរូបភាពរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលដូចគ្នាទៅនឹងរូបភាពដែលយើងទទួលបានពីទ្រឹស្តីអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ទម្រង់Cបរិយាយអំពីសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូននៃរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលជាសម្ព័ន្ធពីរជាន់ដោយផ្នែក។ ទម្រង់រេសូណង់ A និង B ក៏ប្រាប់យើងថា អេឡិចត្រុងសេរីមានតែនៅលើអាតូមC1និងC3។ យើងបញ្ជាក់វាដោយដាក់δក្បែរC1និងC3។ ដោយសារ តែទម្រង់រេសូណង់ A និង B សមមូលគ្នា ដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពីអេឡិចត្រុងសេរីត្រូវបានដាក់រួមស្មើគ្នារវាង C1 និង C3។

ក្បួនមួយទៀតក្នុងទ្រឹស្តីរេសូណង់មានដូចខាងក្រោម៖

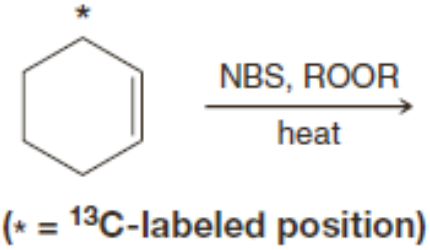
- នៅពេលទម្រង់រេសូណង់សមមូលជាច្រើនអាចត្រូវបានសរសេរតាងឱ្យប្រភេទគីមីមួយ ប្រភេទគីមីនោះមានស្ថេរភាពជាងប្រភេទគីមីដែលមានទម្រង់រេសូណង់តែមួយ។

បើសិន យើងពិចារណាលើ A ឬ B តែឯង យើងអាចសម្រេចខុសថា វាដូចគ្នាទៅនឹងរ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី១។ ដូចនេះ យើងអាចប៉ាន់ស្មានស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលថាជារ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី១។ ធ្វើដូច្នេះ យើងមិនអាចប៉ាន់ស្មានស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលបានទេ។ ប៉ុន្តែ ទ្រឹស្តីរេសូណង់ប្រាប់យើងថា ដោយសារតែA និង Bជា*ទម្រង់រេសូណង់សមមូលគ្នា* រ៉ាឌីកាល់អាលីលគួរតែមានស្ថេរភាពជាងរ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី១។ ទំនាក់ទំនងនេះត្រូវបានបង្ហាញដោយពិសោធន៍ ៖ **រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលមានស្ថេរភាពខ្លាំងជាងរ៉ាឌីកាល់សេរីថ្នាក់ទី៣**។

យើងអាចកត់ចង្អុលថា ទម្រង់មួយដែលមានអេឡិចត្រុងសេរីស្ថិតនៅលើអាតូមកាបូនមណ្ឌលនៃប្រព័ន្ធអាលីល ដូចបានបង្ហាញពេលនេះ វាមិនមែនជាទម្រង់រេសូណង់ពិតប្រាកដ ពីព្រោះទ្រឹស្តីរេសូណង់ កំណត់ថាទម្រង់រេសូណង់ត្រូវបានតែមានចំនួនអេឡិចត្រុងសេរីដូចគ្នា។ ទម្រង់នេះបង្ហាញអេឡិចត្រុងសេរីបីតែទម្រង់រេសូណង់ផ្សេងទៀតរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលមានអេឡិចត្រុងសេរីតែមួយ។

ទម្រង់រេសូណង់មិនត្រឹមត្រូវ

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១៖ ចូរពិចារណាលើអាលីលិចប្រូមូនៃស៊ីក្លូអិចសែនមួយដែលគេសម្គាល់ស្លាក C3 ដោយ ^{13}C ។ ដោយមិនគិតពីស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែរ តើផលិតផលអ្វីដែលយើងទទួលបានពីប្រតិកម្មនេះ?

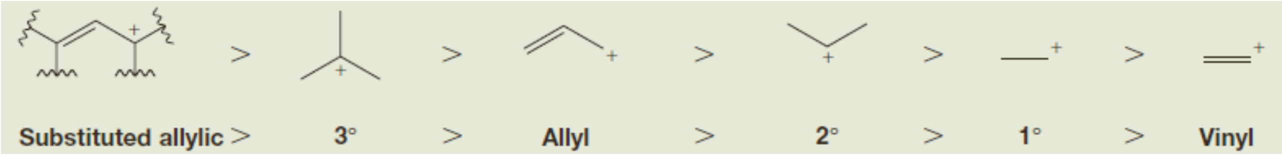


៣. កាចុងអាលីល

កាបូកាចុងអាចជាកាបូកាចុងអាលីលផងដែរ។

- **កាចុងអាលីល (ប្រូប៉ែនីល)** មានស្ថេរភាពជាងកាបូកាចុងថ្នាក់ទី២ និងមានស្ថេរភាពដូចកាបូកាចុងថ្នាក់ទី៣មួយ។

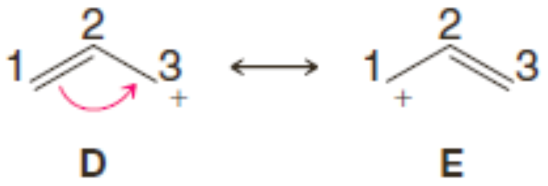
លំដាប់ស្ថេរភាពកាបូកាចុង៖



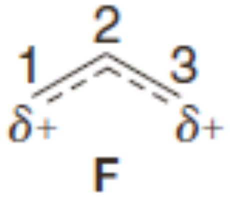
ការបរិយាយអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនៃកាចុងអាល់គីលត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៣.២។

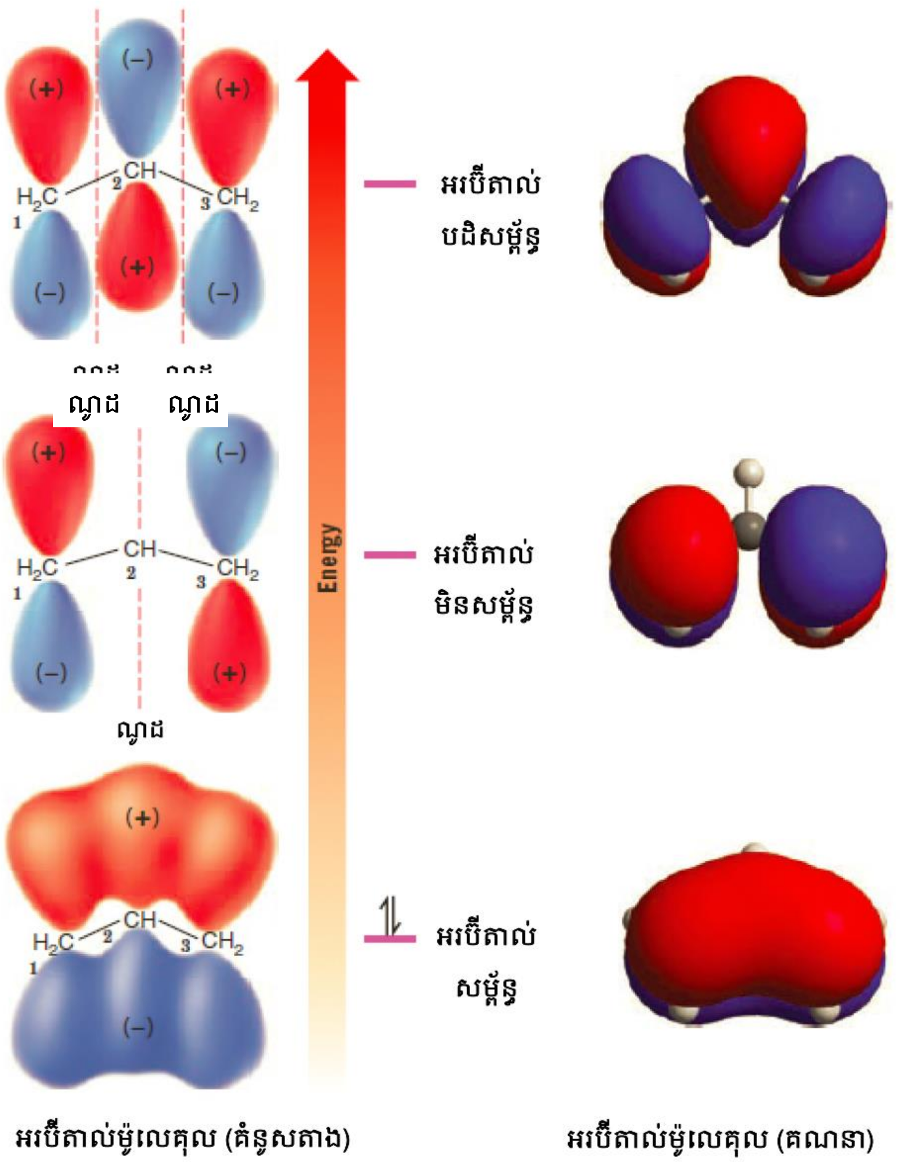
អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπសម្ព័ន្ធរបស់កាចុងអាល់គីល ដូចអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរ៉ាឌីកាល់អាលីលដែរ (រូប ១៣.១) មានអេឡិចត្រុងគូស្ទីនពីរ។ តែអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπ មិនសម្ព័ន្ធរបស់កាចុងអាលីលនៅទទេរ។

ទ្រឹស្តីរេសូណង់បង្ហាញកាចុងអាលីលជាអ៊ីប្រ៊ីតមួយនៃទម្រង់ D និង E ដែលតាងដូចខាងក្រោម៖



ដោយសារតែ D និង E ជាទម្រង់រេសូណង់សមមូល ទ្រឹស្តីរេសូណង់អាចទស្សន៍ទាយថាកាចុងអាលីល អាចមានស្ថេរភាពខុសពីធម្មតា។ ដោយសារតែបន្ទុកវិជ្ជមានស្ថិតនៅលើ C3 ក្នុង D និងលើC1 ក្នុងE ទ្រឹស្តីរេសូណង់ប្រាប់យើងថាបន្ទុកវិជ្ជមានគួរតែមិនដៅកន្លែងលើអាតូមកាបូនទាំងពីរ។ C2មិនមានបន្ទុកវិជ្ជមានទេ។ ទម្រង់អ៊ីប្រ៊ីត F បង្ហាញបន្ទុក និងសម្ព័ន្ធពីទម្រង់រេសូណង់D និង E ទាំងពីរ។





រូប១៣.២ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπរបស់កាចុងអាលីល

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.២៖

a. ចូរគូរទម្រង់រេសូណង់របស់កាចូកាចុងដែលកកើតពី (E)-2-ប៊ុយតែនីលទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេតានស៊ុលផូណាត៖

b. ទម្រង់រេសូណង់មួយរបស់កាបូកាចុងនេះអាចជាទម្រង់រេសូណង់ចូលរួមសំខាន់ជាងគេបង្កើតជាអ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់ជាងផ្សេងទៀត។ តើវាជាទម្រង់រេសូណង់មួយណា?

c. តើផលិតផលអ្វីដែលអ្នករំពឹងថានឹងទទួលបាន បើសិនជាកាបូកាចុងនេះមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង ក្លរ?

៤. រំលឹកទ្រឹស្តីរេសូណង់

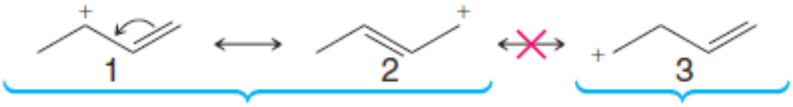
យើងបានប្រើទ្រឹស្តីរេសូណង់ក្នុងមេរៀនមុនរួចហើយ ហើយយើងនឹងប្រើវាយ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងមេរៀននេះ ពីព្រោះយើងចង់បរិយាយរ៉ាឌីកាល់សេរី និងអ៊ីយ៉ុងដោយអេឡិចត្រុងមិនដៅកន្លែង (ឬបន្ទុក) ក្នុងសម្ព័ន្ធπ។ ទ្រឹស្តីរេសូណង់មានអត្ថប្រយោជន៍ជាពិសេសជាមួយប្រព័ន្ធដូចនេះ ហើយយើងនឹងប្រើវាម្តងហើយម្តងទៀត ក្នុងមេរៀនបន្ទាប់ទៀត។ ក្នុងមេរៀនទី១ផ្នែកទី៨ យើងបានលើកឡើងពីសេចក្តីផ្តើមនៃទ្រឹស្តីរេសូណង់ និងការបង្ហាញដំបូងអំពីក្បួនខ្លះសម្រាប់សរសេរទម្រង់រេសូណង់។ ឥឡូវនេះ វាគួរតែមានអត្ថប្រយោជន៍ក្នុងការរំលឹក និងពង្រីកបន្ថែម

លើក្បួនទាំងនោះ រួមទាំងក្បួនសម្រាប់ប៉ានស្មានរបាយនៃទម្រង់មួយដែលបង្កើតជាទម្រង់ អ៊ីប្រ៊ីតសរុប ដើម្បីធ្វើការសិក្សាអំពីស្ថេរភាពកាបូកាចុង និងរ៉ាឌីកាល់សេរី និងការយល់អំពីប្រព័ន្ធឆ្លាស់។

៤.១ របៀបសរសេរទម្រង់រេសូណង់

១. **ទម្រង់រេសូណង់មានតែនៅលើក្រដាសទេ។** ទោះបី ពួកវាមិនមានពិតប្រាកដក៏ដោយទម្រង់រេសូណង់មានអត្ថប្រយោជន៍ពីព្រោះពួកវាអាចឱ្យយើងបរិយាយម៉ូលេគុល រ៉ាឌីកាល់សេរី និង អ៊ីយ៉ុងនៅពេលទម្រង់ឡឺវីសតែមួយមិនគ្រប់គ្រាន់។ ប៉ុន្តែ យើងសរសេរទម្រង់ឡឺវីសពីរ ឬច្រើន ដែលយើងហៅពួកវាថា ទម្រង់រេសូណង់ ឬអ្នកឱ្យរបាយរេសូណង់។ យើងភ្ជាប់ទម្រង់ទាំងនេះ ដោយប្រើសញ្ញាព្រួញក្បាលសងខាង ($\leftrightarrow$) ហើយយើងនិយាយថា អ៊ីប្រ៊ីតរបស់ពួកវាទាំងអស់តាងឱ្យម៉ូលេគុល រ៉ាឌីកាល់សេរី ឬអ៊ីយ៉ុងពិតប្រាកដ។

២. **ក្នុងការសរសេរទម្រង់រេសូណង់ យើងអាចរំកិលតែអេឡិចត្រុងតែប៉ុណ្ណោះ។** ទីតាំងណ្វៃយ៉ូរបស់ អាតូមត្រូវតែនៅរក្សាកន្លែងដដែលក្នុងគ្រប់ទម្រង់រេសូណង់ទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ទម្រង់3 មិន មែនជាទម្រង់រេសូណង់របស់កាចុងអាលីលទេ ពីព្រោះដើម្បីបង្កើតវា យើងត្រូវរំកិលអាតូមអ៊ីដ្រូ សែនមួយដែលមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតិទេ៖

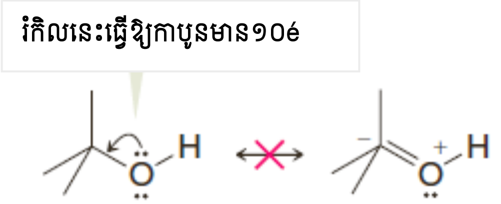


ទាំងនេះជាទម្រង់រេសូណង់របស់កាចុងអាលីល ដែលកើតពី1,3-ប៊ុយតាឌីអែន ដែលទទួលប្រូតុងមួយ។

នេះមិនមែនជាទម្រង់រេសូណង់ត្រឹមត្រូវ របស់កាចុងអាលីលទេ ពីព្រោះអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយត្រូវបានរំកិល។

ជាទូទៅ នៅពេលយើងរំកិលអេឡិចត្រុង យើងរំកិលតែអេឡិចត្រុងរបស់សម្ព័ន្ធπ (ឧទាហរណ៍ខាងលើ) និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីប៉ុណ្ណោះ។

៣. **ទម្រង់រេសូណង់ទាំងអស់ត្រូវតែជាទម្រង់ឡឺវីសត្រឹមត្រូវ។** ឧទាហរណ៍ យើងមិនអាចសរសេរទម្រង់រេសូណង់ដែលអាតូមកាបូនមានសម្ព័ន្ធ៥ទេ៖



នេះមិនមែនជាទម្រង់រេសូណង់ត្រឹមត្រូវ របស់ទែរ-ប៊ុយតាណុលទេ ពីព្រោះកាបូន មានសម្ព័ន្ធ៥។ ធាតុនៃខួបទី២នៃតារាងខួប មិនអាចមានរ៉ាឡង់អេឡិចត្រុងលើស៨ទេ

៤. **ទម្រង់រេសូណង់ទាំងអស់ត្រូវតែមានអេឡិចត្រុងសេរីដូចគ្នា។** ទម្រង់នៅខាងស្តាំនេះមិនមែនជា ទម្រង់រេសូណង់ត្រឹមត្រូវរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលទេ ពីព្រោះវាមានអេឡិចត្រុងសេរី៣ តែរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលមានអេឡិចត្រុងសេរីតែ១៖

នេះមិនមែនជាទម្រង់រេសូណង់ត្រឹមត្រូវរបស់ រ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីលទេ ពីព្រោះវា មិនមាន ចំនួនអេឡិចត្រុងសេរីដូច CH_2=$CHCH_2$.

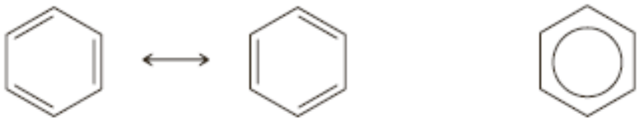
៥. **អាតូមជាផ្នែករបស់ប្រព័ន្ធអេឡិចត្រុងπមិនដោកន្លែងទាំងអស់ត្រូវតែស្ថិតនៅក្នុងប្លង់មួយ ឬស្ទើរតែ ប្លង់រួម។** ឧទាហរណ៍ 2,3-ឌីទែរ-ប៊ុយទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមានលក្ខណៈដូចឌីអែនមិនឆ្លាស់មួយ ពីព្រោះក្រុមទែរ-ប៊ុយទីលធំរមួលទម្រង់ និងរាំងសម្ព័ន្ធពីរជាន់មិនឱ្យស្ថិតក្នុងប្លង់រួមគ្នា។ ដោយសារតែពួកវាមិនស្ថិតក្នុងប្លង់រួម អរបីតាល់pរបស់C2 និងC3មិនគ្របដណ្តប់គ្នា ហើយភាពមិនដោកន្លែង (រេសូណង់) ត្រូវបានរាំង៖

2,3-ឌីទែរ-ប៊ុយទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

៦. **ថាមពលម៉ូលេគុលពិតប្រាកដគឺទាបជាងថាមពលរបស់ទម្រង់រេសូណង់នីមួយៗ។** ឧទាហរណ៍ កាចុងអាលីលមានស្ថេរភាពជាងទម្រង់រេសូណង់4 និង 5 ខាងក្រោម។ ទម្រង់4និង5 ស្រដៀងគ្នា នឹងកាបូកាចុងថ្នាក់ទី១ តែកាចុងអាលីលមានស្ថេរភាពជាង (មានថាមពលទាបជាង) កាបូកាចុង ថ្នាក់ទី២។ អ្នកគីមីតែងតែហៅប្រភេទបន្ស៊ីប់បែបនេះថា *បន្ស៊ីប់រេសូណង់*៖

4 5

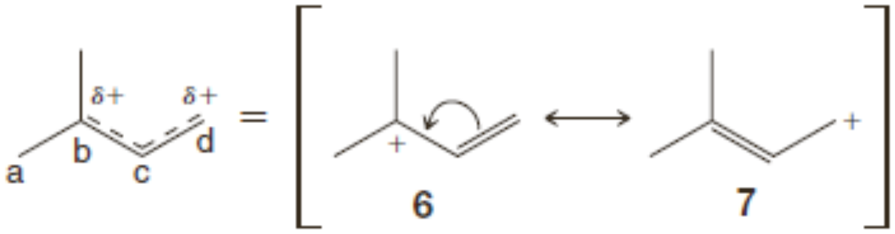
ក្នុងមេរៀនទី១៤ យើងនឹងឃើញថា បង់សែនត្រូវបានបន្ស៊ីប់រេសូណង់ខ្ពស់ ពីព្រោះវាជាអ៊ីប្រ៊ីតនៃទម្រង់រេសូណង់សមមូលពីរដូចខាងក្រោម៖



ទម្រង់រេសូណង់របស់បង់សែន **តំណាងអ៊ីប្រ៊ីត**

៧. **ទម្រង់រេសូណង់សមមូលមានរបាយបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតស្មើគ្នា ហើយប្រព័ន្ធដែលមានទម្រង់រេសូណង់សមមូលទាំងនេះមានបន្ស៊ីប់រេសូណង់ខ្ពស់។** ទម្រង់4 និង5ខាងលើមានរបាយស្មើគ្នាចំពោះកាចុងអាលីល ពីព្រោះពួកវាសមមូលគ្នា។ ពួកវាក៏ធ្វើឱ្យរបាយបន្ស៊ីប់ធំ និងធ្វើឱ្យកាចុងអាលីល មានស្ថេរភាព។ ដូចគ្នាដែរចំពោះរបាយដែលកើតឡើងដោយទម្រង់រេសូណង់ A និង B។

៨. **ទម្រង់រេសូណង់កាន់តែមានស្ថេរភាព របាយទៅកាន់អ៊ីប្រ៊ីតកាន់តែធំ។** ទម្រង់រេសូណង់ដែលមិនសមមូលមិនមានរបាយស្មើគ្នាទេ។ ឧទាហរណ៍ កាចុងខាងក្រោមជាអ៊ីប្រ៊ីតរបស់ទម្រង់រេសូណង់ 6 និង7។ ទម្រង់6 មានរបាយធំជាងទម្រង់7 ពីព្រោះទម្រង់6 ជាកាបូកាចុងថ្នាក់ទី៣មានស្ថេរភាព ជាងទម្រង់7 ដែលជាកាបូកាចុងថ្នាក់ទី១៖

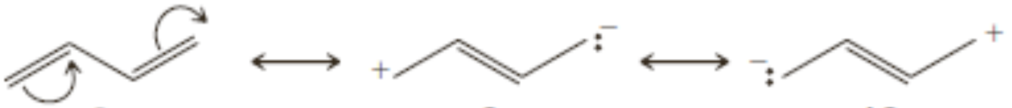


ទម្រង់ចបង្កើតរបាយធំជាងមួយ មានន័យថា បន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែកលើកាបូនb នៃអ៊ីប្រ៊ីតនឹងធំជាងបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែកលើកាបូនd។ វាក៏មានន័យថា សម្ព័ន្ធរវាងអាតូមកាបូនc និង d នឹងទំនោងជាសម្ព័ន្ធពីរជាន់ ច្រើនជាងសម្ព័ន្ធរវាងអាតូមកាបូន b និង c។

៤.២ របៀបប៉ាន់ស្មានស្ថេរភាពរបស់ទម្រង់រេសូណង់

ក្បួនខាងក្រោមនេះនឹងជួយយើងក្នុងកំណត់អំពីស្ថេរភាពរបស់ទម្រង់រេសូណង់។

a. **ទម្រង់ដែលមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់កាន់តែច្រើន កាន់តែមានស្ថេរភាព។** នេះជាការពិត ពីព្រោះយើងដឹងថាការកកើតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយបន្ទាបនូវថាមពលរបស់អាតូម។ នេះមានន័យថា ទម្រង់របស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែន8 មានស្ថេរភាពជាងគេ ហើយមានរបាយរេសូណង់ធំជាងគេ ពីព្រោះវាមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយច្រើនជាងគេ (វាក៏មានស្ថេរភាពតាមក្បួន c ខាងក្រោម)។



8 9 10

ទម្រង់នេះមានស្ថេរភាពជាងគេពីព្រោះវាមាន
សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ច្រើនជាងគេ

b. **ទម្រង់ដែលមានអាតូមទាំងអស់មានអេឡិចត្រុងក្នុងស្រទាប់វ៉ាឡង់ឆ្អែត(ដូចទម្រង់ឧស្ម័នកម្រ) មានស្ថេរភាព និងរបាយរេសូណង់ធំទៅអ៊ីប្រ៊ីត។**ម្តងទៀត នេះជាអ្វីដែលយើងរំពឹងទុកពីអ្វីដែល យើងដឹងអំពីការចងសម្ព័ន្ធ។ ឧទាហរណ៍ នេះមានន័យថា 12មានរបាយស្ថេរភាពទៅកាបូនធំជាង11 ពីព្រោះអាតូមទាំងអស់របស់12 មានស្រទាប់វ៉ាឡង់អេឡិចត្រុងឆ្អែត (ចូរកត់សម្គាល់ផងដែរថា 12 មានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ច្រើនជាង 11 មើលក្បួនa)។

11 12

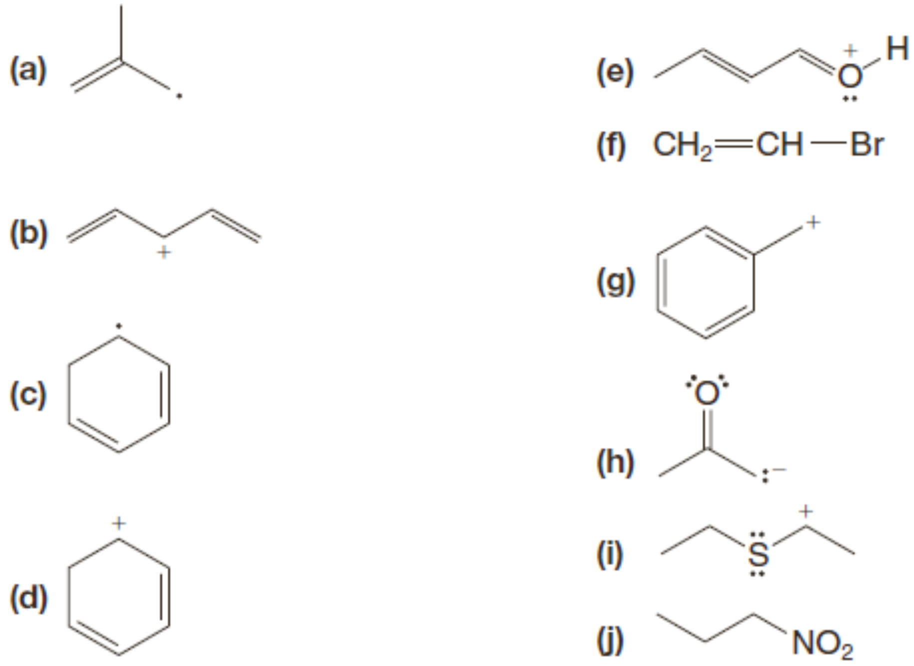
កាបូននេះមាន៦e

កាបូននេះមាន៨e

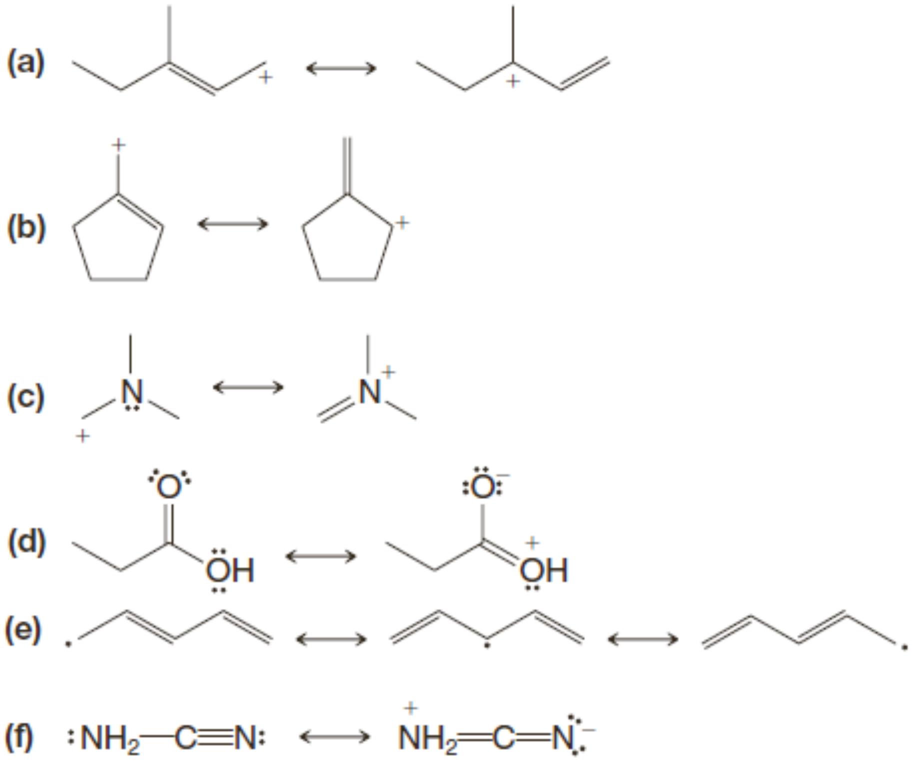
c. **ការញែកបន្ទុកបន្ថយស្ថេរភាព។** ការញែកបន្ទុកផ្ទុយគ្នាត្រូវការថាមពល។ ដូចនេះ ទម្រង់ដែលបន្ទុកផ្ទុយគ្នាត្រូវបានញែកពីគ្នា មានថាមពលធំជាង (ស្ថេរភាពទាប) ទម្រង់ដែលមិនមានការញែកបន្ទុក។ នេះមានន័យថាទម្រង់ទាំងពីររបស់វីនីលក្លរ ទម្រង់13មានរបាយធំ ពីព្រោះវាមិនមានការ ញែកបន្ទុកទេ (នេះមិនមានន័យថា ទម្រង់14មិនចូលរួមបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីត វាគ្រាន់តែមានន័យថារបាយបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតដោយ14តូចជាង)។

13 14

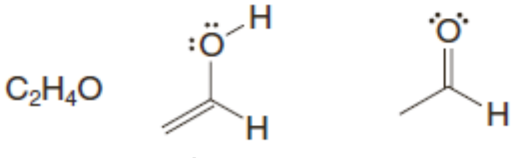
លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៣៖ ចូរសរសេរទម្រង់រេសូណង់សំខាន់របស់ប្រភេទនីមួយៗខាងក្រោម៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៤៖ ពីឈុតនៃទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោម ចូររកទម្រង់រេសូណង់មួយដែលមានរបាយបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតច្រើនជាងគេបង្អស់ ចូរពន្យល់ចម្លើយរបស់អ្នក៖



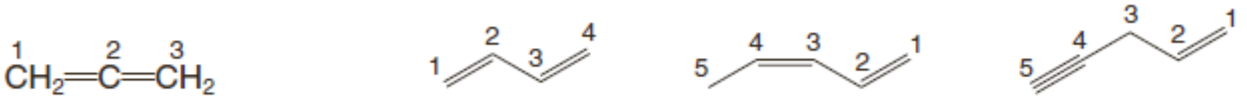
លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៥៖ ទម្រង់អេណុល (អាល់សែន-អាល់កុលមួយ) និងសេតូខាងក្រោម (សេតូនមួយ) មានរូបមន្ត C_2H_4O ខុសគ្នាត្រង់ទីតាំងអេឡិចត្រុង ប៉ុន្តែពួកវាមិនមែនជាទម្រង់រេសូណង់ទេ។ ចូរពន្យល់។



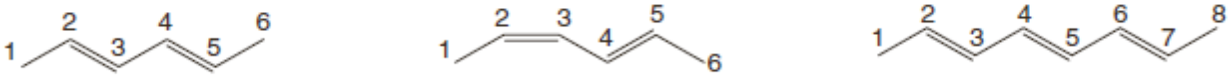
ទម្រង់អេណុល **ទម្រង់សេតូ**

៥. អាល់កាឌីអែន និងអ៊ីដ្រូកាបូប៉ូលីមិនឆ្អែត

អ៊ីដ្រូកាបូជាច្រើនត្រូវបានគេស្គាល់ថាមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ ឬបីជាន់ច្រើនជាងមួយ។ អ៊ីដ្រូកាបូដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ពីរត្រូវបានគេហៅថា**អាល់កាឌៀន** ឬ **អាល់កាឌីអែន** (alkadiene) ឯអ៊ីដ្រូកាបូដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់បីត្រូវបានគេ ហៅថា**អាល់កាទ្រីអែន** (alkatriene) ។ល។ តាមភាសាសាមញ្ញ សមាសធាតុទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា**ឌីអែន** ឬ **ទ្រីអែន**។ អ៊ីដ្រូកាបូដែលមានសម្ព័ន្ធបីជាន់ពីរត្រូវបានគេហៅថា**អាល់កាឌីអ៊ីន** (alkadiyne) ហើយអ៊ីដ្រូកាបូ ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ និងបីជាន់មួយត្រូវបានគេហៅថា **អាល់សេនីន** (alkenyne)។ ឧទាហរណ៍នៃអ៊ីដ្រូកាបូប៉ូលីមិនឆ្អែត (polyunsaturated hydrocarbons) បង្ហាញពីការហៅឈ្មោះ សមាសធាតុទាំងនេះ។ រំលឹកច្បាប់ IUPAC ថា ទីតាំងរបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងបីជាន់អាចត្រូវបានដាក់ពីមុខ ឈ្មោះរបស់មជ្ឈឹមបទ។ យើងឱ្យឧទាហរណ៍ទាំងពីររបៀប។



1,2-ប្រូប៉ាឌីអែន (អាឡែន ឬ ប្រូប៉ា-1,2-ឌីអែន)
1,3-ប៊ុយតាឌីអែន (ប៊ុយតា-1,3-ឌីអែន)
(3Z)-ប៉ង់តា-1,3-ឌីអែន (ស៊ីស-ប៉ង់តា-1,3-ឌីអែន)
ប៉ង់-1-អែន-4-អ៊ីន



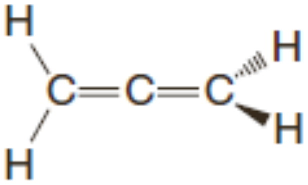
(2E,4E)-2,4-អិចសាឌីអែន (ត្រង់ស្ស, ត្រង់ស្ស-2,4-អិចសាឌីអែន)
(2Z,4E)-អិចសា-2,4-ឌីអែន (ស៊ីស, ត្រង់ស្សអិចសា-2,4-ឌីអែន)
(2E,4E,6E)-អុកតា-2,4,6-ទ្រីអែន (ត្រង់ស្ស, ត្រង់ស្ស, ត្រង់ស្ស-អុកតា-2,4-6-ទ្រីអែន)

1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន
1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន

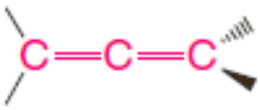
សម្ព័ន្ធច្រើនជាន់របស់សមាសធាតុប៉ូលីមិនឆ្អែតត្រូវបានគេចាត់ថ្នាក់ជា **ផ្តុំគ្នា** (cumulated) **ឆ្លាស់គ្នា** (conjugated) **និងដាច់ពីគ្នា** (isolated)។

- សម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់ 1,2-ឌីអែនមួយ (ដូចជា 1,2-ប្រូប៉ាឌីអែន ឬអាឡែន) ត្រូវបានគេនិយាយថាសម្ព័ន្ធផ្តុំគ្នា ពីព្រោះអាតូមកាបូនមួយ (អាតូមមណ្ឌល) មានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ពីរ។

អ៊ីដ្រូកាបូដែលម៉ូលេគុលរបស់វាមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ផ្តុំគ្នាត្រូវបានគេហៅថា**គូមុយឡែន** (cumulenes)។ ឈ្មោះ**អាឡែន**ក៏ត្រូវបានគេប្រើជាឈ្មោះថ្នាក់មួយរបស់ម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ពីរផ្តុំគ្នា៖



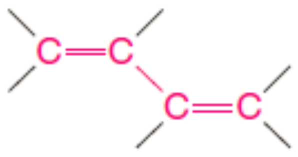
អាឡែន



ឌីអែនផ្តុំមួយ

ឧទាហរណ៍មួយនៃឌីអែនឆ្លាស់គឺ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន។

- ក្នុងប៉ូលីអែនឆ្លាស់ សម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងសម្ព័ន្ធមួយជាន់នៅឆ្លាស់គ្នាតាមបណ្តោយខ្សែ៖

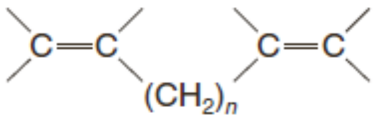


1,3-ប៊ុយតាឌីអែន **ឌីអែនឆ្លាស់មួយ**

(2E,4E,6E)-អុកតា-2,4,6-ទ្រីអែនជាឧទាហរណ៍មួយនៃអាល់កាទ្រីអែនឆ្លាស់មួយ។

- បើសិនជាអាតូមកាបូនផ្នែតមួយឬច្រើនស្ថិតនៅចន្លោះសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់អាល់កាឌីអែន សម្ព័ន្ធពីរជាន់ទាំងនេះត្រូវបានគេនិយាយថា ត្រូវបានញែកដាច់ពីគ្នា។

ឧទាហរណ៍មួយនៃឌីអែនដាច់ពីគ្នាគឺ 1,4-ប៉ង់តាឌីអែន៖



ឌីអែនដាច់មួយ ($n\neq0$) **1,4-ប៉ង់តាឌីអែន**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៦៖

a. តើឌីអែនក្នុងផ្នែកទី៥ណាផ្សេងទៀតជាឌីអែនឆ្លាស់?

b. តើឌីអែនក្នុងផ្នែកទី៥ណាផ្សេងទៀតជាឌីអែនដាច់?

c. តើសមាសធាតុណាជាអែនីនដាច់មួយ?

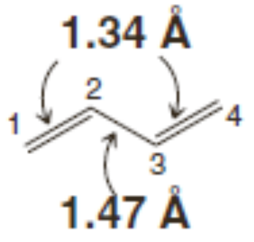
ក្នុងមេរៀនទី៥ យើងបានឃើញឌីអែនផ្តុំ (អាឡែន) បង្កើតទៅជាម៉ូលេគុលគីរ៉ាល់។ ឌីអែនផ្តុំមានសារសំខាន់លើទីផ្សារខ្លះ ហើយសម្ព័ន្ធពីរជាន់ផ្តុំគ្នាត្រូវបានគេរកឃើញម្តងម្កាលក្នុងម៉ូលេគុលធម្មជាតិ។ ជាទូទៅ ឌីអែនផ្តុំមានស្ថេរភាពទាបជាងឌីអែនដាច់។

សម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់ឌីអែនដាច់មានលក្ខណៈដូចឈ្មោះរបស់វា។ ពួកវារងប្រតិកម្មរបស់អាល់សែនទាំង អស់ លើកលែងតែពួកវាអាចមានប្រតិកម្មទ្វេរដង។ ឌីអែនឆ្លាស់មានសារសំខាន់ជាងគេពីព្រោះយើងរកឃើញ ថា សម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់ពួកវាអន្តរកម្មលើគ្នាទៅវិញទៅមក។ អន្តរកម្មនេះធ្វើឱ្យមានលក្ខណៈ និងប្រតិកម្មមិន ដូចយើងរំពឹងទុក។ ដូចនេះ យើងនឹងពិចារណាលើការសិក្សាគីមីនៃឌីអែនឆ្លាស់លំអិត។

៦. 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន៖ ការមិនដៅកន្លែងរបស់អេឡិចត្រុង

៦.១ ប្រវែងសម្ព័ន្ធរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

ប្រវែងសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនត្រូវបានកំណត់ និងបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖



សម្ព័ន្ធពីរជាន់ខ្លីជាងសម្ព័ន្ធមួយជាន់

សម្ព័ន្ធ C1-C2 និង C3-C4 (តាមលំអៀងពិសោធន៍) មានប្រវែងដូចគ្នានឹងសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់អេតែន។ សម្ព័ន្ធកណ្តាលនៃ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន ($1.47A^0$) ប៉ុន្តែខ្លីជាងសម្ព័ន្ធមួយជាន់របស់អេតាន ($1.54A^0$)។

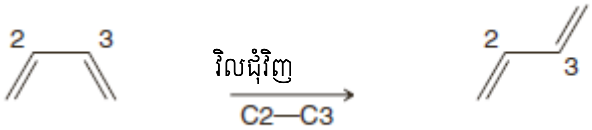
នេះមិនមានអ្វីភ្ញាក់ផ្អើលទេ។ អាតូមកាបូនរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនទាំងអស់រងអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ហើយធ្វើឱ្យសម្ព័ន្ធកណ្តាលរបស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបានមកពីការត្រួតដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់sp^2។ ហើយដូចដែលយើងដឹងសម្ព័ន្ធស៊ិចម៉ាមួយដែលជា sp^3 – sp^3 វែងជាង។ ជាការពិត មានការថយចុះនៃប្រវែងសម្ព័ន្ធមួយជាន់កាបូន-កាបូននៅពេលអ៊ីប្រ៊ីតកម្មរបស់អាតូមចងសម្ព័ន្ធប្រែប្រួលពី sp^3 ទៅ sp (តារាង១៣.១)។

តារាង១៣.១ ប្រវែងសម្ព័ន្ធមួយជាន់កាបូន-កាបូន និងភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម

សមាសធាតុ	ភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម	ប្រវែងសម្ព័ន្ធ (A^0)
$H_3C - CH_3$	Sp^3-sp^3	1.54
$CH_2=CH - CH_3$	sp^2-sp^3	1.50
$CH_2=CH - CH=CH_2$	sp^2-sp^2	1.47
$HC \equiv C - CH_3$	sp-sp^3	1.46
$HC \equiv C - CH=CH_2$	sp-sp^2	1.43
$HC \equiv C - C \equiv CH$	sp-sp	1.37

៦.២ កុងផរម៉ាស្យុងរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

មានកុងផរម៉ាស្យុងប្លង់របស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនពីរ៖ កុងផរម៉ាស្យុង s-ស៊ីស និងកុងម៉ាស្យុង s-ត្រង់ស្ស។

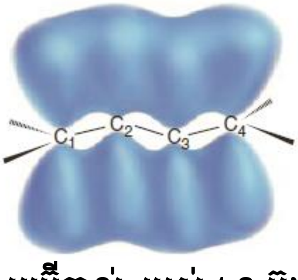


កុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីស របស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន **កុងផរម៉ាស្យុងs-ត្រង់ស្ស របស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន**

មិនមានទម្រង់ស៊ីស និងត្រង់ស្សពិតប្រាកដទេដោយសារតែកុងផរម៉ាស្យុង s-ស៊ីស និងs-ត្រង់ស្សរបស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនអាចត្រូវបានបម្លែងទៅវិញទៅមកតាមរយៈរង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធមួយជាន់ (ដូចនេះគេប្រើបុព្វបទs)។ កុងផរម៉ស្យុងs-ត្រង់ស្សមានច្រើនជាងលើសលុបនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់។ យើងនឹងឃើញថាកុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីសរបស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និងអាល់សែន1,3-ឆ្លាស់ផ្សេងទៀតមានភាពចាំបាច់ក្នុងប្រតិកម្មDiels-Alder(ផ្នែកទី១០)។

៦.៣ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

អាតូមកាបូនមណ្ឌលរបស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែន (រូប១៣.៣) នៅកៀកគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីឱ្យការត្រួតដណ្តប់អាចកើតឡើងរវាងអរប៊ីតាល់ p របស់ C2 និង C3។ ការត្រួតដណ្តប់នេះមិនធំដូចការត្រួតដណ្តប់រវាង C1 និង C2 ទេ (ឬរវាង C3 និង C4) ។ ប៉ុន្តែការត្រួតដណ្តប់អរប៊ីតាល់ C2-C3 ឱ្យលក្ខណៈសម្ព័ន្ធពីរជាន់ដោយផ្នែក និង អាចធ្វើឱ្យអេឡិចត្រុងπ ចំនួន៤របស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមិនដៅទីតាំងលើអាតូម៤។



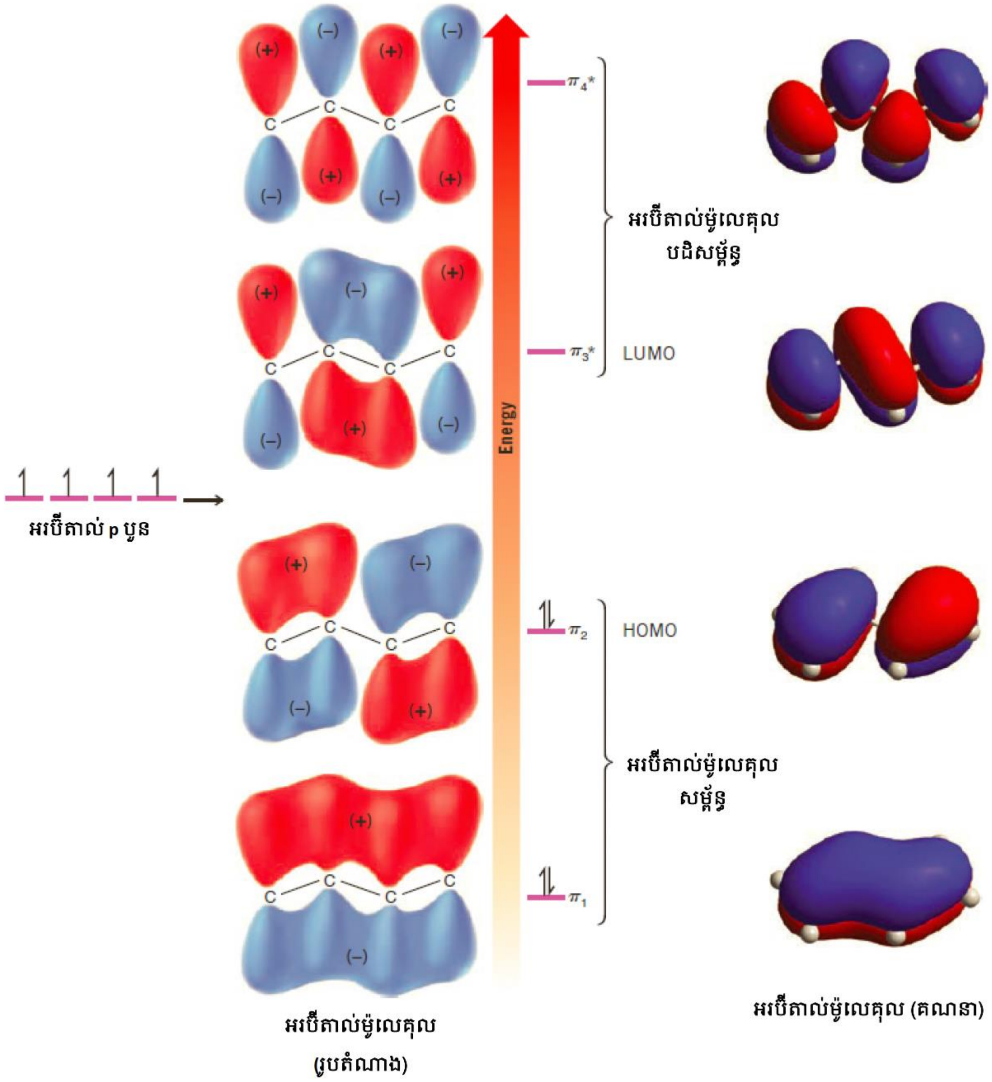
រូប១៣.៣ អរប៊ីតាល់pរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

រូប១៣.៤បង្ហាញពីរបៀបដែលដែលអរបីតាល់ p ៤របស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនផ្គុំគ្នាបង្កើតឈុតអរបីតាល់មួយនៃអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπចំនួន៤។

- អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπចំនួន២របស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលសម្ព័ន្ធ។ ក្នុងភាពគ្រឹះអរបីតាល់ទាំងនេះមានអេឡិចត្រុងπចំនួន៤ ដែលនីមួយៗមានអេឡិចត្រុងស្ពីន១គូ។
- អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπចំនួន២ទៀតជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ។ ក្នុងភាពគ្រឹះអរបីតាល់ទាំងនេះមិនមានអេឡិចត្រុងទេ។

អេឡិចត្រុងមួយអាចត្រូវបានភ្លោចពីអរបីតាល់ម៉ូលេគុលមានអេឡិចត្រុងថាមពលខ្ពស់បំផុត (HOMO) ទៅអរបីតាល់ ម៉ូលេគុលគ្មានអេឡិចត្រុងថាមពលទាបបំផុត (LUMO) នៅពេល 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនស្រូបពន្លឺដែលមានប្រវែងរលក 217nm (យើងនឹងសិក្សាសម្រូបពន្លឺដោយម៉ូលេគុលមិនឆ្អែតក្នុងផ្នែកទី៨)។

- ការចងសម្ព័ន្ធមិនដៅកន្លែងដែលយើងទើបតែបានសិក្សាចំពោះ1,3-ប៊ុយតាឌីអែនជាលក្ខណៈរបស់ប៉ូលីអែនឆ្លាស់ទាំងអស់។



រូប១៣.៤ ការកកើតអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπនៃ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនពីអរបីតាល់ pបួន។ ទ្រង់ទ្រាយរបស់អរបីតាល់របស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនដែលបានគណនាដោយគោលការណ៍មេកានិចកង់ទិចត្រូវបានបង្ហាញជាមួយនឹងអរបីតាល់ជារូបតំណាង។

៧. ស្ថេរភាពរបស់ឌីអែនឆ្លាស់

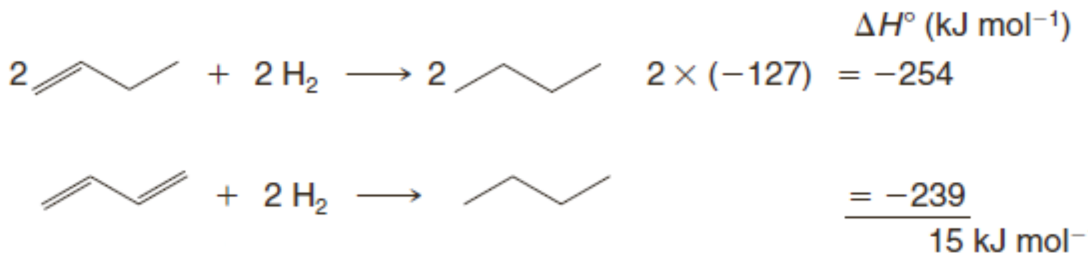
- អាល់កាឌីអែនឆ្លាស់មានស្ថេរភាពទេរម៉ូឌីណាមិចអាល់កាឌីអែនដាច់ដែលជាអ៊ីសូមែរនឹងគ្នា។

ឧទាហរណ៍ពីរនៃស្ថេរភាពរបស់ឌីអែនឆ្លាស់អាចត្រូវបានគេដឹងក្នុងការវិភាគលើកម្តៅនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូ សែនកម្មក្នុងតារាង១៣.២។

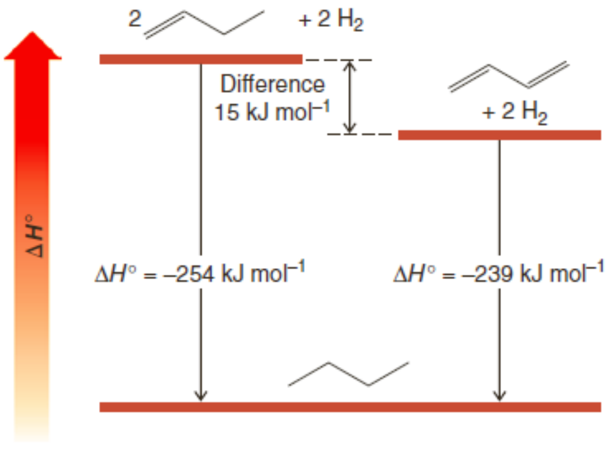
តារាង១៣.២ កម្តៅនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មរបស់អាល់សែន និងអាល់កាឌីអែន

សមាសធាតុ	ចំនួនម៉ូល H_2	ΔH^0 ($KJ\ mol^{-1}$)
1-ប៊ុយតែន	1	-127
1-ប៉ង់តែន	1	-126
ត្រង់ស្ស-2-ប៉ង់តែន	1	-115
1,3-ប៊ុយតាឌីអែន	2	-239
ត្រង់ស្ស-1,3-ប៉ង់តាឌីអែន	2	-226
1,4-ប៉ង់តាឌីអែន	2	-254
1,5-ប៉ង់តាឌីអែន	2	-253

1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមិនអាចប្រៀបធៀបផ្ទាល់ជាមួយឌីអែនដាច់ដែលមានប្រវែងខ្សែដូចគ្នាទេ។ ប៉ុន្តែការប្រៀបធៀបអាចធ្វើឡើងរវាងកម្តៅប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មរបស់1,3-ប៊ុយតាឌីអែនដែលបញ្ចេញនៅពេល1-ប៊ុយតែន ២ម៉ូលរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្ម៖



ដោយសារតែ1-ប៊ុយតែនមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ជួសមួយដូច 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន យើងអាចរំពឹងថាប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបញ្ចេញបរិមាណកម្តៅដូចគ្នា ($254kJ.mol^{-1}$) ដូច២ម៉ូលនៃ 1-ប៊ុយតែន។ ប៉ុន្តែយើងរកឃើញថា 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបញ្ចេញកម្តៅតែ $239kJ.mol^{-1}$ តិចជាងការរំពឹងទុក $15KJ.mol^{-1}$។ ដូចនេះយើងសន្និដ្ឋានថា ភាពឆ្លាស់បានចូលរួមលើស្ថេរភាពបន្ថែមលើប្រព័ន្ធឆ្លាស់ (រូប១៣.៥)។



រូប១៣.៥ កម្តៅនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃ1-ប៊ុយតែន ២ម៉ូល និង 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន១ម៉ូល

ការសិក្សាលើស្ថេរភាពដែលភាពឆ្លាស់ធ្វើឱ្យត្រង់ស្យ-1,3-ប៉ង់តាឌីអែនអាចធ្វើឡើង ដោយប្រៀបធៀបកម្ដៅប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃត្រង់ស្យ-1,3-ប៉ង់តាឌីអែនទៅនឹងផលបូកនៃកម្ដៅប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មរបស់1-ប៉ង់តែន និងត្រង់ស្យ-2-ប៉ង់តែន។ តាមមធ្យោបាយនេះ យើងនឹងប្រៀបធៀបសម្ព័ន្ធពីរជាន់នៃប្រភេទដែលអាចប្រៀប ធៀបគ្នាបាន៖

1-ប៉ង់តែន

$\Delta H^\circ = -126\ \text{kJ mol}^{-1}$

ត្រង់ស្យ-2-ប៉ង់តែន

$\Delta H^\circ = -115\ \text{kJ mol}^{-1}$

ផលបូក $= -241\ \text{kJ mol}^{-1}$

ត្រង់ស្យ-1,3-ប៉ង់តាឌីអែន

$\Delta H^\circ = -226\ \text{kJ mol}^{-1}$

ភាពខុសគ្នា $= 15\ \text{kJ mol}^{-1}$

យើងបានឃើញពីការគណនាទាំងនេះដែលភាពឆ្លាស់ធ្វើឱ្យត្រង់ស្យ1,3-ប៉ង់តាឌីអែនមានស្ថេរភាពបន្ថែម 15kJ mol^{-1} ជាតម្លៃមួយដែលសមមូលទៅនឹងតម្លៃដែលយើងទទួលបានពី 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន (15kJ mol^{-1})។

នៅពេលការគណនាដូចនេះត្រូវបានអនុវត្តចំពោះឌីអែនឆ្លាស់ផ្សេងទៀត គេទទួលបានលទ្ធផលស្រដៀងគ្នា *ឌីអែនឆ្លាស់ត្រូវបានរកឃើញថាមានស្ថេរភាពជាងឌីអែនដាច់*។ ដូចនេះ សំណួរសួរថា៖ តើប្រភព នៃស្ថេរភាពបន្ថែមដែលមានជាមួយឌីអែនឆ្លាស់បានមកពីណា? មានកត្តាពីរដែលចូលរួម។ ស្ថេរភាពបន្ថែម របស់ឌីអែនឆ្លាស់កើតឡើងពីអាតូមមណ្ឌលខ្លាំងដែលពួកវាមាន ហើយនិង មកពីភាពមិនដៅកន្លែងបន្ថែមនៃ អេឡិចត្រុងπ ដែលកើតឡើងក្នុងឌីអែនឆ្លាស់។

៨. ស្បិចត្រូស្កូពី UV-Vis

ស្ថេរភាពបន្ថែមនៃឌីអែនឆ្លាស់នៅពេលប្រៀបធៀបជាមួយឌីអែនមិនឆ្លាស់ត្រូវគ្នាក៏អាចត្រូវបានបង្ហាញ ក្នុងទិន្នន័យពី**ស្បិចត្រូស្កូពី UV-Vis** (ultraviolet-visible spectroscopy)។នៅពេលកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ក្នុងតំបន់ UV និង Vis ឆ្លងកាត់សមាសធាតុមួយដែលមានសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ ផ្នែកមួយនៃកាំរស្មីពន្លឺនេះតែងតែត្រូវបានស្រូបដោយសមាសធាតុនោះ។ បរិមាណពន្លឺដែលត្រូវបានស្រូបអាស្រ័យលើប្រវែងរលករបស់កាំរស្មី និងទម្រង់របស់សមាសធាតុ។

- សម្រូបកាំរស្មី UV-Vis បណ្ដាលមកពីការផ្ទេរថាមពលពីបាច់កាំរស្មីទៅអេឡិចត្រុងដែលអាចភ្លោចទៅកាន់អរបីតាល់ថាមពលខ្ពស់ជាង។

ក្នុងផ្នែកទី៨.គ យើងនឹងត្រលប់ទៅពិភាក្សាជាពិសេសអំពីរបៀបដែលទិន្នន័យស្បិចត្រូស្កូពីUV-Vis បង្ហាញស្ថេរភាពបន្ថែមនៃឌីអែនឆ្លាស់។ ជាដំបូង ក្នុងផ្នែកទី៨.ក យើងរំលឹកពីសង្ខេបនៃលក្ខណៈកាំរស្មី អេឡិចត្រូម៉ាញេទិច ហើយបន្ទាប់មកក្នុងផ្នែកទី៨.ខ យើងនឹងមើលពីរបៀបដែលគេអាចទទួលទិន្នន័យពី ស្បិចត្រូផូតូ ម៉ែត្រ UV-Vis។

៨.១ ស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

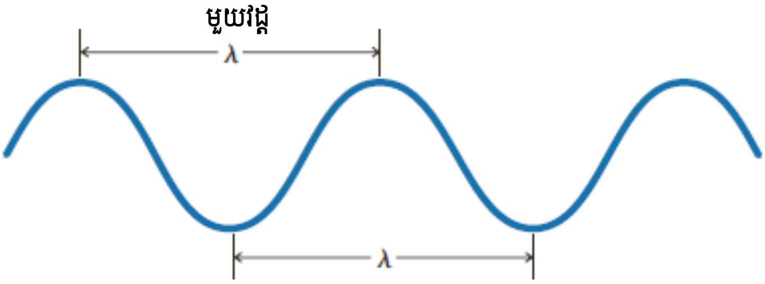
ដោយយោងលើមេកានិចកង់ទិច កាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចមានលក្ខណៈទ្វេរប្រឆាំងគ្នាពីរ។

- កាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចអាចត្រូវបានបរិយាយជារលកមួយ ដែលកើតឡើងក្នុងដែនអគ្គីសនី និងដែនម៉ាញេទិចដំណាលគ្នា។ វាក៏អាចគេបរិយាយថា វាកកើតពីភាគល្អិតហៅថាកង់តា ឬ ផូតុង។

ការពិសោធន៍ខដាច្រើនបង្ហាញទិដ្ឋភាពខុសគ្នាពីរនេះនៃកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច។ ពួកវាមិនត្រូវបានសង្កេតឃើញក្នុងពិសោធន៍តែមួយទេ។

- ជាធម្មតាគេបរិយាយរលកមួយដោយពាក្យ ប្រវែងរលក (λ) ឬហ្វ្រេកង់ (ν) របស់វា។

រលកងាយមួយត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៣.៦។ ចម្ងាយរវាងចំណុចអតិបរមាពីរជាប់ (crest) (ឬចំណុចអប្បបរមា, troughs) គឺជាប្រវែងរលក។ ចំនួនវដ្តនៃរលកដែលឆ្លងកាត់ចំណុចមួយក្នុងមួយវិនាទី នៅពេល រលកឆ្លងកាត់លំហ ត្រូវបានគេហៅថាហ្វ្រេកង់ ហើយត្រូវបានវាស់ជាវដ្តក្នុង១វិនាទី (cps) ឬ អ៊ែក (Hz)។



រូប១៣.៦ រលកងាយមួយ និងប្រវែងរលករបស់វា

កាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដាលឆ្លងកាត់សុញ្ញកាសមួយក្នុងល្បឿនដូចគ្នា។ ល្បឿននេះ(c) ត្រូវបានគេហៅថាល្បឿនពន្លឺ គឺ $2.99792458 \times 10^8 m\ s^{-1}$ ហើយទាក់ទងនឹងប្រវែងរលក និងហ្វ្រេកង់តាម $c = h\nu$។ ប្រវែងរលកនៃកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចត្រូវបានគិតជា m, mm. μm ឬ nm។

ថាមពលនៃថាមពលអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចមួយកង់តាទាក់ទងផ្ទាល់នឹងហ្វ្រេកង់របស់វា៖

$$E = h\nu$$

ដែល h = ថេរ Planck = 6.63×10^{-34} J s

ν = ហ្វ្រេកង់ (Hz)

ហ្វ្រេកង់របស់កាំរស្មីកាន់តែធំថាមពលរបស់វាកាន់តែធំ

ឧទាហរណ៍ កាំរស្មី-X មានថាមពលខ្ពស់ជាងពន្លឺមើលឃើញ។ ហ្វ្រេកង់របស់កាំរស្មី-X ស្ថិតក្នុងលំដាប់ 10^{19}Hz តែហ្វ្រេកង់របស់ពន្លឺមើលឃើញស្ថិតក្នុងលំដាប់ 10^{15}Hz ។

ដោយសារតែ $\nu = c/\lambda$ ថាមពលរបស់កាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចគឺប្រាសសមាមាត្រទៅនឹងប្រវែងរលករបស់វា៖

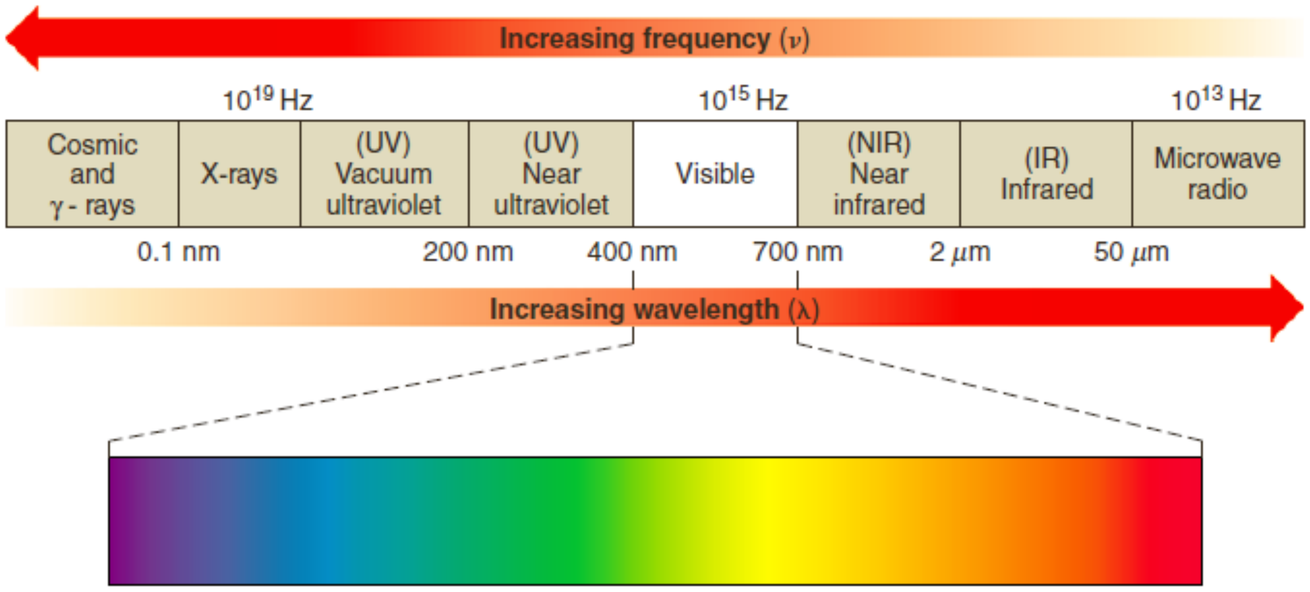
$$E = \frac{hc}{\lambda}$$ ដែល c = ល្បឿនពន្លឺ

ប្រវែងរលករបស់កាំរស្មីកាន់តែខ្លី ថាមពលរបស់វាកាន់តែំ

កាំរស្មី-X មានប្រវែងរលកក្នុងលំដាប់ 0.1nm និងមានថាមពលធំណាស់ ប៉ុន្តែពន្លឺមើលឃើញមានប្រវែងរលក 400 និង 750nm ដូចនេះ វាមានថាមពលទាបជាងកាំរស្មី-X។

វាក៏មានប្រយោជន៍ដែលកំណត់សម្គាល់ថា ចំពោះពន្លឺមើលឃើញ ប្រវែងរលក (និងហ្វ្រេកង់) ទាក់ទងទៅនឹងពណ៌ដែលយើងមើលឃើញ។ ពន្លឺដែលយើងហៅថាពន្លឺពណ៌ក្រហមមានប្រវែងរលកប្រហែល650nm ពន្លឺដែលយើងហៅថាពន្លឺពណ៌ស្វាយមានប្រវែងរលកប្រហែល400nm។ ពណ៌ទាំងអស់ផ្សេងទៀតនៃស្បិច ពន្លឺមើលឃើញ (ឥន្ទធនូ) មានប្រវែងរលកស្ថិតក្នុងចន្លោះទាំងនេះ។

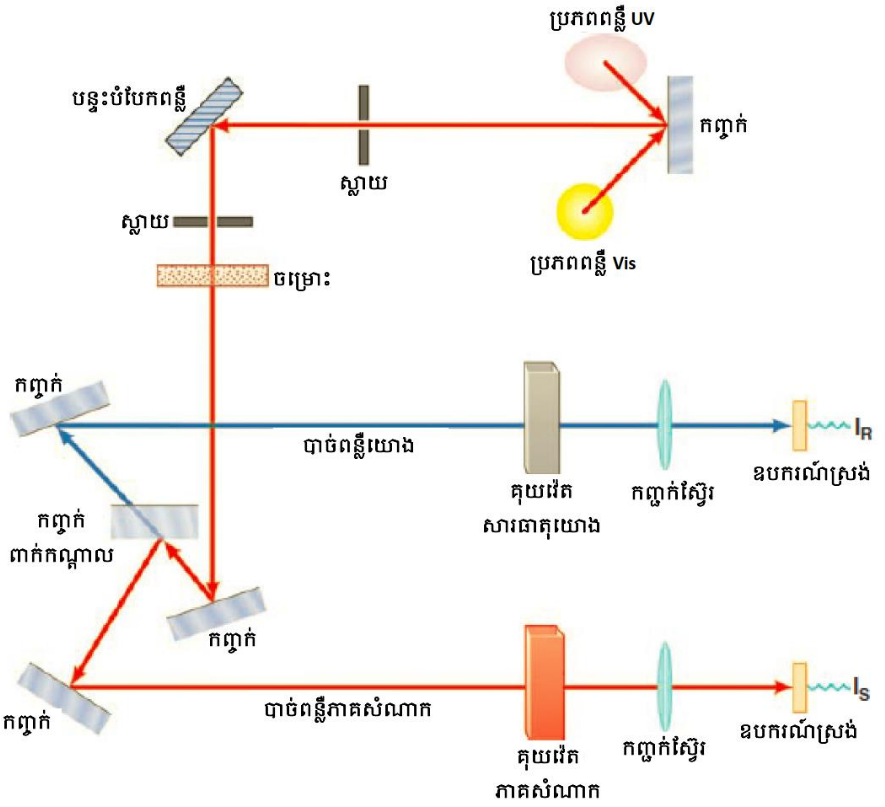
តំបន់ខុសគ្នានៃស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៣.៧។ ស្ទើរតែគ្រប់ផ្នែកនៃស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនេះពីកាំរស្មី-X ទៅមីក្រូរលក និងរលកវិទ្យុ ត្រូវបានប្រើក្នុងការទាញរកទម្រង់អាតូម និង ម៉ូលេគុល។ ទោះបីជាបច្ចេកទេសខុសគ្នាដោយយោងទៅតាមផ្នែករបស់ស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចក៏ដោយក៏មានភាពពិតប្រាកដ និងភាពរួមគ្នានៃគោលការណ៍មូលដ្ឋាន។



រូប១៣.៧ ស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

៨.២ ស្បិចត្រូផូតូម៉ែត្រ UV-Vis

- ស្បិចត្រូមផូតូម៉ែត្រ UV-Vis (រូប១៣.៨) វាស់បរិមាណពន្លឺស្រូបដោយភាគសំណាកមួយ នៅ ប្រវែងរលកនីមួយៗនៃតំបន់UV និងតំបន់មើលឃើញ(Vis) របស់ស្បិចអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច។



រូប១៣.៨ ដ្យាក្រាមរបស់ស្បិចត្រូផូតូម៉ែត្រ UV-Vis

កាំរស្មី UV និងVis មានថាមពលខ្ពស់ជាង (ប្រវែងរលកខ្លីជាង) កាំរស្មីអាំងប្រាក្រហម (ប្រើក្នុងស្ប៉ិចត្រូស្កូពីIR) និងកាំរស្មីហ្រ្វេកង់វិទ្យុ (ប្រើក្នុង NMR) ប៉ុន្តែមិនមានថាមពលធំដូចកាំរស្មី-X ទេ (រូប១៣.៧)។

ក្នុងស្ប៉ិចត្រូផូតូម៉ែត្រស្តង់ដាមួយ (រូប១៣.៨)បាច់ពន្លឺត្រូវបានបំបែកពាក់កណ្តាល (បាច់ពន្លឺភាគសំណាក) ត្រូវបានឆ្លងកាត់គុយវ៉េតថ្លាដែលមានសូលុយស្យុងភាគសំណាក និងពាក់កណ្តាលទៀត (បាច់ពន្លឺយោង) ត្រូវបានឱ្យឆ្លងកាត់គុយវ៉េតដូចគ្នាតែមិនមានភាគសំណាកទេ មានតែជាតុរំលាយរបស់ភាគសំណាក (សារជាតុយោង)។ ជាតុរំលាយដែលត្រូវជ្រើសរើស ត្រូវតែថ្លាក្នុងតំបន់ស្ប៉ិចពន្លឺដែលបានប្រើដើម្បីវិភាគ។ ឧបករណ៍ត្រូវបានគេរៀបចំដូចនេះគឺដើម្បីអាចប្រៀបធៀបអាំងតង់ស៊ីតេរបស់បាច់ពន្លឺភាគសំណាក និងបាច់ពន្លឺយោង។ បើសិនជាសមាសធាតុស្រូបពន្លឺនៅប្រវែងរលកជាក់លាក់ណាមួយ អាំងតង់ស៊ីតេរបស់បាច់ភាគ សំណាក (I_S)នឹងតិចជាងអាំងតង់ស៊ីតេបាច់ពន្លឺយោង(I_R)។ សម្រូបនៅប្រវែងរលកណាមួយត្រូវបានកំណត់ដោយសមីការ $A_\lambda = \log(I_R/I_S)$។

- ទិន្នន័យពីស្ប៉ិចត្រូផូតូម៉ែត្រ UV-Vis ត្រូវបានតាងឱ្យស្ប៉ិចសម្រូប ដែលជាក្រាហ្វមួយនៃប្រវែងរលក (λ) អនុគមន៍នឹងសម្រូបរបស់ភាគសំណាក (A) នៅប្រវែងរលកនីមួយៗក្នុងតំបន់ស្ប៉ិចដែលទាក់ទង។

ក្នុងស្ប៉ិចត្រូផូតូម៉ែត្រ UV-Vis កាំរស្មីឌីអូត សម្រូបពន្លឺប្រវែងរលកទាំងអស់ក្នុងតំបន់នៃការវិភាគត្រូវបានគេវាស់ភ្លាមដោយកាំរស្មីនៃផូតូឌីអូតមួយ។ ដំបូង គេវាសសម្រូបជាតុរំលាយនៃប្រវែងរលកដែលទាក់ទង បន្ទាប់មកគេវាស់សម្រូបភាគសំណាកក្នុងតំបន់ដូចគ្នា។ ទិន្នន័យពីជាតុរំលាយត្រូវបានដកដោយប្រព័ន្ធអេឡិចត្រូនិចពីទិន្នន័យភាគសំណាក។ បន្ទាប់មកផលដកនេះត្រូវបានបង្ហាញជាស្ប៉ិចសម្រូបរបស់ភាគសំណាក។

ស្ប៉ិចសម្រូបUVមួយរបស់ 2,5-ឌីមេទីល-2,4-អិចសាឌីអែន ត្រូវបានគេឱ្យក្នុងរូប១៣.៩។ វាបង្ហាញបង់សម្រូបធំក្នុងតំបន់ចន្លោះ 210 ទៅ 260nm ហើយមានសម្រូបអតិបរមានៅ 242.5nm។

- ប្រវែងរលកនៃសម្រូបអតិបរមានៅក្នុងស្ប៉ិចសម្រូបមួយតែងតែត្រូវបានគេបង្ហាញជាលក្ខណៈគីមីមួយ តាងដោយ λ_{max} ។

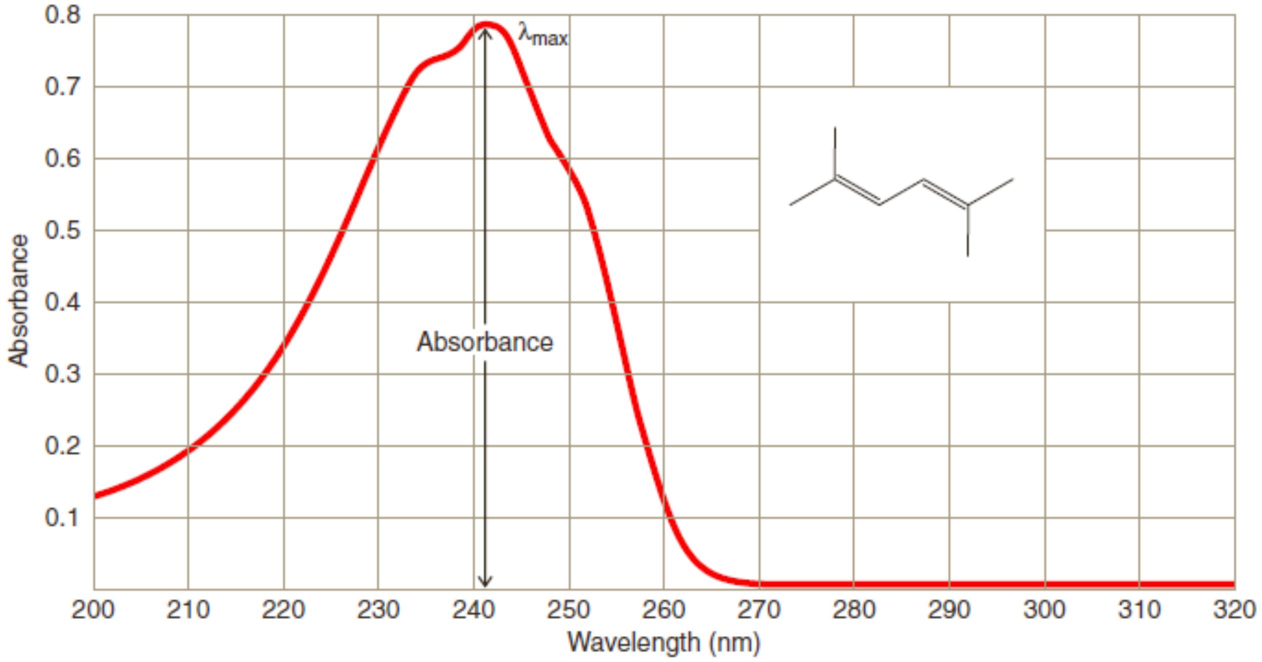
បន្ថែមលើការបង្ហាញប្រវែងរលកនៃសម្រូបអតិបរមា(λ_{max})អ្នកគីមីតែងតែបង្ហាញបរិមាណមួយទៀតហៅថាលទ្ធភាពសម្រូបម៉ូលែ(molar absorptivity) តាងដោយε។ ពីដើមលទ្ធភាពសម្រូបម៉ូលែនេះត្រូវបានគេសំដៅលើមេគុណរលត់ម៉ូលែ (molar extinction coefficient)។

- **លទ្ធភាពសម្រូបម៉ូលែ** (εខ្នាតគិតជា$M^{-1}cm^{-1}$) កំណត់អាំងតង់ស៊ីតេនៃសម្រូបរបស់ភាគសំណាកមួយនៅប្រវែងរលកមួយ។ វាជាថេរសមាមាត្រ ដែលសម្រូបទាក់ទងនឹងកំហាប់ជាម៉ូលរបស់ភាគសំណាក (M) និងប្រវែង (l, ជា cm) ដែលពន្លឺឆ្លងកាត់ភាគសំណាក។
- សមីការដែលសម្រូប (A) ទាក់ទងនឹងកំហាប់ (C) ប្រវែង (l) និងលទ្ធភាពសម្រូប (ε) ត្រូវបានគេហៅថា **ច្បាប់** Beer.

ច្បាប់ Beer $A = \varepsilon \times C \times l$ **ឬ** $\varepsilon = \dfrac{A}{C \times l}$

ចំពោះ 2,5-ឌីមេទីល-2,4-អិចសាឌីអែនដែលរលាយក្នុងមេតាណុល លទ្ធភាពសម្រូបនៅប្រវែងរលកសម្រូបអតិបរមា(242.5) គឺ 13100 M^{-1} cm^{-1}។ ក្នុងការសិក្សាគីមី វាអាចត្រូវបានគេបង្ហាញជា៖

2,5-ឌីមេទីល-2,4-អិចសាឌីអែន , $\lambda_{max}^{\text{មេតាណុល}}$ = 242.5nm (ε=13100)



រូប១៣.៩ ស្បិចសម្រូប UV របស់2,5-ឌីមេទីល-2,4-អិចសាឌីអែនក្នុងមេតាណុល នៅកំហាប់ 5.95 x10^{-5}M ក្នុងគុយវែត 1cm

៨.៣ សម្រូបអតិបរមារបស់ឌីអែនមិនឆ្លាស់ និងឆ្លាស់

ដូចដែលយើងបានកត់សម្គាល់រួចហើយ នៅពេលសមាសធាតុស្រូបពន្លឺក្នុងតំបន់ UV និង Vis អេឡិចត្រុងត្រូវបានភ្ញោចទៅនីវ៉ូថាមពលខ្ពស់ជាងមួយ។ ហេតុនេះហើយស្បិចUV និងVis ត្រូវបានគេហៅថា**ស្បិច អេឡិចត្រុង**។ ស្បិចសម្រូបរបស់2,5-ឌីមេទីល-2,4-អិចសាឌីអែនជាស្បិចអេឡិចត្រុងមួយ ពីព្រោះបង់ (ឬពិក) សម្រូបមានទំហំធំ។ បង់សម្រូបក្នុងតំបន់ UV និង Vis ស្ទើរតែទាំងអស់មានទំហំធំ ដោយសារនីវ៉ូថាមពល អេឡិចត្រុងរួមជាមួយនឹងនីវ៉ូថាមពលរំញ័រ និងនីវ៉ូថាមពលរង្វិល។ ដូចនេះ ចម្លងអេឡិចត្រុងអាចកើតឡើងពីភាពរំញ័រ និងភាពរង្វិលជាច្រើនរបស់នីវ៉ូថាមពលអេឡិចត្រុងមួយ ទៅកាន់ភាពរំញ័រ និងភាពរង្វិលរបស់នីវ៉ូ ថាមពលខ្ពស់ជាង។

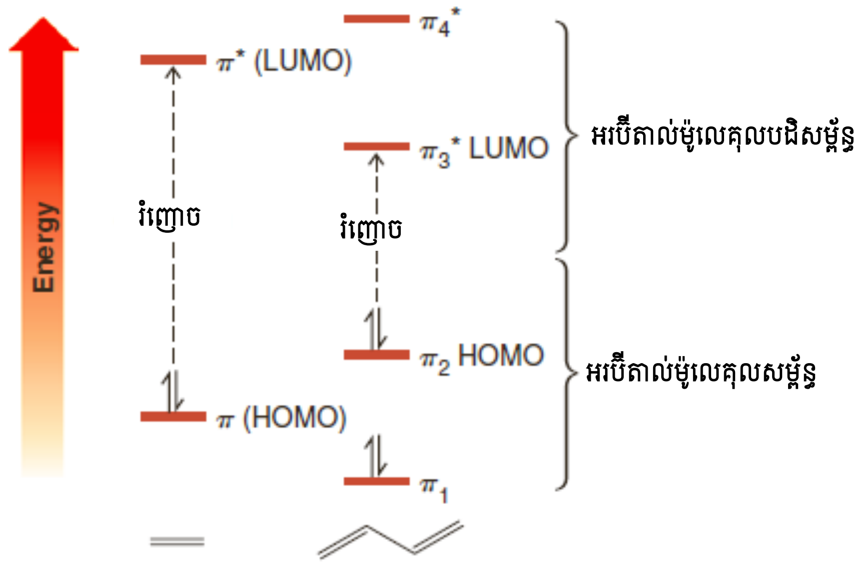
- អាល់សែន និងឌីអែនមិនឆ្លាស់តែងតែមានសម្រូបអតិបរមា (λ_{max}) ក្រោម200nm។

ឧទាហរណ៍ អេតែនឱ្យសម្រូបអតិបរមានៅ171nm 1,4-ប៉ង់តាឌីអែនឱ្យសម្រូបអតិបរមានៅ178nm។ សម្រូបទាំងនេះកើតឡើងនៅប្រវែងរលកដែលស្ថិតនៅក្រៅតំបន់ដែលស្បិចត្រូផូតូម៉ែត្រដំណើរការ ពីព្រោះពួកវាកើតឡើងនៅកន្លែងដែលអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់ត្រូវបានស្រូបផងដែរ។ គេត្រូវប្រើបច្ចេកទេសដកខ្យល់ដើម្បីវាស់ពួកវា។

- សមាសធាតុមានសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ឆ្លាស់មានសម្រូបអតិបរមានៅប្រវែងរលកវែងជាង200nm។

ឧទាហរណ៍ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនស្រូបនៅ 217nm។ សម្រូបប្រវែងរលកវែងដោយឌីអែនឆ្លាស់ជាផល វិបាកផ្ទាល់ពីភាពឆ្លាស់។

យើងអាចយល់អំពីរបៀបដែលសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ឆ្លាស់មានសម្រូបពន្លឺប្រវែងរលកវែង បើសិនជាយើង យល់ច្បាស់ពីរូប១៣.១០។



រូប១៣.១០ ថាមពលរបស់អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπ របស់អេតែន និង1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

- នៅពេល ម៉ូលេគុលមួយស្រូបពន្លឺប្រវែងរលកវែងបំផុត អេឡិចត្រុងមួយត្រូវបានភ្លោចពី**អរបីតាល់ម៉ូលេគុលមានអេឡិចត្រុងខ្ពស់បំផុត(HOMO)**ទៅ**អរបីតាល់ម៉ូលេគុលគ្មានអេឡិចត្រុងទាបបំផុត (LUMO)**។
- ចំពោះអាល់សែន និងអាល់កាឌីអែន HOMO ជាអរបីតាល់πសម្ព័ន្ធ ហើយ LUMO ជាអរបីតាល់ π^* បដិសម្ព័ន្ធ។

ប្រវែងរលកនៃសម្រូបអតិបរមាត្រូវបានកំណត់ដោយផលសងនៃថាមពលរបស់នីវ៉ូថាមពលទាំងពីរ។គម្លាតថាមពលរវាង HOMO និង LUMO របស់អេតែនខ្ពស់ជាងគម្លាតថាមពលអរបីតាល់ក្នុង 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន។ ដូចនេះរំញោចអេឡិចត្រុង $\pi\rightarrow\pi^*$ របស់អេតែនត្រូវការសម្រូបពន្លឺថាមពលខ្ពស់ជាង (ប្រវែងរលកខ្លីជាង)រំញោចអេឡិចត្រុង $\pi_2\rightarrow\pi^*_3$ ក្នុង 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន។ ផលសងនៃថាមពលរវាង HOMO និង LUMO របស់សមាសធាតុទាំងពីរកំណត់ស្បិចសម្រូបរបស់ពួកវា។ អេតែនស្រូបនៅ 171nm តែ 1,4- ប៉ង់តាឌីអែនស្រូបនៅ 217nm។

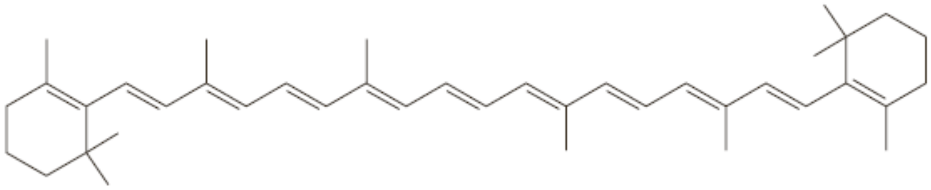
គម្លាតតូចរវាងHOMO និង LUMO ក្នុង1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបានមកពីភាពឆ្លាស់នៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់។ ការគណនាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលដែលមានគម្លាតនេះធំជាងកើតឡើងក្នុងអាល់កាឌីអែនជាច់។ អាល់កាឌីអែនមានស្បិចសម្រូបស្រដៀងទៅស្បិចសម្រូបរបស់អាល់សែន។ សម្រូបអតិបរមាស្ថិតនៅប្រវែងរលកខ្លីជាធម្មតាក្រោម200nm។ ដូចដែលយើងបានលើកឡើង 1,4-ប៉ង់តាឌីអែនមានλ_{max} = 178nm។

អាល់កាទ្រីអែនឆ្លាស់ស្រូបប្រវែងរលកវែងជាងអាល់កាឌីអែនឆ្លាស់ ហើយមូលហេតុនេះអាចត្រូវបានគេបង្ហាញក្នុងការគណនាអរបីតាល់ម៉ូលេគុល។ គម្លាតថាមពលរវាង HOMO និង LUMOរបស់អាល់កាទ្រីអែនតូចជាងគម្លាតថាមពលរបស់អាល់កាឌីអែន។

- *ជាទូទៅ ចំនួនសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ឆ្លាស់កាន់តែច្រើនក្នុងម៉ូលេគុលមួយλ_{max}របស់វាកាន់តែវែង។*

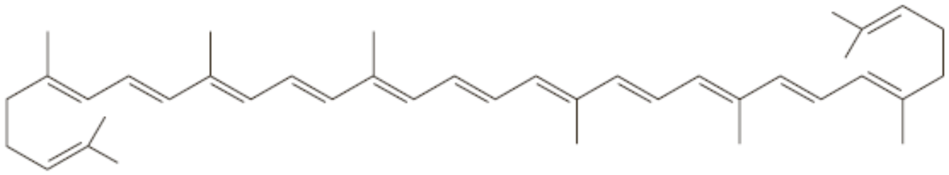
ប៉ូលីអែនដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់៨ ឬច្រើនជាងនេះស្រូបពន្លឺក្នុងតំបន់មើលឃើញ។ ឧទាហរណ៍ β-ការ៉ូតែនជាសារធាតុផ្ដើមរបស់វីតាមីនA និងជាសមាសធាតុដែលធ្វើឱ្យការ៉ុតមានពណ៌ទឹកក្រូចមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់១១ វាមានសម្រូបអតិបរមានៅ 497nm ស្ថិតក្នុងតំបន់មើលឃើញ។ ពន្លឺដែលមានប្រវែងរលក 497nm មាន

ពណ៌បៃតង-ខៀវ។ ពន្លឺនេះត្រូវបានស្រូបដោយβ-ការ៉ូតែន។ យើងមើលឃើញពណ៌បំពេញរបស់ ពណ៌បៃតង-ខៀវ គឺពណ៌ក្រហម-ទឹកក្រូច។



β-ការ៉ូតែន

លីកូប៉ែនជាសមាសធាតុដែលធ្វើឱ្យប៉េងប៉ោះមានពណ៌ទឹកក្រូច វាមានក៏មានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់១១ ដែរ លីកូប៉ែនមានសម្រូបអតិបរមានៅ 505nm ដែលវាស្រូបយ៉ាងខ្លាំង (លីកូប៉ែន 0.02g អាចញែកចេញពី ប៉េងប៉ោះទំ 1Kg)។



លីកូប៉ែន

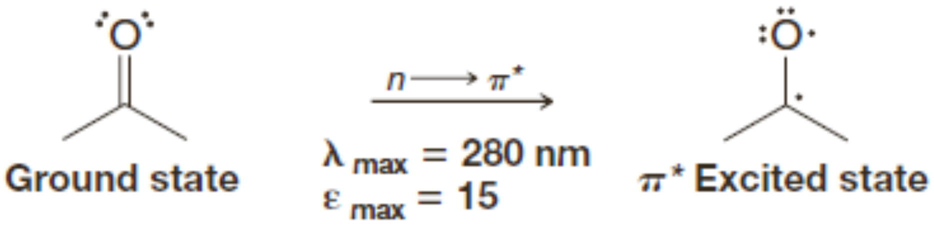
តារាង១៣.៣ ឱ្យតម្លៃλ_{max}របស់សមាសធាតុមិនឆ្អែតមួយចំនួន។

តារាង១៣.៣ ប្រវែងរលកសម្រូបអតិបរមារបស់អ៊ីដ្រូកាបួមិនឆ្អែត

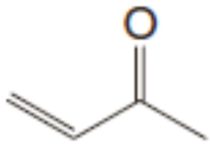
សមាសធាតុ	ទម្រង់	λ_{max} (nm)	ε_{max} (M^{-1} cm^{-1})
អេតែន	$CH_2{=}CH_2$	171	15,530
ត្រង្ស-3-អិចសែន		184	10,000
ស៊ីក្លូអិចសែន		182	7,600
1-អុកតែន		177	12,600
1-អុកទីន		185	2,000
1,3-ប៊ុយតាឌីអែន		217	21,000
ស៊ីស-1,3-ប៉ង់តាឌីអែន		223	22,600
ត្រង្ស-1,3-ប៉ង់តាឌីអែន		223.5	23,000
ប៊ុយ-1-អែន-3-អ៊ីន		228	7,800
1,4-ប៉ង់តាឌីអែន		178	17,000
1,3-ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន		239	3,400
1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន		256	8,000
ត្រង្ស-1,3,5-អិចសាទ្រីអែន		274	50,000

សមាសធាតុដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែនក៏ស្រូបពន្លឺក្នុងតំបន់UV ដែរ។ ឧទាហរណ៍ អាសេតូន មានពិកសម្រូបធំមួយនៅ 280nm ដែលត្រូវទៅនឹងរំញោចអេឡិចត្រុងមួយពីទ្វេតាអេឡិចត្រុង (មិនសម្ព័ន្ធ ឬអេឡិចត្រុង n) ទៅអរបីតាល់ π^* របស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន៖

អាសេតូន



សមាសធាតុដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន នៅឆ្លាស់ជាមួយសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូនមានសម្រូបអតិបរមាត្រូវទៅនឹងរំញោច $n \rightarrow \pi^*$ និង $\pi \rightarrow \pi^*$ ។ សម្រូបអតិបរមា $n \rightarrow \pi^*$ កើតឡើងនៅប្រវែងរលកវែងជាង ប៉ុន្តែខ្សោយជាងណាស់ (គឺថា មានតម្លៃលទ្ធភាពសម្រូបម៉ូលែតូចជាង)៖



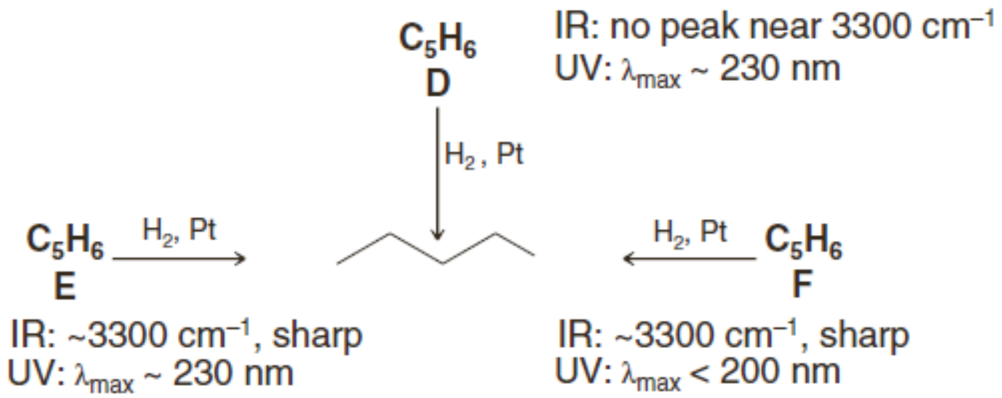
$$n \longrightarrow \pi^* \quad \lambda_{max} = 324\ \text{nm},\ \varepsilon_{max} = 24$$
$$\pi \longrightarrow \pi^* \quad \lambda_{max} = 219\ \text{nm},\ \varepsilon_{max} = 3600$$

៨.៤ បម្រើបម្រាស់វិភាគរបស់ស្បិចត្រូស្កូពី UV-Vis

ស្បិចត្រូស្កូពីUV-Vis អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីទាញរកទម្រង់របស់ម៉ូលេគុលសរីរាង្គ ដើម្បីបញ្ជាក់ថាមានវត្តមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់ឬអត់។ ទោះបីជាភាពឆ្លាស់ក្នុងម៉ូលេគុលអាចត្រូវបានកំណត់ដោយទិន្នន័យពីIR NMR ឬម៉ាសស្បិចត្រូមេទ្រី ការវិភាគUV-Visអាចផ្តល់ជាព័ត៌មានផ្ទួបគ្នា។

ប៉ុន្តែការប្រើប្រាស់ស្បិចត្រូស្កូពី UV-Vis កាន់តែធំទូលាយ ដើម្បីកំណត់កំហាប់របស់ភាគសំណាក។ ដូចដែលបានលើកឡើងក្នុងផ្នែកទី៨.ក ទំនាក់ទំនង $A = \varepsilon Cl$ បញ្ជាក់ថា បរិមាណសម្រូបដោយភាគសំណាក មួយនៅប្រវែងរលកជាក់លាក់មួយអាស្រ័យលើកំហាប់របស់វា។ ជាធម្មតាទំនាក់ទំនងនេះលីនីអ៊ែរទៅតាមកំហាប់សមស្របសម្រាប់វិភាគ។ ដើម្បីកំណត់ភាគសំណាកមិនស្គាល់មួយ ក្រាហ្វនៃសម្រូបអនុគមន៍នឹងកំហាប់ត្រូវបានគូរឡើងសម្រាប់ឈុតស្តង់ដានៃកំហាប់ស្គាល់។ ប្រវែងរលកដែលបានប្រើសម្រាប់វិភាគនេះ តែងតែជា λ_{max} របស់ភាគសំណាក។ កំហាប់របស់ភាគសំណាកត្រូវបានកំណត់ដោយវាស់សម្រូប និងកំណត់ តម្លៃកំហាប់ដែលត្រូវគ្នាពីក្រាហ្វនៃកំហាប់ស្គាល់ (ខ្សែកោងស្តង់ដា)។ ការវិភាគជាបរិមាណដោយប្រើស្បិចត្រូ ស្កូពី UV-Vis តែងត្រូវបានប្រើក្នុងការសិក្សាគីមីជីវៈ ដើម្បីវាស់ល្បឿនប្រតិកម្មអង់ស៊ីម។ កំហាប់របស់ប្រភេទ មួយដែលទាក់ទងប្រតិកម្ម (ទាក់ទងទៅនឹងសម្រូប UV-Visរបស់វា) ត្រូវបានគេដៅអនុគមន៍ទៅនឹងរយៈពេល ដើម្បីកំណត់ល្បឿនប្រតិកម្ម។ ស្បិចត្រូស្កូពីក៏ត្រូវបានប្រើក្នុងគីមីបរិស្ថានផងដែរ ដើម្បីកំណត់កំហាប់អ៊ីយ៉ុងលោហៈផ្សេងៗ (ជួនកាលទាក់ទងនឹងស្បិចសម្រូបរបស់សមាសធាតុកំផ្លិចសរីរាង្គជាមួយលោហៈ) ហើយក៏អាចប្រើជាវិធីសាស្ត្រសម្គាល់ក្នុងបច្ចេកទេសក្រូម៉ាតូក្រាហ្វីរាវ (HPLC)។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៧៖ ចូរឱ្យទម្រង់ D, E, និង F



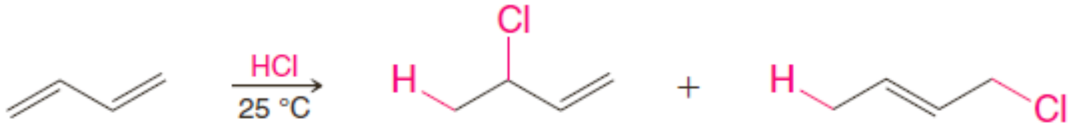
៩. ការប្រយុទ្ធនុយក្លេអូភីលលើឌីអែនឆ្លាស់៖ បូក-1,4

ឌីអែនឆ្លាស់មិនមែនមានតែស្ថេរភាពជាងឌីអែនមិនឆ្លាស់ប៉ុណ្ណោះទេ ពួកវាក៏បង្ហាញលក្ខណៈពិសេសនៅពេលពួកវាមានប្រតិកម្មជាមួយភ្នាក់ងារនុយក្លេអូភីល។

- ឌីអែនឆ្លាស់រងប្រតិកម្មទាំងបូក-1,2 និងបូក-1,4ដោយឆ្លងកាត់អង្គធាតុកណ្ដាលអាលីលមួយ

ឧទាហរណ៍ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ១ម៉ូលសមមូលបង្កើតផលិតផលពីរគឺ 3-ក្លរ៉ូ-1-ប៊ុយតែន និង 1-ក្លរ៉ូ-2-ប៊ុយតែន៖

ប៊ូក-1,2 **ប៊ូក-1,4**

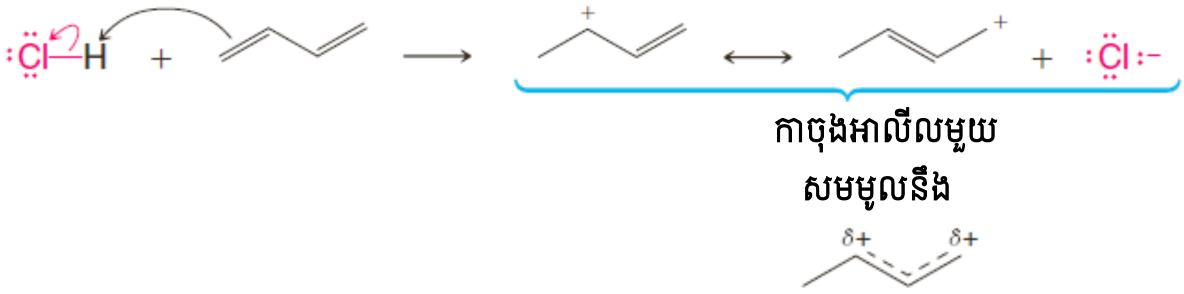


1,3-ប៊ុយតាឌីអែន **3-ក្លរ៉ូ-1-ប៊ុយតែន (78%)** **1-ក្លរ៉ូ-2-ប៊ុយតែន (22%)**

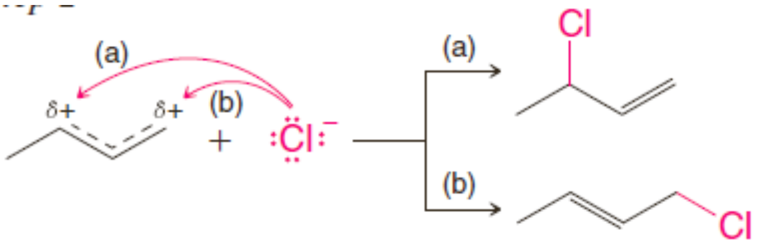
បើសិនមានតែផលិតផលទី១ (3-ក្លរ៉ូ-1-ប៊ុយតែន) ត្រូវបានបង្កើត យើងនឹងគ្មានអ្វីភ្ញាក់ផ្អើលទេ។ យើងអាចសន្និដ្ឋានថា អ៊ីដ្រូសែនក្លរួបានបូកលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនតាមមធ្យោបាយធម្មតា។ វាជាផលិតផលទី២ 1-ក្លរ៉ូ-2-ប៊ុយតែនទេ ដែលធ្វើឱ្យយើងភ្ញាក់ផ្អើល។ សម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់វាស្ថិតចន្លោះអាតូម មណ្ឌលទាំងពីរ ហើយធាតុរបស់អ៊ីដ្រូសែនក្លរួបានបូកលើអាតូមC1 និង C4។

ដើម្បីយល់ងអំពីរបៀបដែលផលិតផលបូក-1,2 និងបូក-1,4 កើតឡើងពីប្រតិកម្ម 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនជាមួយ HCl យើងពិចារណាលើចលនការខាងក្រោម៖

ដំណាក់កាលទី១



ដំណាក់កាលទី២

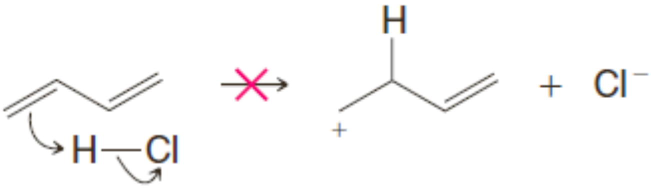


បូក-1,2

បូក-1,4

ក្នុងដំណាក់កាលទី១ ប្រូតុងមួយបូកលើអាតូមកាបូនចុងខ្សែរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបង្កើតជាកាចុងស្ថេរភាពមួយ ជាធម្មតា ក្នុងករណីនេះ ជាកាចុងអាលីលស្ថេរភាពដោយរេសូណង់មួយ។

ប្រតិកម្មបូកលើអាតូមកាបូនខាងក្នុងអាចបង្កើតកាចុងថ្នាក់ទី១អន់ស្ថេរភាព ដែលមិនអាចបន្សាប់ដោយផលរេសូណង់៖



ការបូកអេឡិចត្រូភីលរបៀបនេះមិនអាចបង្កើតកាបូកាចុងអាលីល (ស្ថេរភាពដោយផលរេសូណង់) ទេ

ក្នុងដំណាក់កាលទី២ អ៊ីយ៉ុងក្លរបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនមួយរបស់កាចុងអាលីលដែលមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែក។ ប្រតិកម្មលើអាតូមកាបូនមួយបង្កើតជាផលិតផលបូក-1,2 ឯប្រតិកម្មលើអាតូមកាបូនមួយទៀតបង្កើតផលិតផលបូក-1,4។

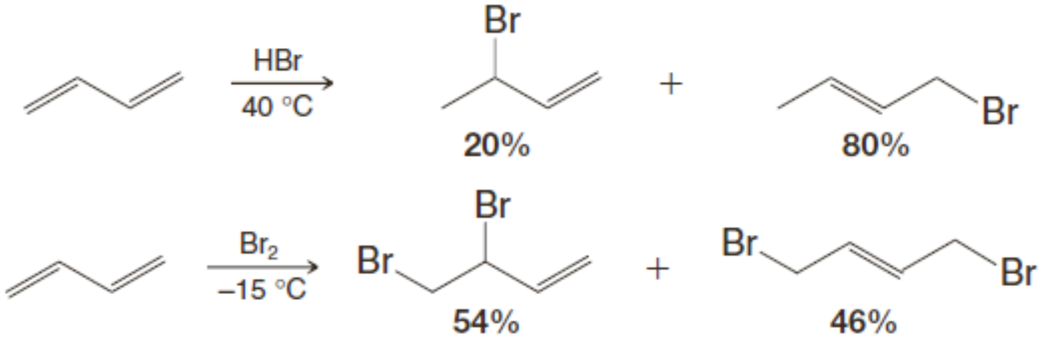
ចូរកត់សម្គាល់ថា ការតាង-1,2 និង -1,4 ទាក់ទងតែនឹងការបង់លេខ IUPAC លើអាតូមកាបូនក្នុងឧទាហរណ៍នេះ។

- អ្នកគីមីប្រើ -1,2- និង -1,4 ដើម្បីសំដៅលើរបៀបបូកលើប្រព័ន្ធឌីអែនឆ្លាស់ ដោយមិនគិតពីកន្លែងរបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់ស្ថិតនៅក្នុងម៉ូលេគុលទេ។

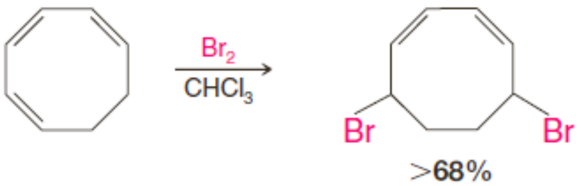
ដូចនេះ ប្រតិកម្មបូករបស់ 2,4-អិចសាឌីអែននៅតែជាប្រតិកម្មទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបូកតាមរបៀប-1,2 និង -1,4។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៨៖ ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបង្ហាញប្រតិកម្មបូក-1,4ជាមួយភ្នាក់ងារនុយក្លេអូភីលក្រៅពីអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ។ ឧទាហរណ៍ ពីរខាងក្រោម គឺប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនប្រូមួ (មិនមានវត្តមានពែរអុកស៊ីតទេ) និងប្រតិកម្មបូកប្រូម៖



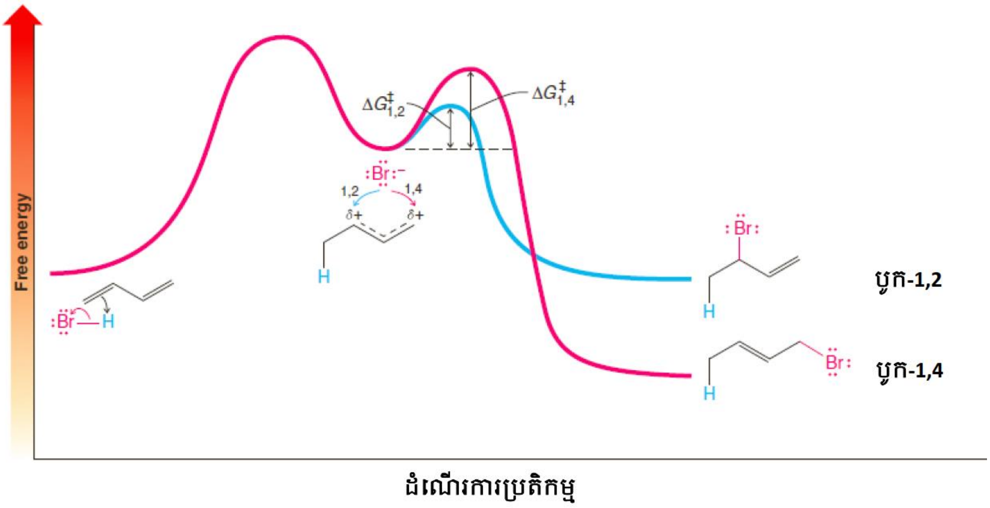
ប្រតិកម្មប្រភេទនេះអាចកើតឡើងជាមួយឌីអែនឆ្លាស់ផ្សេងទៀត។ ទ្រីអែនឆ្លាស់តែងតែមានប្រតិកម្មបូក-1,6។ ឧទាហរណ៍មួយគឺប្រតិកម្មបូក-1,6 នៃប្រូមលើ 1,3,5-ស៊ីក្លូអុកតាទ្រីអែន៖



❖ **ការត្រួតពិនិត្យស៊ីនេទិច និងទែរម៉ូឌីណាមិចនៃប្រតិកម្មគីមីមួយ**

ប្រតិកម្មបូករបស់អ៊ីដ្រូសែនប្រូមួលើ1,3-ប៊ុយតាឌីអែនបង្ហាញទិដ្ឋភាពសំខាន់មួយទៀតនៃប្រតិកម្មភាពគីមធ្យោបាយដែលសីតុណ្ហភាពជះឥទ្ធិពលលើរបាយផលិតផលក្នុងប្រតិកម្មដែលអាចកើតកើតឡើងតាមផ្លូវច្រើន។ ជាទូទៅ៖

- ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មមួយដែលសម្របសម្រួល**នៅសីតុណ្ហភាពទាប** ត្រូវបានកកើតតាមផ្លូវដែលមានរបាំងថាមពលសកម្មទាបជាងគេបំផុត។ ក្នុងករណីនេះ គេហៅថាប្រតិកម្មនេះថាជាប្រតិកម្មដែលត្រូវបាន**ត្រួតពិនិត្យដោយស៊ីនេទិច(ឬល្បឿន)** (kinetic control) ហើយផលិតផលឧត្តមភាពជា **ផលិតផលស៊ីនេទិច** (kinetic products)។
- ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មដែលសម្របសម្រួល**នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់** ក្នុងប្រតិកម្មច្រាសមួយជាផលិតផលដែលមានស្ថេរភាពបំផុត។ ក្នុងករណីនេះ គេហៅប្រតិកម្មនេះថាជាប្រតិកម្មដែល ត្រូវបាន**ត្រួតពិនិត្យដោយទែម៉ូឌីណាមិច** (ឬលំនឹង) (Thermodynamic control) ហើយផលិតផលឧត្តមភាពជា**ផលិតផលទែម៉ូឌីណាមិច** (Thermodynamic products)។



រូប១៣.១១ ដ្យាក្រាមថាមពលសេរីអនុគមន៍នឹងដំណើរការប្រតិកម្មរបស់ប្រតិកម្មបូក-1,2 និង បូក-1,4 របស់HBr លើ1,3-ប៊ុយតាឌីអែន។ កាបូកាចុងអាលីលជាចំណុចរួមរបស់ផ្លូវទាំងពីរ។ របាំងថាមពលសម្រាប់ការប្រយុទ្ធនៃអ៊ីយ៉ុងប្រូមួលើ កាចុងអាលីលបង្កើតផលិតផលបូក-1,2 ទាបជាងរបាំងថាមពលដែលបង្កើតផលិតផលបូក-1,4។ ផលិតផលបូក-1,2 ត្រូវបានត្រួតពិនិត្យដោយស៊ីនេទិច។ ផលិតផលបូក-1,4 មានស្ថេរភាពជាង ហើយវាជាផលិតផលត្រួតពិនិត្យដោយ ទែម៉ូឌីណាមិច។

យើងឃើញក្នុងរូប១៣.១១ ថា ថាមពលសេរីសកម្មដែលបង្កើតផលិតផលបូក-1,2 ទាបជាងថាមពលសេរីសកម្មបង្កើតផលិតផលបូក-1,4 ទោះបីជាផលិតផលបូក-1,4មានស្ថេរភាពជាងក៏ដោយ។

- នៅ**សីតុណ្ហភាពទាប** ភាគរយនៃការទង្គិចដើម្បីឱ្យមានថាមពលធំជាងរបាំងថាមពលបង្កើតផលិតផលបូក-1,4 តិចជាងភាគរយនៃការទង្គិចបង្កើតផលិតផលបូក-1,2។

- នៅសីតុណ្ហភាពទាប ការកកើតផលិតផលបូក-1,2 និងបូក-1,4 គឺមិនអាចត្រលប់វិញបាន ពីព្រោះមិនមានថាមពលគ្រប់គ្រាន់ធ្វើឱ្យផលិតផលទាំងពីរអាចឆ្លងរបាំងថាមពរួចបង្កើតជាកាចុងអាលីលវិញបាន។ ដូចនេះ ផលិតផលបូក-1,2មានឧត្តមភាពនៅសីតុណ្ហភាពទាប ពីព្រោះវាត្រូវបានកកើតលឿនជាង ហើយវាមិនអាចត្រលប់ទៅវិញបាន។ វាជា**ផលិតផលស៊ីនេទិច**របស់ប្រតិកម្មនេះ។
- **នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់** ការទង្គិចរវាងអ៊ីយ៉ុងអង្គធាតុកណ្តាលបង្កើតថាមពលគ្រប់គ្រាន់ធ្វើឱ្យកកើតផលិតផលទាំងពីរយ៉ាងរហ័ស។ ប៉ុន្តែ វាក៏មានថាមពលគ្រប់គ្រាន់ធ្វើឱ្យផលិតផលទាំងពីរបម្លែងត្រលប់មកកាបូកាចុងអាលីលវិញ។
- ដោយសារតែ ផលិតផលបូក-1,2 មានរបាំងថាមពលសេរីសម្រាប់ការបម្លែងទៅកាចុងអាលីលវិញតូចជាងរបាំងថាមពលសេរីនៃផលិតផលបូក-1,4 មានផលិតផលបូក-1,2ច្រើនជាងដែលបានបម្លែងទៅជាកាចុងអាលីលច្រើនជាងផលិតផលបូក-1,4។ ប៉ុន្តែដោយសារផលិតផល ទាំងពីរត្រូវបានបង្កើតពីកាចុងអាលីលនៅសីតុណ្ហភាព លំនឹងនៃប្រតិកម្មនេះនឹងរំកិលទៅកាន់ ផលិតផលបូក-1,4 ជាផលិតផលឧត្តមភាព ពីព្រោះវាមានស្ថេរភាពជាង។ ផលិតផលបូក-1,4 ជា**ផលិតផលទែម៉ូឌីណាមិច** ឬ **ផលិតផលលំនឹង**របស់ប្រតិកម្មនេះ។

មុនពេលយើងចេញពីប្រធានបទនេះ យើងត្រូវកត់សម្គាល់ចំណុចចុងក្រោយមួយ។ ឧទាហរណ៍នេះបង្ហាញយ៉ាងច្បាស់ថា ការទស្សន៍ទាយល្បឿនប្រតិកម្មអាចធ្វើបានអាស្រ័យលើស្ថេរភាពរបស់ផលិតផលតែមួយគឺមិនត្រឹមត្រូវទេ។ ប៉ុន្តែ វាមិនកើតឡើងគ្រប់ករណីទាំងអស់ទេ។ ចំពោះប្រតិកម្មជាច្រើនដែលមានឆ្លងកាត់អង្គធាតុកណ្តាលរួម បង្កើតជាផលិតផលពីរ ឬច្រើន ផលិតផលដែលមានស្ថេរភាពជាងគេត្រូវបានបង្កើតរហ័សជាងគេ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.៩៖

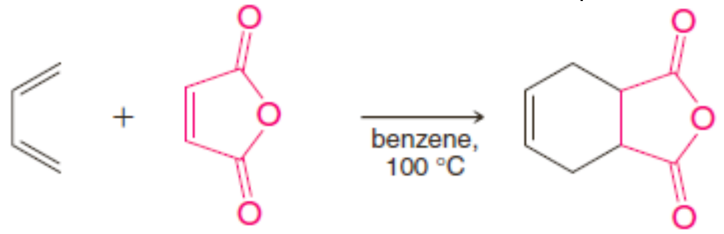
a. ចូរពន្យល់តាមទម្រង់ដែលបញ្ជាក់ថា ប្រតិកម្មបូក-1,2នៃ1,3-ប៊ុយតាឌីអែនជាមួយអ៊ីដ្រូសែនប្រូមួ កើតឡើងរហ័សជាងប្រតិកម្មបូក-1,4។

b. ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាផលិតផលបូក-1,4 មានស្ថេរភាពជាង។

១០. ប្រតិកម្ម Diels-Alder ៖ ប្រតិកម្មបូកវង់-1,4 នៃឌីអែន

ក្នុងឆ្នាំ១៩២៨ អ្នកគីមីអាល្លឺម៉ង់ Otto Diels និងKurt Alderបានបង្កើតប្រតិកម្មបូកវង់-1,4 នៃឌីអែន។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានបង្ហាញជាប្រតិកម្មមួយដែលមានប្រយោជន៍ច្រើន និងជាប្រតិកម្មសំយោគដែលDiels និង Alder ទទួលបានរង្វាន់ណូបែលផ្នែកគីមីក្នុងឆ្នាំ១៩៥០។

ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្ម Diels-Alder ជាប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅពេល 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និងម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីតត្រូវបានកម្ដៅរួមគ្នានៅ 100^{0}C។ ផលិតផលទទួលបានក្នុងទិន្នផលខ្ពស់បំផុត។



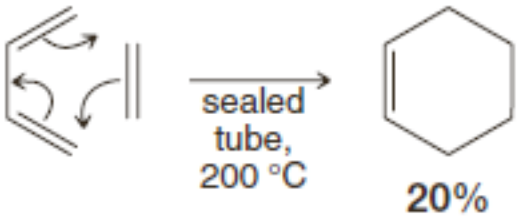
1,3- ប៊ុយតាឌីអែន (ឌីអែន) ម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីត (ឌីអែណូភីល) អាដាក់(100%)

- ក្នុងន័យទូទៅ **ប្រតិកម្មDiel-Alder** ជាប្រតិកម្មមួយរវាងឌីអែនឆ្លាស់មួយ (ប្រព័ន្ធ4អេឡិចត្រុងπ) និងសមាសធាតុមួយមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ(ប្រព័ន្ធ2អេឡិចត្រុងπ) ហៅថា**ឌីអែណូភីល** (Dienophile) (ចូលចិត្តឌីអែន)។ ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្ម Diel-Alder ត្រូវបានគេហៅថា **អាដាក់** (adduct)។

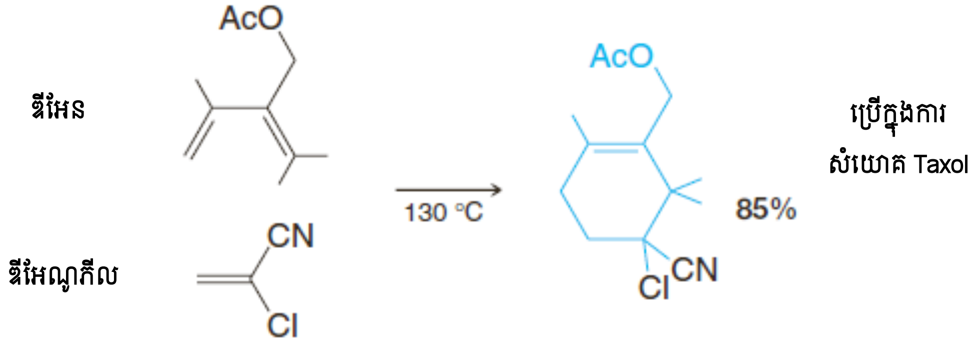
ក្នុងប្រតិកម្មDiel-Alder សម្ព័ន្ធσពីរថ្មីត្រូវបានកកើតពីការដាច់នៃសម្ព័ន្ធπពីររបស់ឌីអែន និងឌីអេណូភីល។ អាដាក់វង់៦អាតូមមួយ សម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ។ ដោយសារតែសម្ព័ន្ធσតែងតែខ្លាំងជាងសម្ព័ន្ធπ ការកកើតអាដាក់មួយតែងតែត្រូវបានសម្របសម្រួលដោយថាមពល *ប៉ុន្តែប្រតិកម្ម Diels-Alder ស្ទើរតែអស់ជាប្រតិកម្មអាចត្រលប់បាន។*

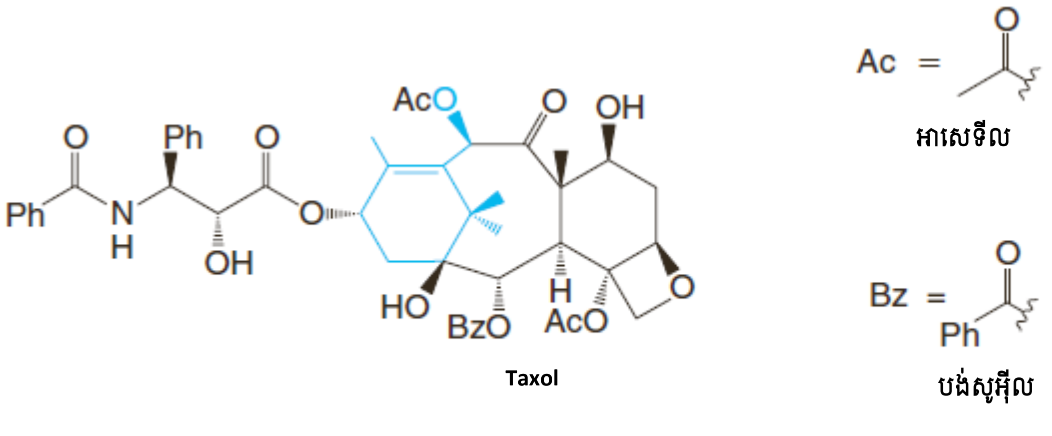
ប្រតិកម្មDiels-Alder ជាឧទាហរណ៍មួយនៃ**ប្រតិកម្មបិទវង់** (pericylcic reaction)។ **ប្រតិកម្មបិទវង់ជាប្រតិកម្មតន្ត្រីដែលកើតឡើងក្នុងមួយដំណាក់កាល ឆ្លងកាត់អន្តរភាពវង់មួយដែលមានលក្ខណៈអរបីតាល់ម៉ូលេគុលស៊ីមេទ្រីត្រួតពិនិត្យប្រតិកម្ម។**

ឧទាហរណ៍ងាយបំផុតនៃប្រតិកម្ម Diels-Alder ជាប្រតិកម្មដែលកើតឡើងរវាង 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និងអេតែន។ ប៉ុន្តែប្រតិកម្មកើតឡើងយឺតជាងប្រតិកម្មរវាងប៊ុយតាឌីអែនជាមួយម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីត ហើយត្រូវបានធ្វើឡើងក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌសំពាធ៖



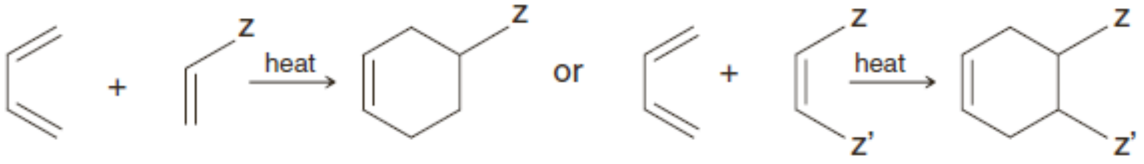
ឧទាហរណ៍មួយទៀតគឺទង្វើអង្គធាតុកណ្តាលមួយក្នុងការសំយោគថ្នាំប្រឆាំងមហារីក Taxol (paclitaxel) ដោយ K. C. Nicolaou (វិទ្យាស្ថានស្រាវជ្រាវ Scripps និងសាកលវិទ្យាល័យកាលីហ្វញ៉ា San Diego)៖





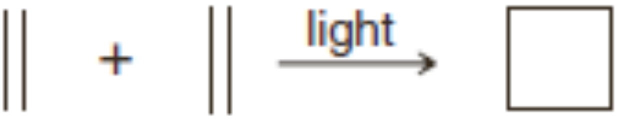
Taxol

ជាទូទៅ ឌីអែណូភីលមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអែនឆ្លាស់ដោយប្រតិកម្មបូក-1,4 បង្កើតវង់៦អាតូមមួយ។ ដំណើរការនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មបូកវង់** [4+2] ដែលត្រូវបានហៅឈ្មោះដោយយោងទៅលើចំនួនអាតូមពីប្រតិកម្មនីមួយដែលចូលរួមបង្កើតវង់ ហើយប្រតិកម្មនេះបញ្ចេញកម្តៅ។ ទីតាំងណាមួយនៃផ្នែកទាំងពីររបស់ឌីអែន ឬឌីអែណូភីលអាចត្រូវបានជំនួស។ ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លះដែលជាផ្នែករបស់ឌីអែណូភីល ត្រូវបានតាងដោយ Z និង Z′ ដូចបង្ហាញខាងក្រោម៖



ដែល Z និង Z′ អាចជា CHO, COR, CO_2H, CO_2R, CN, Ar, CO-O-CO, ឬ អាឡ្កសែន និងក្រុមផ្សេងទៀត

ប្រតិកម្មបិទវង់ដែលមានអាល់សែនពីរប្រតិកម្មជាមួយគ្នាតាមរបៀបនេះ ត្រូវបានបង្ហាញដូចខាង ក្រោម៖

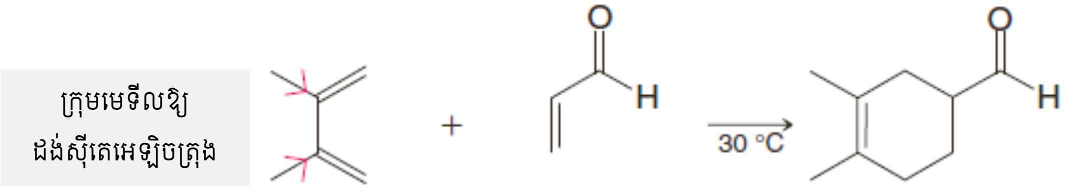


ប្រតិកម្មនេះហៅថា ប្រតិកម្មបូកវង់[2+2] ហើយវាត្រូវការថាមពលពន្លឺ។

១០.១ កត្តាជំរុញប្រតិកម្មDiels-Alder

Alderបានលើកឡើងថា ប្រតិកម្មDiels-Alder ត្រូវបានសម្របសម្រួលដោយវត្តមាននៃក្រុមទាញអេឡិចត្រុងក្នុងឌីអែណូភីល និងដោយក្រុមទាញអេឡិចត្រុងក្នុងឌីអែន។ ម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីតជាឌីអែណូភីល ខ្លាំងមួយមានក្រុមកាបូនីលទាញអេឡិចត្រុងពីរលើអាតូមកាបូនជាមួយអាតូមកាបូនសម្ព័ន្ធពីរជាន់។

ឥទ្ធិពលនៃក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងក្នុងឌីអែនក៏អាចបង្ហាញផងដែរ ឧទាហរណ៍2,3-ឌីមេទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមានប្រតិកម្ម Diels-Alder លឿនជាង 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន ប្រហែល៥ដង។ ក្រុមមេទីលឱ្យដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងតាមផលអាំងឌុចទីវ ដូចក្រុមអាល់គីលមាននៅពេលបន្ស៊ប់កាបូកាចុង (ទោះបីគ្មានកាបូកាចុងក៏ដោយ)។ នៅពេល 2,3-ឌីមេទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែនប្រតិកម្មជាមួយប្រូប៉ែណាល់(អាក្រូលីន)នៅសីតុណ្ហភាព តែ 30^0C គេទទួលបានអាដាក់ក្នុងទិន្នផលខ្ពស់បំផុត (Quantitative yield)៖

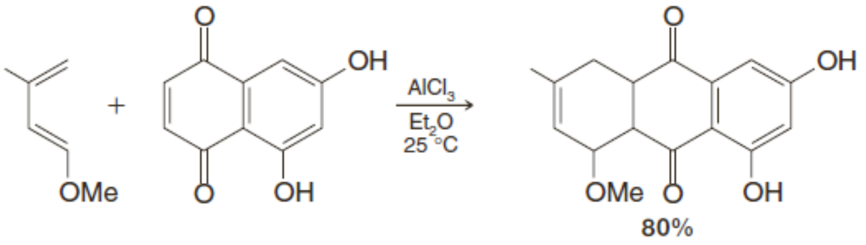


2,3-ឌីមេទីល-1,3 -ប៊ុយតាឌីអែន **ប្រូប៉ែណាល់** **100%**

ការស្រាវជ្រាវ (ដោយ C. K. Bradsher នៅសាកលវិទ្យាល័យ Duke) បានបង្ហាញថា ទីតាំងក្រុមទាញអេឡិចត្រុង និងក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងក្នុងឌីអែណូភីល និងឌីអែនអាចត្រូវបានត្រលប់ដោយគ្មានការបាត់បង់ទិន្នផលនៃអាដាក់។ ឌីអែនដែលមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងត្រូវបានរកឃើញថាមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអែណូភីលដែលមានក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងយ៉ាងងាយស្រួល។

ក្រៅពីការប្រើប្រាស់ឌីអែន និងឌីអែណូភីលដែលមានលក្ខណៈឱ្យអេឡិចត្រុង និងទាញអេឡិចត្រុង កត្តាផ្សេងទៀតដែលជម្រុញល្បឿនប្រតិកម្ម Diels-Alder រួមមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងសំពាធខ្ពស់។ វិធីសាស្ត្រដែលគេ

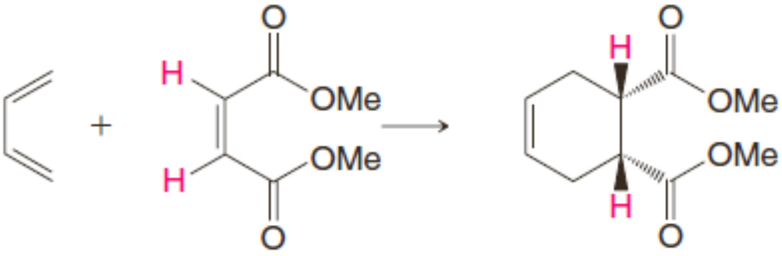
និយមប្រើមួយទៀតគឺប្រើកាតាលីករអាស៊ីតឡឺវីស។ ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយ ដែលប្រតិកម្ម Diels-Alder កកើតនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ក្រោមវត្តមានកាតាលីករអាស៊ីត (ក្នុងផ្នែក១០.គ យើងនឹងឃើញពីរបៀបដែលអាស៊ីតឡឺវីសអាចត្រូវបានប្រើជាមួយលីហ្កង់គីរ៉ាល់ ដើម្បីបង្កើតភាពអស៊ីមេទ្រីក្នុងផលិត ផលប្រតិកម្ម)។



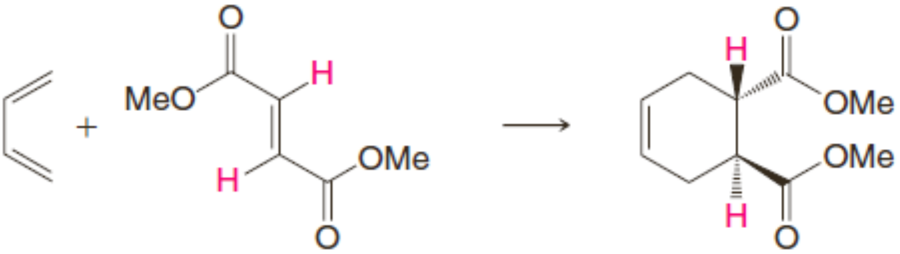
១០.២ ស្តេរ៉េអូគីមីនៃប្រតិកម្ម Diels-Alder

ឥឡូវនេះ ចូរយើងពិចារណាលើទិដ្ឋភាពស្តេរ៉េអូគីមីនៃប្រតិកម្ម Diels-Alder។ កត្តាខាងក្រោមជាមូលហេតុដែលធ្វើឱ្យប្រតិកម្ម Diels-Alder មានសារប្រយោជន៍ណាស់ក្នុងការសំយោគ។

១. **ប្រតិកម្ម Diels-Alder ជាប្រតិកម្មស្តេរ៉េអូជាក់លាក់៖ ប្រតិកម្មជាប្រតិកម្មបូក-ស៊ិនមួយ ហើយកុងភីក្យ៉ាស្យុងរបស់ឌីអែណូភីលត្រូវបានរក្សាក្នុងផលិតផល។** ឧទាហរណ៍ពីរដែលបង្ហាញទិដ្ឋភាពនៃប្រតិកម្មនេះ ត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖



ឌីមេទីលម៉ាលេអាត **ឌីមេទីល ស៊ីក្លូអិច-4-អ៊ីន-ស៊ីស-1,2-ឌីកាបុកស៊ីឡាត**

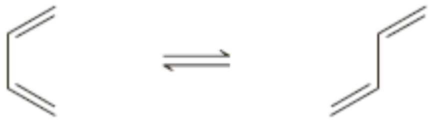


\+ អេណង់ត្យូមែរ

ឌីមេទីល ផ្ទូម៉ារ៉ាត (ត្រង់ស្ស-ឌីអែណូភីលមួយ) **ឌីមេទីល ស៊ីក្លូអិច-4-អ៊ីន-ត្រង់ស្ស 1,2-ឌីកាបុកស៊ីឡាត**

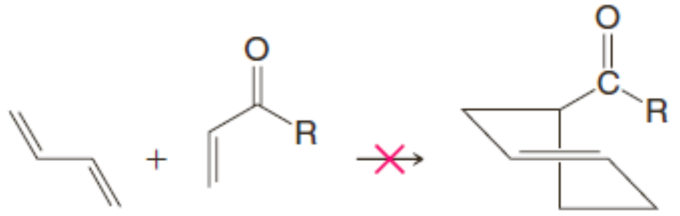
ក្នុងឧទាហរណ៍ទី១ ឌីអែណូភីលមួយជាមួយក្រុមអេស្ទែរស៊ីសប្រតិកម្មជាមួយ1,3-ប៊ុយ តាឌីអែនបង្កើត ជាអាជាក់មួយដែលមានក្រុមអេស្ទែរស៊ីស។ ក្នុងឧទាហរណ៍ទី២គ្រាន់តែបញ្ច្រាសគ្នាជាការពិត។ ត្រង់ស្ស-ឌីអែណូភីលបង្កើតត្រង់ស្ស-អាជាក់ មួយ។

២. **ជាចាំបាច់ ឌីអែនប្រតិកម្មក្នុងកុងផរម៉ាស្យុង s-ស៊ីស ជាជាងកុងផរម៉ាស្យុង s-ត្រង់ស្ស៖**



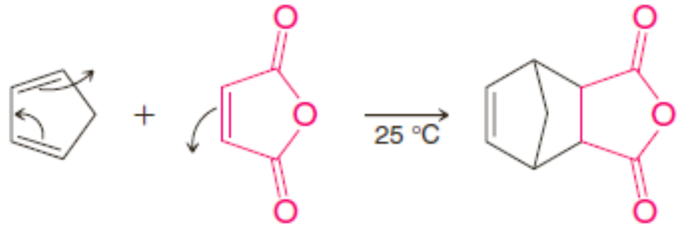
កុងម៉ាស្យុងs-ស៊ីស **កុងផរម៉ាស្យុង s-ត្រង់ស្ស**

បើសិនជាប្រតិកម្មក្នុងកុងផរម៉ាស្យុងs-ត្រង់អាចកើតឡើង វាអាចបង្កើតវង់៦អាតូមដែលមាន សម្ព័ន្ធពីរជាន់រមួលសម្ព័ន្ធខ្ពស់។ ករណីប្រតិកម្ម Diels-Alder នេះមិនដែលសង្កេតឃើញទេ។



រមួលសម្ព័ន្ធខ្ពស់

ឌីអែនវង់ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុងកុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីស តែងតែមានប្រតិកម្ម Diels-Alder ខ្លាំង។ ឧទាហរណ៍ ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនប្រតិកម្មជាមួយម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីតនៅ សីតុណ្ហភាពបន្ទប់បង្កើតអាដាក់ខាងក្រោមក្នុងទិន្នផលខ្ពស់បំផុត។



ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំង ដែលនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ វាអាចរងប្រតិកម្ម Diels-Alder យឺតៗដោយខ្លួនវា៖

ឌីស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន

ប៉ុន្តែប្រតិកម្មអាចត្រលប់មកវិញ។ នៅពេលឌីស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនត្រូវបានគេបិទវាបំបែកជាស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន២ម៉ូល។ ប្រតិកម្មរបស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនបង្ហាញលក្ខណៈស្តេរ៉េអូគីមីរបស់ប្រតិកម្មDiels-Alder។

៣. **ប្រតិកម្ម Diels-Alder កើតឡើងជាដំបូងតាមបែបអង់ដូជាជាងបែបអិចសូ នៅពេលប្រតិកម្ម ត្រូវបានត្រួតពិនិត្យដោយស៊ីនេទិច។** ឌីអែណូភីលមួយតែងតែមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងមួយ ដូចជាក្រុមកាបូនីល ឬក្រុមអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានផ្សេងទៀតដែលមានអេឡិចត្រុងπ ដូចក្នុង ឧទាហរណ៍ខាងក្រោម និងក្នុងឧទាហរណ៍ទាំងអស់ដែលយើងបានឃើញកន្លងមក។

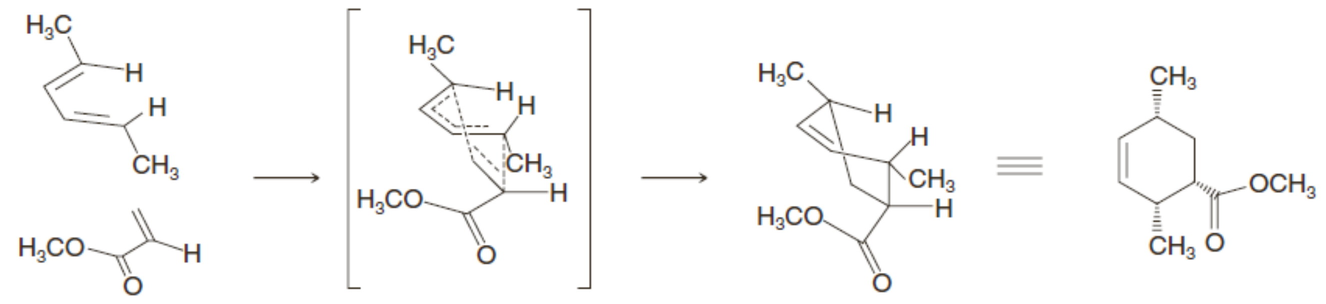
- ក្នុងប្រតិកម្ម Diels-Alder អង់ដូ និងអិចសូសំដៅលើដំណៅទិសនៃឌីអែណូភីល និង ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងរបស់វា នៅពេលវាមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអែន។
- នៅពេលឌីអែនូភីលមានប្រតិកម្មដូចនេះ អរបីតាល់អេឡិចត្រុងπរបស់ក្រុមទាញ អេឡិចត្រុងតម្រៀបពីក្រោម (ឬពីលើ) អរបីតាល់អេឡិចត្រុងπរបស់ឌីអែន វិធីតម្រៀប បែបនេះត្រូវបានគេហៅថា**អង់ដូ**។
- នៅពេលក្រុមទាញអេឡិចត្រុងរបស់ឌីអែណូភីលត្រូវបានតម្រៀបចេញឆ្ងាយពីអេឡិចត្រុងπរបស់ឌីអែនក្នុងអន្តរភាព វិធីតម្រៀបបែបនេះត្រូវបានគេហៅថា**អិចសូ**។

- នៅពេលប្រតិកម្ម Diels-Alder មួយកើតឡើង ផលិតផលទាំងពីអន្តរភាពអង់ដូ និងអិចសូ អាចកើតឡើង ប៉ុន្តែផលិតផលអង់ដូតែងតែមានឧត្តមភាព ពីព្រោះអន្តរភាព អង់ដូតែងតែមានថាមពលទាបជាង។

ទោះបីជាយោះងមិនបានពិភាក្សាលម្អិតនៅកន្លែងនេះ ប្រតិកម្មដែលសម្របសម្រួលតាមអង់ដូកើតឡើងដោយការគ្របដណ្តប់អរប៊ីតាល់ដែលធ្វើឱ្យថាមពលអន្តរភាពទាបក្នុងដំណៅទិសអង់ដូ។ ចំពោះមូលហេតុនេះ ផលិតផលអង់ដូត្រូវបានបង្កើតយ៉ាងរហ័ស (វាជាផលិតផលស៊ីនេទិច)។

ចូរពិចារណាលើឧទាហរណ៍ក្នុងរូប១៣.១២ ដែលទាក់ទងនឹង (2E,4E)-អិច-2,4-ឌីអែន និងមេទីលប្រូប៉ាណូអាត។ ចូរកត់សម្គាល់ថា វិធីអង់ដូ ឬអិចសូជះឥទ្ធិពលលើស្តេរ៉េអូគីមីផលិតផលនៃក្រុមទាញអេឡិចត្រុងពីឌីអែណូភីល។

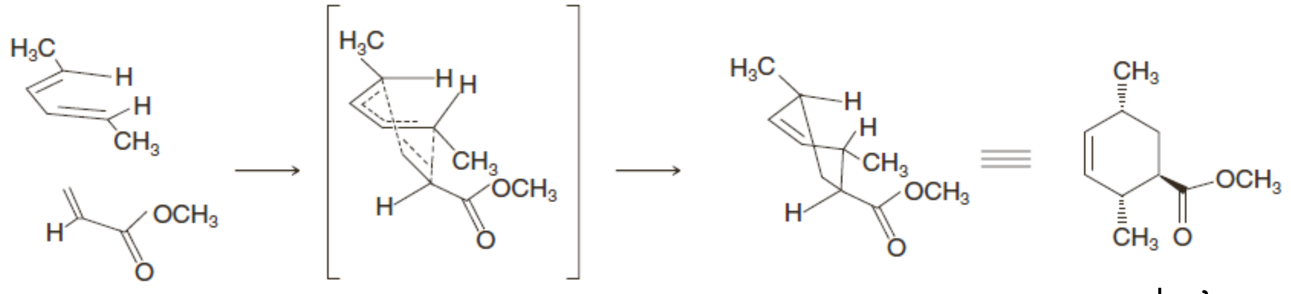
(a)



(បូកអេណង់ត្យូមែរ)

វិធីអង់ដូ៖ ឌីអែណូភីលតម្រៀបដោយក្រុមទាញអេឡិចត្រុងរបស់វានៅពីក្រោមប្រព័ន្ធπឌីអែន ដូចដែលបានបង្ហាញ ឬពីលើវា (មិនបានបង្ហាញ)។ វិធីអង់ដូពីរនេះធ្វើឱ្យកកើតអេណង់ត្យូមែរ។

(b)



(បូកអេណង់ត្យូមែរ)

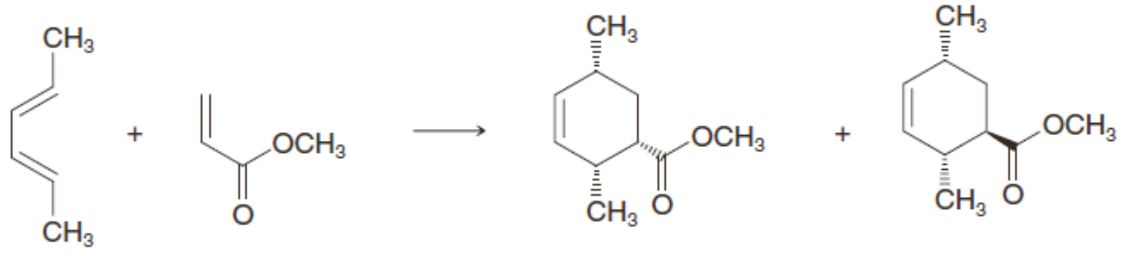
វិធីអិចសូ៖ ឌីអែណូភីលតម្រៀបដោយក្រុមទាញអេឡិចត្រុងរបស់វានៅខាងក្រោម និងចេញពីប្រព័ន្ធπ ឌីអែន ដូចបង្ហាញ ឬពីលើ និងចេញពីប្រព័ន្ធឌីអែន (មិនបានបង្ហាញ)។ វិធីអិចសូទាំងពីរធ្វើឱ្យកកើតអេណង់ត្យូមែរ។

រូប១៣.១២ ប្រតិកម្មDiels-Alderនៃ (2E,4E)-អិចសា-2,4-ឌីអែន និងមេទីលប្រូប៉ែនណូអាត តាមវិធី (a) អង់ដូ និង (b) អិចសូ

ទោះបីក្នុងឧទាហរណ៍អង់ដូ និងអិចសូទាំងពីរដែលយើងបានបង្ហាញក្នុងរូប១៣.១២ ឌីអែណូភីល ប្រយុទ្ធលើឌីអែនពីខាងក្រោម ឌីអែណូភីលក៏អាចប្រយុទ្ធលើឌីអែនពីខាងលើបានដែរ ដែលជាមូលហេតុធ្វើឱ្យកកើតអេណង់ត្យូមែរក្នុងករណីនេះ។ ជាទូទៅ ប្រតិកម្ម Diels-Alder ធ្វើឱ្យកកើតអេណង់ត្យូមែរ លុះត្រាតែ ប្រតិករមួយក្នុងចំណោមទាំងពីរជាសមាសធាតុគីរ៉ាល់ ឬមានឥទ្ធិពលពីកាតាលីការគីរ៉ាល់។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១១៖ ចូរគូរអន្តរភាពរបស់ប្រតិកម្ម Diels-Alder អង់ដូ និងអិចសូនៃម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីតជាមួយស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន។ អន្តរភាពដែលនាំឱ្យកកើតអេណង់ត្យូមែរតែមួយត្រូវបង្ហាញក្នុងករណីនេះ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១២៖ បើសិនជាយើងចង់សរសេរសមីការគីមីតាងប្រតិកម្ម(2E,4E)-អិចសា-2,4-ឌីអែន និងមេទីលប្រូប៉ែណូអាត យើងអាចសរសេរវាដូចបង្ហាញខាងក្រោម។



ឧត្តមភាពដោយប្រតិកម្ម បូកអង់ដូ (បូកអេណង់ត្យូមែរ) ឧត្តមភាពដោយប្រតិកម្ម បូកអិចសូ (បូកអេណង់ត្យូមែរ)

a. ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីយើងអាចទស្សន៍ទាយថាផលិតផលអងដូ និងអិចសូនឹងអាចកកើតជាគូ អេណង់ត្យូមែរមួយ។

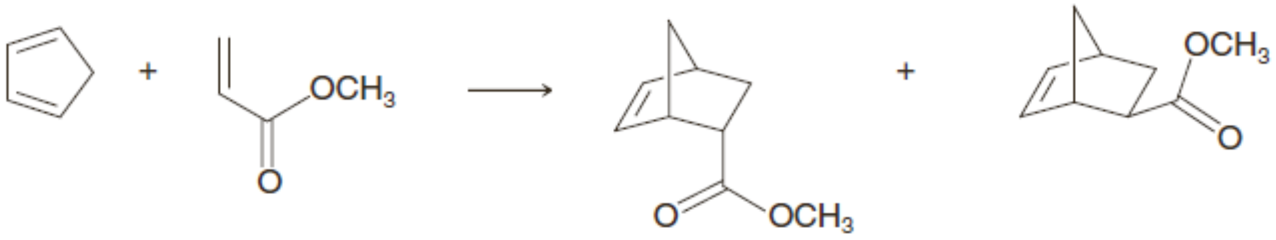
b. តើទំនាក់ទំនងស្តេរ៉េអូគីមីរវាងអេណង់ត្យូមែរអង់ដូមួយជាមួយអេណង់ត្យូមែរអិចសូមួយជាអ្វី?

ពាក្យថាអង់ដូ និងអិចសូក៏ត្រូវបានប្រើដើម្បីតាងដំណៅទិសក្រុមជួសលើកាបូនចតុមុខក្នុងស្ពាននៃ ប្រព័ន្ធវង់ប៊ីស៊ីគ្លិចផងដែរ។

- ក្នុងប្រព័ន្ធប៊ីស៊ីគ្លិចមួយ ក្រុមជួសមួយជាអិចសូ បើសិនសម្ព័ន្ធដែលភ្ជាប់វាទៅស្ពានត្រូវបានដៅទិសចេញពីស្ពានវែងជាងគេនៃស្ពាននៅសល់ទាំងពីរក្នុងប្រព័ន្ធនោះ ហើយក្រុមជួសមួយជាអង់ដូ បើសិនសម្ព័ន្ធទៅក្រុមជួសនោះត្រូវបានដៅទិសឆ្ពោះទៅកាន់ស្ពានវែងជាងគេនៃស្ពាននៅសល់ទាំងពីរ។

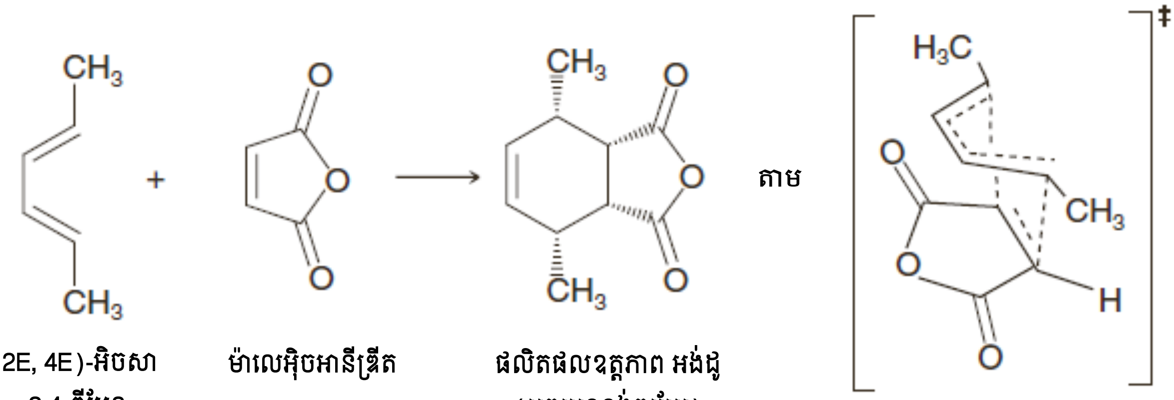
រូបខាងក្រោមបង្ហាញក្រុម R ក្នុងទីតាំងអិចសូមួយ និងក្នុងទីតាំងអង់ដូមួយ។

ចូរពិចារណាលើប្រតិកម្ម Diels-Alder របស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនជាមួយប្រូប៉ែណូអាតខាងក្រោម។ ក្រុម អេស្ទែរក្នុងផលិតផលឧត្តមភាពជាអង់ដូ ពីព្រោះក្រុមជួសអេស្ទែរត្រូវបានដៅទិសទៅក្បែរស្ពានកាបូនពីរ (វែង ជាង) ជាស្ពានកាបូនមួយ (ខ្លីជាង)។ ក្នុងផលិតផលតិចតួច ក្រុមជួសអេស្ទែរជាអិចសូ ពីព្រោះវាត្រូវបានដៅ ទិសចេញពីស្ពានវែងជាងគេ។



ផលិតផលអង់ដូ (ឧត្តមភាព) (បូកអេណង់ត្យូមែរ) ផលិតផលអិចសូ (តិចតួច) (បូកអេណង់ត្យូមែរ)

៤. **កុងភីក្លប៉ាស្យុងរបស់ឌីអែនត្រូវបានរក្សាទុកក្នុងប្រតិកម្មDiels-Alder។** ដូចគ្នាទៅនឹងកុងភីក្លប៉ាស្យុងរបស់ឌីអែណូភីលដែលត្រូវបានរក្សាក្នុងអាជាក់នៃប្រតិកម្ម Diels-Alder មួយ (មើល ចំណុច1ខាងលើ) កុងភីក្លប៉ាស្យុងរបស់ឌីអែនក៏ត្រូវបានរក្សាទុកដែរ។ អ្វីដែលយើងមានន័យគឺថា ស្តេរ៉េអូគីមីអាល់សែន E,Z ទាំងរបស់ឌីអែន និងឌីអែណូភីលត្រូវបានផ្ទេរទៅជាមណ្ឌល គីរ៉ាល់ចតុមុខក្នុងអាជាក់Diels-Alder។ ចូរពិចារណាលើប្រតិកម្មខាងក្រោមនៃម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីតជាមួយ(2E, 4E)-អ៊ិចសា-2,4-ឌីអែន និងជាមួយដ្យ៉ាស្តេរ៉េអូមែរអាល់សែននេះ និង (2E,4Z)-អ៊ិចសា-2,4-ឌីអែន ដោយបង្ហាញផលិតផលអង់ដូ (ឧត្តមភាព)ក្នុងករណីនេះ។



(2E, 4E)-អ៊ិចសា-2,4-ឌីអែន ម៉ាលេអ៊ិចអានីឌ្រីត ផលិតផលឧត្តភាព អង់ដូ (បូកអេណង់ត្យូមែរ)

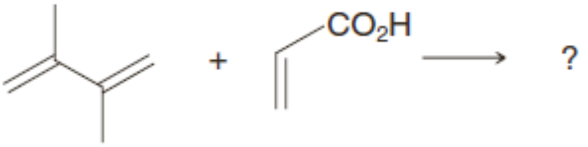
បើសិនក្រុមជួសឌីអែនទាំពីរស្ថិតនៅខាងក្រៅភាគីឌីអែន នៅពេលឌីអែនស្ថិតក្នុងកុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីស ក្រុមជួសនឹងមានកុងផរម៉ាស្យុងស៊ីស។

ការពិចារណាលើអន្តរភាពរបស់ប្រតិកម្មនីមួយៗ ដូចបានបង្ហាញខាងលើជួយបង្ហាញពីរបៀបដែលស្តេរ៉េអូគីមីត្រូវបានផ្ទេរពីឌីអែនទៅអាជាក់ក្នុងករណីនីមួយៗ។

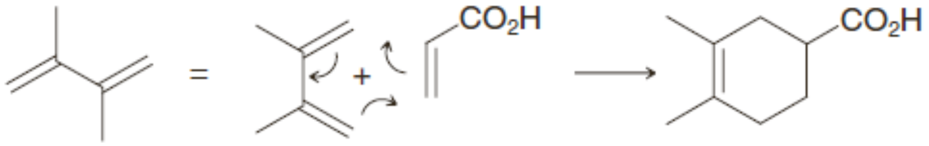
លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១២៖ បើសិន(2Z,4Z)-អ៊ិចសា-2,4-ឌីអែនអាចរងប្រតិកម្មDiels-Alder មួយជាមួយមេទីលប្រូប៉ែណូអាត តើទទួលបានផលិតផលជាអ្វី? តាមជាតុពិតប្រតិកម្ម Diels-Alder នេះមិនអាចអនុវត្តន៍បានទេ ពីព្រោះកុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីសរបស់ឌីអែនត្រូវការសម្រាប់ប្រតិកម្មមានថាមពលខ្ពស់ដោយសាររបាំងស្តេរិចរវាងក្រុមមេទីល។

១០.៣ របៀបទស្សន៍ទាយផលិតផលរបស់ប្រតិកម្ម Diels-Alder មួយ

<u>**បញ្ហា៖**</u> ចូរទស្សន៍ទាយផលិតផលប្រតិកម្ម Diels-Alder រវាងសមាសធាតុខាងក្រោម៖



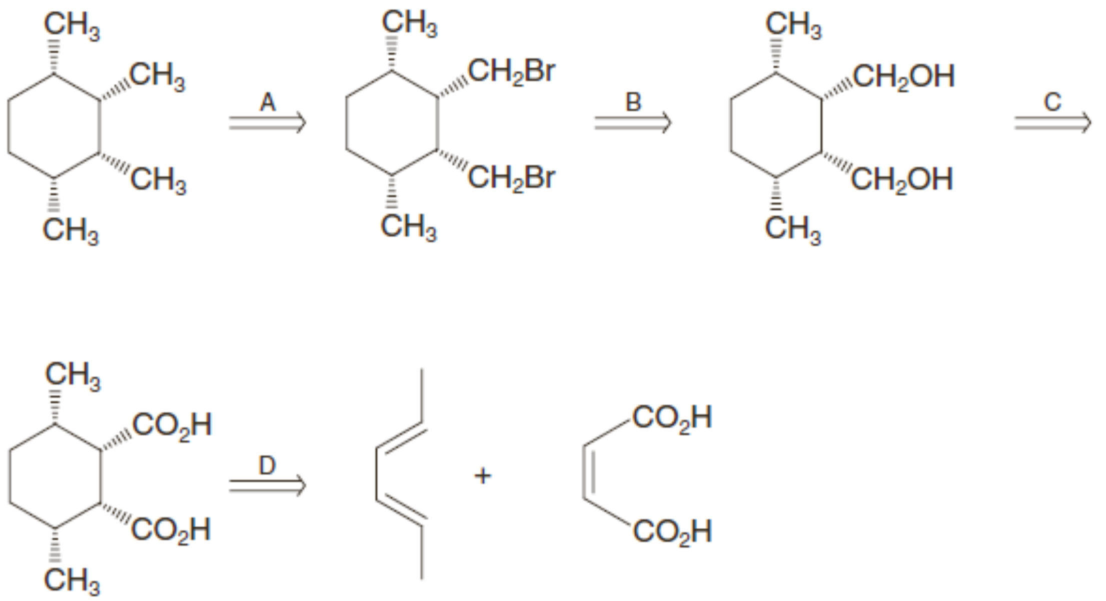
<u>**យុទ្ធសាស្ត្រ និងដំណោះស្រាយ៖**</u> គូរឌីអែនក្នុងកុងផរម៉ាស្យុងs-ស៊ីស ដែលចុងទាំងពីររបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់នៅក្បែរសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់ឌីអែណូភីល។ បន្ទាប់មកបង្ហាញចលនាទ្វេតាអេឡិចត្រុងដែលនឹងបម្លែងម៉ូលេគុលទាំងពីរជាម៉ូលេគុលស៊ីក្លិចមួយ។



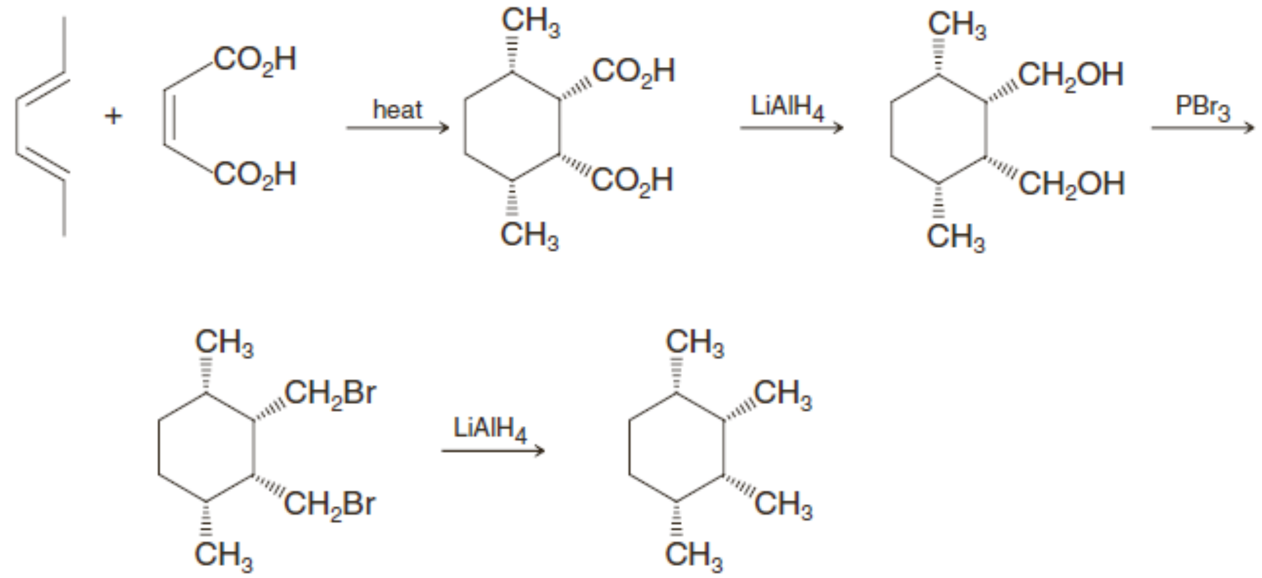
១០.៤ របៀបប្រើប្រតិកម្ម Diels-Alder មួយក្នុងការវិភាគសំយោគត្រលប់

<u>បញ្ហា៖</u> ចូរធ្វើការសំយោគស្តេរ៉េអូជាក់លាក់នៃស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែរស៊ីសទាំងអស់របស់1,2,3,4-តេត្រាមេទីលស៊ីក្លូអិចសាន (ដែលមានក្រុមមេទីលទាំងអស់ស្ថិតនៅខាងដូចគ្នានៃវង់)។

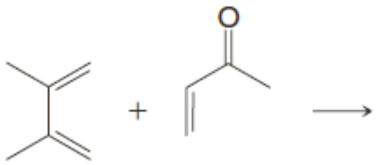
<u>ការវិភាគសំយោគត្រលប់ និងដំណោះស្រាយ៖</u> ការប្រឌិតការសំយោគនេះនឹងជួយអ្នកឱ្យឃើញពីរបៀបដែលប្រតិកម្ម Diels-Alder មួយអាចប្រើដើម្បីរួមចំណែកក្នុងស្តេរ៉េអូគីមីជាក់លាក់ក្នុងការសំយោគមួយ។ វាក៏អាចជួយអ្នករំលឹកប្រតិកម្មផ្សេងទៀតដែលអ្នកទើបតែបានសិក្សា។ ខាងក្រោមនេះជារបៀបសំយោគត្រលប់របស់យើង៖

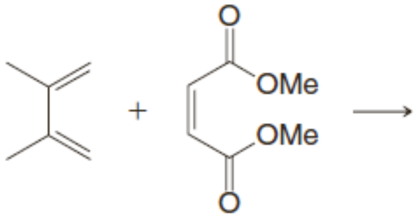


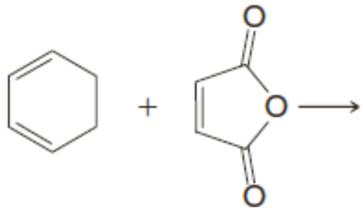
ខាងក្រោមនេះជាការសំយោគរបស់យើង។ យើងប្រើប្រតិកម្ម Diels-Alder បង្កើតវង់៦អាតូមដែលមានស្តេរ៉េអូគីមីស៊ីសទាំងអស់ពីផលិតផលអង់ដូ។ បន្ទាប់មក យើងបម្លែងក្រុម $-CO_2H$ ទៅជាក្រុម $-CH_2OH$ បន្ទាប់មកទៅជាក្រុម $-CH_2Br$ និងចុងក្រោយទៅជាក្រុម $-CH_3$។

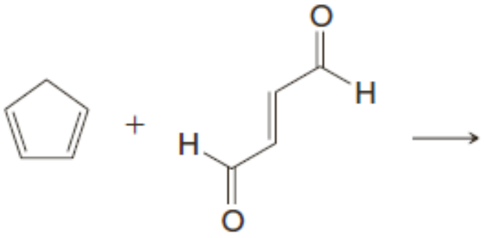


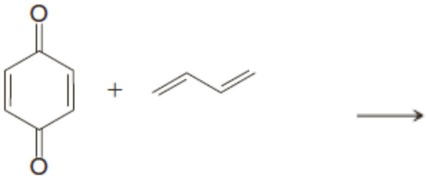
លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១៤៖ តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថានឹងទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម?

(a) 

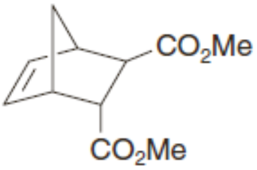
(b) 

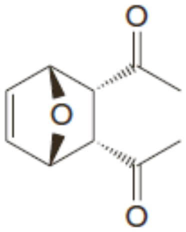
(c) 

(d) 

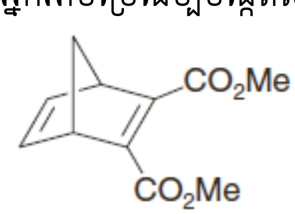
(e) 

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១៥៖ តើឌីអែន និងឌីអែណូភីលណាដែលអ្នកត្រូវប្រើដើម្បីសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម?

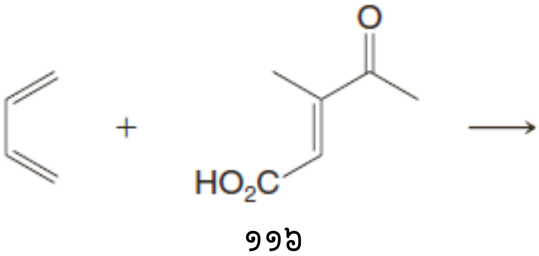
(a) 

(b) 

លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១៥៖ ប្រតិកម្ម Diels-Alder ក៏អាចកើតឡើងជាមួយឌីអែណូភីលសម្ព័ន្ធបីជាន់ (អាសេទីលេនិច)។ តើឌីអែន និងឌីអែណូភីលណាដែលអ្នកអាចប្រើដើម្បីបង្កើតសមាសធាតុខាងក្រោម?



លំហាត់អនុវត្តន៍១៣.១៦៖ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និងឌីអែណូភីលបង្ហាញខាងក្រោម ត្រូវបានប្រើដោយ A.Eschenmoser ក្នុងការសំយោគវីតាមីន B_{12} ជាមួយ R. B. Woodward។ ចូរគូរទម្រង់របស់អេណាង់ត្យូមែរអាដាក់ Diels-Alder ដែលអាចនឹងកកើតក្នុងប្រតិកម្មនេះ និងគូរអន្តរភាពពីរដែលនាំឱ្យកកើតផលិតផលទាំងនេះ។



លំហាត់មេរៀនទី១៣

ប្រព័ន្ធឆ្លាស់

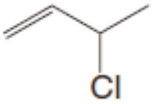
១. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការដើម្បីសំយោគ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន ដោយចាប់ផ្ដើមពី៖

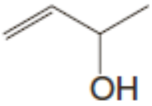
(a). 1,4- ឌីប្រូម៉ូប៊ុយតាន

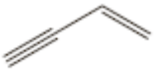
(b)

(c)

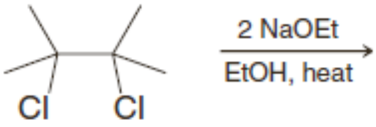
(d)

(e) 

(f) 

(g) 

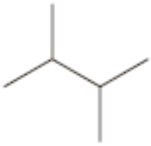
២. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម?

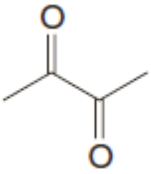


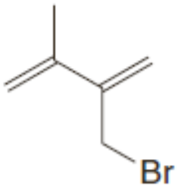
៣. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបានពីប្រតិកម្មនៃ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន១ម៉ូល ជាមួយ រ៉េអាក់ទីបខាងក្រោម? (បើសិនជាគ្មានប្រតិកម្ម ចូរបញ្ជាក់)។

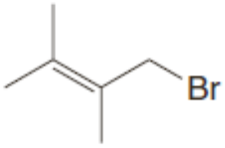
a. ១ម៉ូលនៃ Cl_2
b. ២ម៉ូលនៃ Cl_2
c. ២ម៉ូលនៃ Br_2
d. 2ម៉ូលនៃ H_2, Ni
e. ១ម៉ូលនៃ Cl_2 ក្នុងទឹក
f. $KMnO_4$ ក្ដៅ (លើស)
g. H_2O, cat. H_2SO_4

៤. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលចាំបាច់សម្រាប់បម្លែង2,3-ឌីមេទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែនទៅជាសមាសធាតុខាងក្រោម៖

(a) 

(b) 

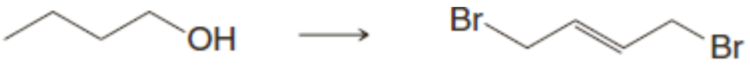
(c) 

(d) 

៥. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលចាំបាច់សម្រាប់ការបម្លែងខាងក្រោម។ ក្នុងករណីខ្លះមានច្រើនដំណាក់កាល

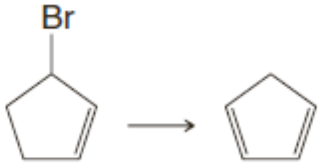
(a)1-ប៊ុយតែន → 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន

(b)1- ប៉ង់តែន → 1,3-ប៉ង់តាឌីអែន

(c) 

(d)

(e)

(f) 

៦. ឌីអែនឆ្លាស់មានប្រតិកម្មជាមួយរ៉ាឌីកាល់សេរីដោយប្រតិកម្មបូក-1,2និងបូក-1,4។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មដោយប្រើប្រតិកម្មបូកជំរុញដោយពែរអុកស៊ីតនៃHBr ១ម៉ូលទៅលើ1,3-ប៊ុយតា ឌីអែន។

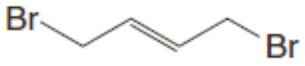
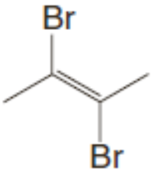
៧. UV-Vis, IR, NMR និងម៉ាសស្ប៉ិចត្រូមេទ្រីជាបច្ចេកទេសស្ប៉ិចដែលយើងប្រើដើម្បីទទួលបានព័ត៌មានទម្រង់អំពីសមាសធាតុ។ ចំពោះគូសមាសធាតុខាងក្រោម ចូរបរិយាយពីទិដ្ឋភាពយ៉ាង ហោចណាស់មួយពីវិធីសាស្ត្រស្ប៉ិចពីរ ដែលអាចញែកសមាសធាតុមួយក្នុងគូសមាសធាតុខាង ក្រោម៖

a. 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និង 1-ប៊ុយទីន

b. 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និងប៊ុយតាន

c. ប៊ុយតាន និង

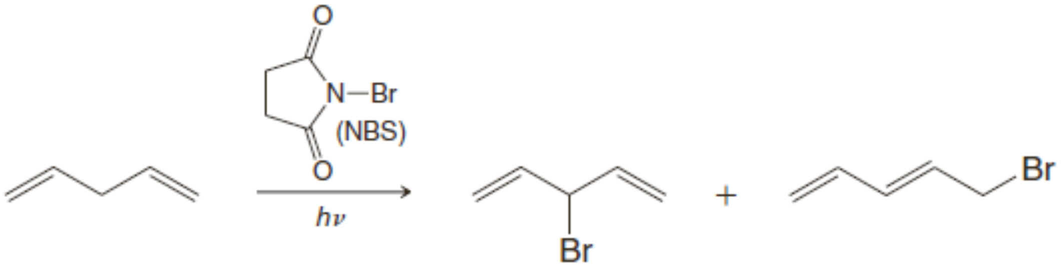
d. 1,3-ប៊ុយតាឌីអែន និង

e.  និង 

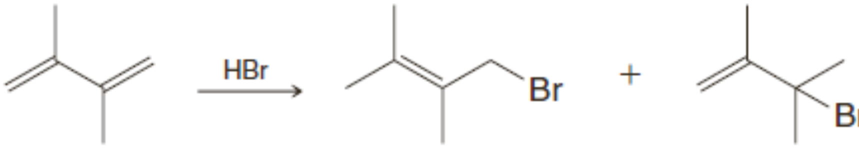
៨. នៅពេល2-មេទីល-1,3-ប៊ុយតាឌីអែន (អ៊ីសូប្រែន) រងប្រតិកម្មបូក-1,4 អ៊ីដ្រូសែនក្លរួ ផលិតផលឧត្តមភាពដែលត្រូវបានបង្កើតគឺ 1-ក្លរ៉ូ-3-មែទីល-2-ប៊ុយតែន។ 1-ក្លរ៉ូ-2-មេទីល-2-ប៊ុយតែនតិចតួច ត្រូវបានបង្កើត ឬមិនបានកកើត។ ចូរពន្យល់អំពីមូលហេតុនេះ?

៩. នៅពេល 1-ប៉េនតែនប្រតិកម្មជាមួយ N- ប្រូម៉ូស៊ុស៊ីនីមីត (NBS) ផលិតផលពីរដែលមានរូបមន្ត C_5H_9Br ត្រូវបានបង្កើត។ តើផលិតផលទាំងនេះជាអ្វី ហើយតើពួកត្រូវបានបង្កើតរបៀបណា?

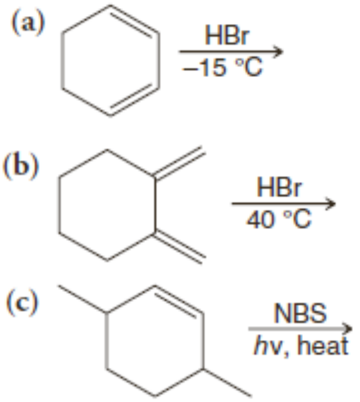
១០. ចូរសរសេរចលនការដែលពន្យល់អំពីការកកើតផលិតផលទាំងនេះ ដោយរួមមានអង្គធាតុកណ្តាល ទាំងអស់ បន្ទុកអាតូម និងសញ្ញាព្រួញដែលបង្ហាញលំហូរអេឡិចត្រុង។



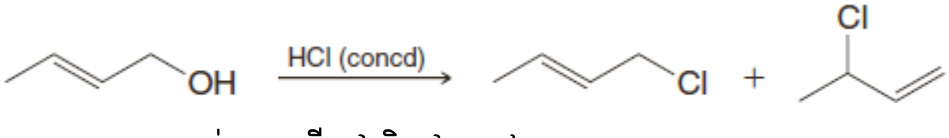
១១. ចូរសរសេរចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម។ ចូរគូរដ្យាក្រាមកូអរដោនេថាមពលប្រតិកម្មមួយ ដែលបង្ហាញផ្លូវទែម៉ូឌីណាមិច និងផ្លូវស៊ីនេទិចសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ។



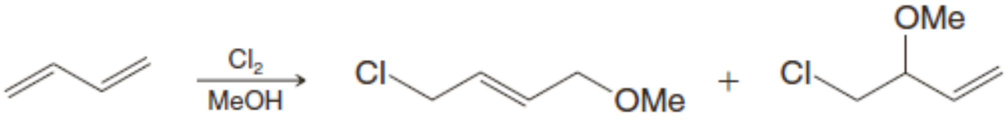
១២. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



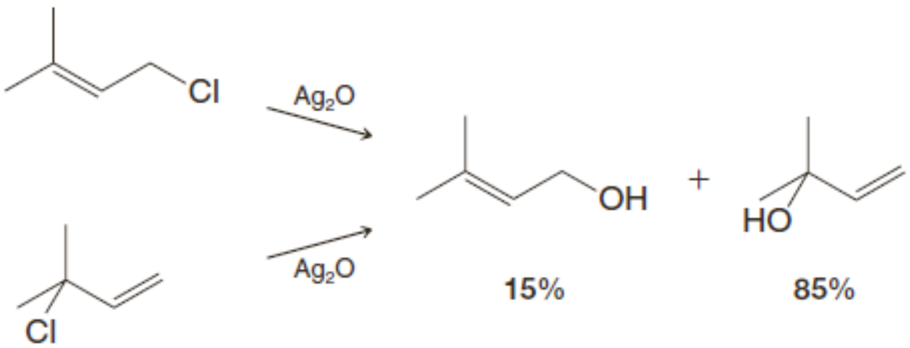
១៣. ចូរសរសេរចលនការពន្យល់អំពីការកកើតផលិតផលខាងក្រោម៖



១៤. ចូរសរសេរចលនការពន្យល់ការកកើតផលិតផលខាងក្រោម៖



១៥. គេដាក់ 1-ក្លរ៉ូ-3-មេទីល-2-ប៊ុយតែន ឬ 3-ក្លរ៉ូ-3-មេទីល-1-ប៊ុយតែនឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយ Ag_2O ក្នុងទឹកបង្កើតល្បាយអាល់កុលដូចខាងក្រោម (និង AgCl)។

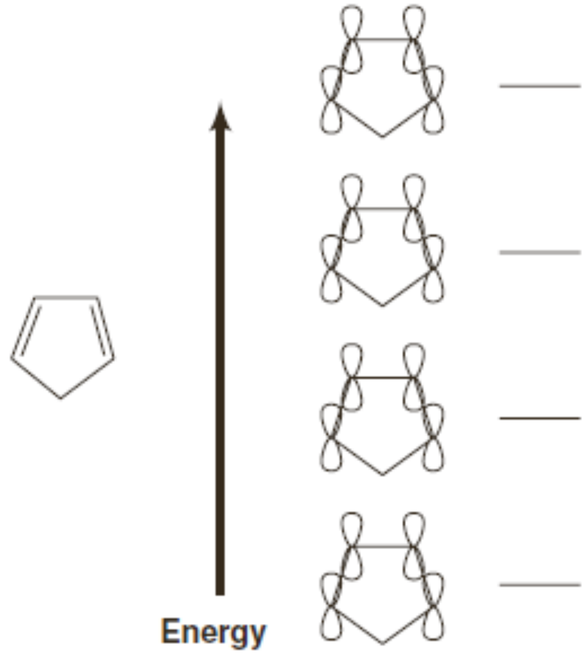


a. ចូរសរសេរចលនការបង្កើតផលិតផលទាំងនេះ។

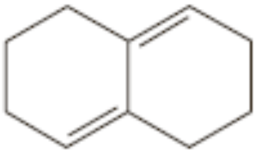
b. តើអ្វីដែលអាចពន្យល់អំពីសមមាត្ររបស់អាល់សែនដែលកកើតទាំងពីរ។

ប្រតិកម្ម Diels-Alder

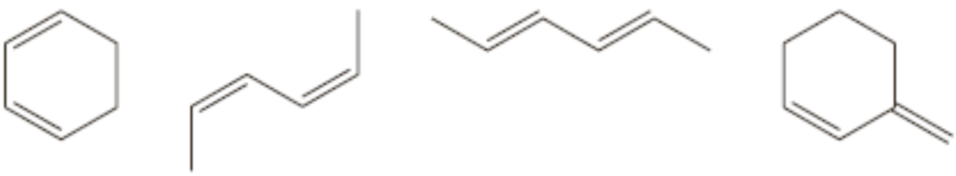
១៦. ចូរបំពេញអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលសម្រាប់ភាពគ្រឹះរបស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនខាងក្រោម។ ចូរផាត់ពណ៌ខ្មៅលើឡូបដែលកំណត់សញ្ញាផាសក្នុងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ ដោយយើងទៅលើការកើនឡើងថាមពលរបស់អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុល។ ចូរដាក់ពាក្យ HOMO និង LUMOឱ្យអរប៊ីតាល់ ហើយដាក់ចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងនីវ៉ូនីមួយៗដោយប្រើសញ្ញាព្រួញក្បាលមួយចំហៀងតាងឱ្យអេឡិចត្រុង នីមួយៗ។



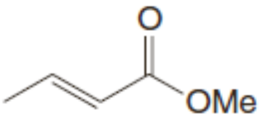
១៧. ហេតុអ្វីបានជាម៉ូលេគុលឌីអែនឆ្លាស់ខាងក្រោមមិនរងប្រតិកម្ម Diels-Alder?

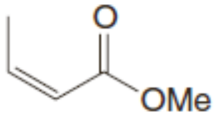


១៨. ចូររៀបឌីអែនខាងក្រោមតាមលំដាប់កើនឡើងនៃប្រតិកម្មភាពក្នុងប្រតិកម្មDiels-Alder។ ចូរពន្យល់ដោយសង្ខេបអំពីលំដាប់របស់អ្នក។



១៩. ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផលដែលនឹងកកើតនៅពេល 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនមានប្រតិកម្មជាមួយសមាស ធាតុខាងក្រោម៖

(a)


(b)


(c)

(d)

២០. ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនរងប្រតិកម្ម Diels-Alder ជាមួយអេតែននៅ 160-180^{0}C។ ចូរគូរទម្រង់ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មនេះ។

២១. សមាសធាតុអាសេទីលេនិចអចប្រើជាឌីអែណូភីលក្នុងប្រតិកម្ម Diels-Alder។ ចូរគូរទម្រង់អាដាក់ដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មរបស់ 1,3-ប៊ុយតាឌីអែនជាមួយ៖

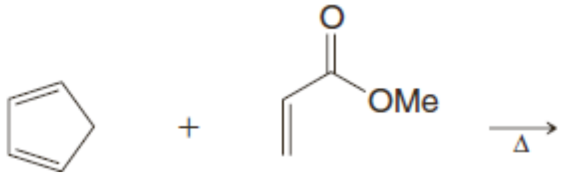
(a)

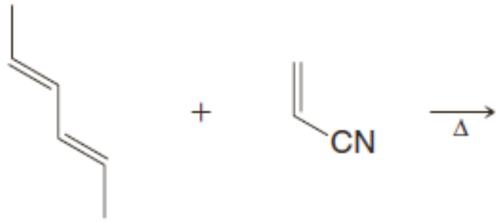
ឌីមេទីលអាសេទីឡែនឌីកាបុកស៊ីឡាត

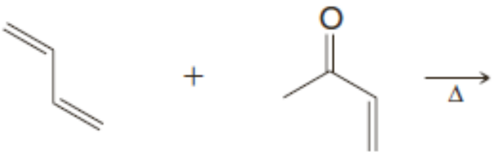
(b) $F_3C-C\equiv C-CF_3$

អិចសាភ្លួយអរ៉ូ-2-ប៊ុយទីន

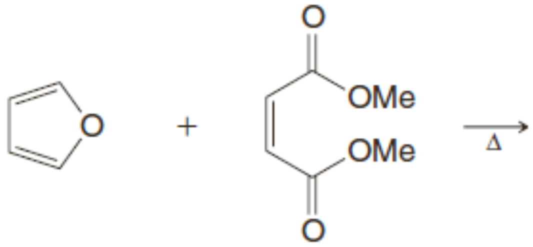
២២. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a)


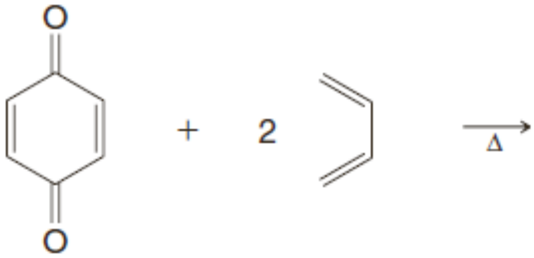
(b)


(c)


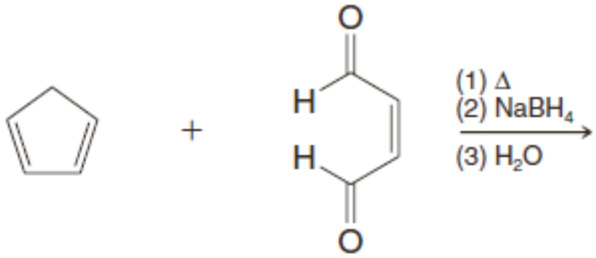
(d)



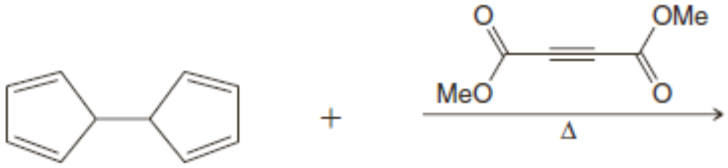
(e)



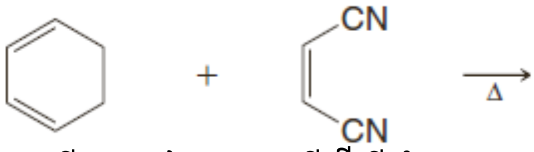
(f)



(g)

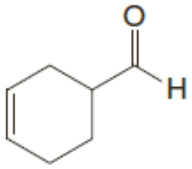


(h)

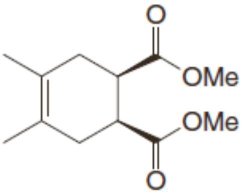


២៣. តើឌីអែន និងឌីអែណូភីលណាដែលអាចប្រើដើម្បីសំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម៖

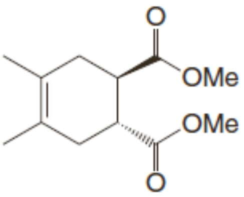
(a)



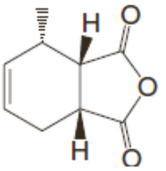
(b)



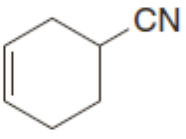
(c)



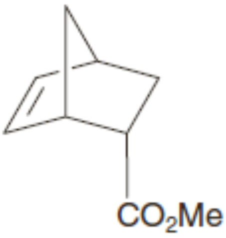
(d)



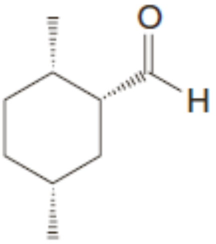
(e)



(f)



(g)



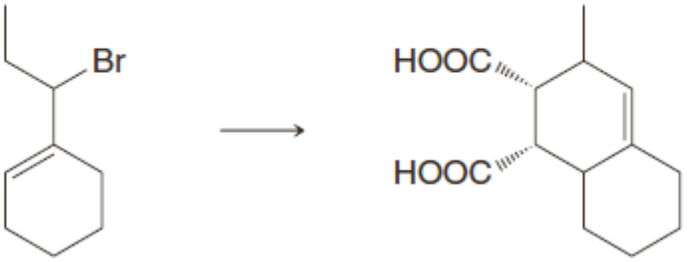
២៤. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលចាំបាច់ដើម្បីធ្វើការបម្លែងខាងក្រោម។ ប្រតិកម្មខ្លះអាចមានច្រើនជាងមួយដំណាក់កាល។

(a)

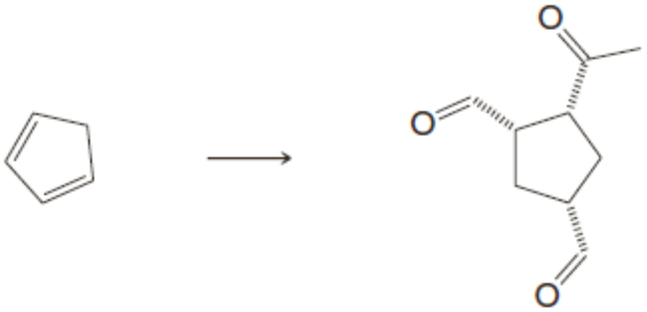
(b)

(c)

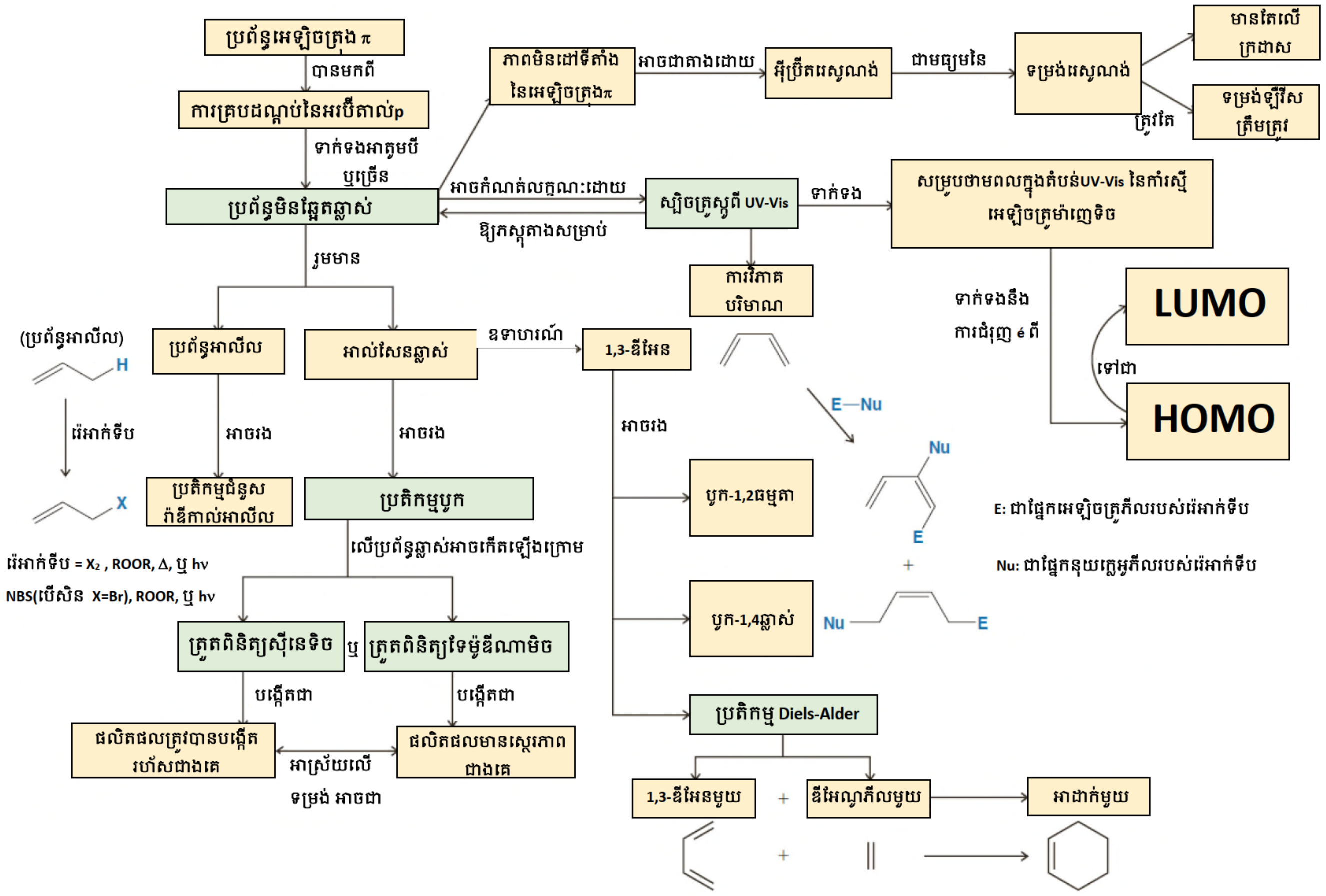
(d)



(e)



ផែនទីបញ្ញត្តិ



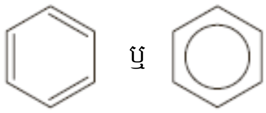
ប្រព័ន្ធអេឡិចត្រុង π
បានមកពី
ការត្រួតដណ្ដប់នៃអរប៊ីតាល់p
ទាក់ទងអាតូមបី ឬច្រើន
ប្រព័ន្ធមិនផ្តែតផ្លាស់
ភាពមិនដៅទីតាំងនៃអេឡិចត្រុងπ
អាចជាតាងដោយ
អ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់
ជាមធ្យមនៃ
ទម្រង់រេសូណង់
មានតែលើក្រដាស
ទម្រង់ឡឺវីសត្រឹមត្រូវ
ត្រូវតែ
អាចកំណត់លក្ខណៈដោយ
ស្ប៉ិចត្រូស្កូពី UV-Vis
ឱ្យភស្តុតាងសម្រាប់
ទាក់ទង
សម្រួបបាមពលក្នុងតំបន់UV-Vis នៃការស្រូបអេឡិចត្រុងម៉ាញេទិច
ការវិភាគបរិមាណ
រួមមាន
(ប្រព័ន្ធអាលីល)
H
ដេអាក់ទីប
X
ប្រព័ន្ធអាលីល
អាចរង
ប្រតិកម្មជំនួសរ៉ាឌីកាល់អាលីល
ដេអាក់ទីប = X₂ , ROOR, Δ, ឬ hν
NBS(បើសិន X=Br), ROOR, ឬ hν
អាល់សែនឆ្លាស់
អាចរង
ប្រតិកម្មបូក
ឧទាហរណ៍
1,3-ឌីអែន
អាចរង
បូក-1,2ធម្មតា
បូក-1,4ឆ្លាស់
ប្រតិកម្ម Diels-Alder
1,3-ឌីអែនមួយ
+
ឌីអែណូភីលមួយ
អាដាក់មួយ
E—Nu
Nu
E
+
Nu
E
ទាក់ទងនឹងការជំរុញ e ពី
ទៅជា
LUMO
HOMO
E: ជាផ្នែកអេឡិចត្រូភីលរបស់ដេអាក់ទីប
Nu: ជាផ្នែកនុយក្លេអូភីលរបស់ដេអាក់ទីប
លើប្រព័ន្ធឆ្លាស់អាចកើតឡើងក្រោម
ត្រួតពិនិត្យស៊ីនេទិច
ឬ
ត្រួតពិនិត្យទែម៉ូឌីណាមិច
បង្កើតជា
បង្កើតជា
ផលិតផលត្រូវបានបង្កើតរហ័សជាងគេ
អាស្រ័យលើ
ទម្រង់ អាចជា
ផលិតផលមានស្ថេរភាពជាងគេ

មេរៀនទី១៤

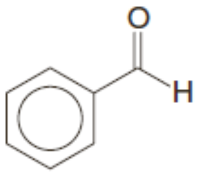
សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

១. របកគំហើញបង់សែន

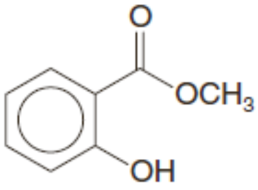
ខាងក្រោមនេះជាឧទហរណ៍របស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចរួមទាំងបង់សែនផងដែរ។ ក្នុងរូបមន្តទាំងនេះ យើងផ្តោតការសិក្សារបស់យើងលើលក្ខណៈពិសេសរបស់វង់បង់សែន ដោយប្រើវង្វង់មូលមួយក្នុងឆកោណមួយដើម្បីតាងអេឡិចត្រុងπ ៦ និងវង់៦អាតូមរបស់សមាសធាតុទាំងនេះ ដែលពីមុនមកយើងធ្លាប់តែបង្ហាញរូបមន្តទម្រង់របស់បង់សែនដូចតែទម្រង់ខាងឆ្វេងនេះតែប៉ុណ្ណោះ។



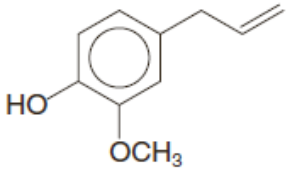
បង់សែន



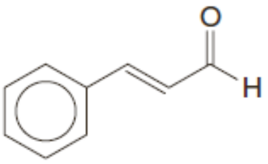
បង់សាល់ដេអ៊ីត



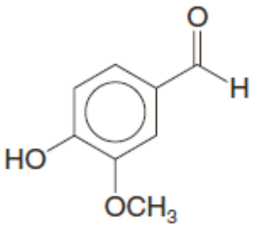
មេទីលសាលីស៊ីឡាត



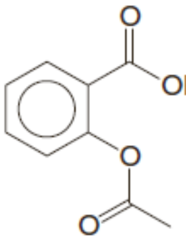
អឺជីណុល



ស៊ីណាម៉ាល់ដេអ៊ីត



វ៉ានីលីន



អាស៊ីតអាសេទីលសាលីស៊ីលិច (អាស្ពីរីន)

ការសិក្សាថ្នាក់របស់របស់សមាសធាតុដែលអ្នកគីមីហៅថាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច បានចាប់ផ្តើមដោយរបកគំហើញក្នុងឆ្នាំ១៨២៥ នៃអ៊ីដ្រូកាបួថ្មីមួយដោយអ្នកគីមីអង់គ្លេស Michael Faraday ក្នុងឆ្នាំ១៨២៥។ Faradayបានហៅអ៊ីដ្រូកាបួថ្មីនេះថា**ប៊ីកាប៊ុយរ៉េតនៃអ៊ីដ្រូសែន** ហើយឥឡូវយើងហៅវាថា**បង់សែន**។ Faradayបានញែកបង់សែនពីឧស្ម័នដែលបានបានពីពីរ៉ូលីសខ្លាញ់ត្រីបាឡែន។

ក្នុងឆ្នាំ១៨៣៤ អ្នកគីមីអាល្លឺម៉ង់ Eilhardt Mitscherlich (សាកលវិទ្យាល័យប៊ែកឡាំង) បានសំយោគបង់សែនពីកម្តៅអាស៊ីតបង់សូអ៊ិចជាមួយកាល់ស្យូមអុកស៊ីត។ ដោយប្រើរង្វាស់ដង់ស៊ីតេចំហាយ Mitscherlich បានបង្ហាញបន្ថែមថា បង់សែនមានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_6H_6៖

$$C_6H_5CO_2H + CaO \xrightarrow{\text{កម្តៅ}} C_6H_6 + CaCO_3$$

រូបមន្តម៉ូលេគុលនេះធ្វើឱ្យមានការភ្ញាក់ផ្អើលណាស់។ បង់សែនមាន*អាតូមអ៊ីដ្រូសែនស្មើនឹងអាតូមកាបូន*។ បង់សែនដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_6H_6 គួរតែជាសមាសធាតុមិនឆ្អែតខ្ពស់មួយ ពីព្រោះវាមានចំនួនកង្វះអ៊ីដ្រូសែនស្មើនឹង៤។ ដាយថាហេតុ អ្នកគីមីបានចាប់ផ្តើមសម្គាល់ថា បង់សែនជាសមាជិកមួយនៃថ្នាក់ថ្មីនៃសមាសធាតុសរីរាង្គដែលមានលក្ខណៈគីមីមិនធម្មតា និងគួរឱ្យចាប់អារម្មណ៍។ **ដូចដែលយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកទី៣ បង់សែនមិនបានបង្ហាញលក្ខណៈជាសមាសធាតុមិនឆ្អែតខ្ពស់មួយទេ។**

ក្នុងចុងសតវត្សទី១៩ ទ្រឹស្តីKekulé-Couper-Buterov នៃវ៉ាឡង់ត្រូវបានអនុវត្តជាប្រព័ន្ធលើសមាសធាតុ សរីរាង្គទាំងអស់។ លទ្ធផលមួយពីការប្រឹងប្រែងនេះគឺបានបែងចែកសមាសធាតុសរីរាង្គជាពីរផ្នែកធំៗ គឺ **សមាសធាតុអាលីផាទិច**(aliphatic compounds) និង**សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច**(aromatic compounds)។ បន្ទាប់មក ដើម្បីចាត់ថ្នាក់ជាសមាសធាតុអាលីផាទិច សមាសធាតុនោះត្រូវតែមានលក្ខណៈគីមីដូចខ្លាញ់ (fatlike) (ឥឡូវ វាមានន័យថា សមាសធាតុដែលមានប្រតិកម្មដូចអាល់កានមួយ អាល់សែនមួយ អាល់ស៊ីនមួយ ឬស្រឡាយរបស់ពួកវា)។ បន្ទាប់មកសមាសធាតុមួយត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមានន័យថា សមាសធាតុនោះមានអាតូមផលធៀបកាបូន-អ៊ីដ្រូសែនទាប ហើយជាសមាសធាតុប្រហើរ (fragrant)។ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ា ទិចស្ទើរមួយចំនួនធំទទួលបានប្រេង ឬជ័ររុក្ខជាតិ។

Kekuléជាអ្នកដំបូងគេដើម្បីកំណត់សម្គាល់ថា សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចទាំងនេះទាំងអស់មានឯកតាកាបូន៦ ហើយពួកវានៅតែរក្សាឯកតានេះនៅពេលរវាងរងប្រតិកម្មបម្លែងគីមី និងការបំបែក។ បង់សែនត្រូវបានកត់សម្គាល់ថាជាសមាសធាតុមេនៃសេរីទាំងនេះ។ ប៉ុន្តែរហូតដល់ឆ្នាំ១៩២០ ទើបគេអាចយល់ពីទម្រង់របស់វាបានច្បាស់លាស់តាមទ្រឹស្តីមេកានិចកង់ទិច។

២. ការហៅឈ្មោះស្រឡាយបង់សែន

គេប្រើប្រព័ន្ធពីរក្នុងការហៅឈ្មោះបង់សែន៖

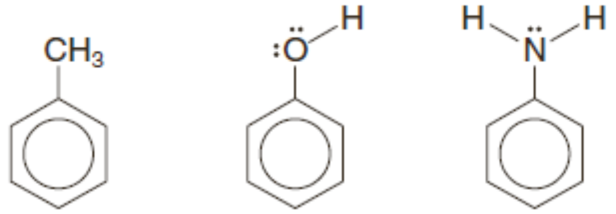
- ក្នុងសមាសធាតុងាយមួយចំនួន*បង់សែន*ជាឈ្មោះមេហើយក្រុមជួសត្រូវបានហៅជាបុព្វបទ។

យើងមានឧទាហរណ៍ដូចខាងក្រោម៖

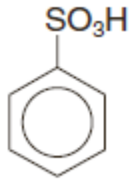
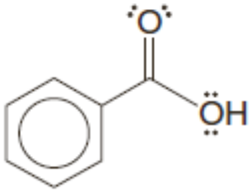
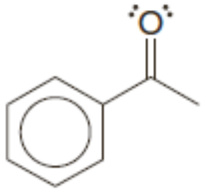
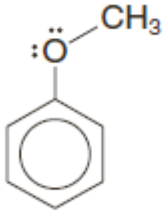
ភ្លុយអរ៉ូបង់សែន ក្លរ៉ូបង់សែន ប្រូម៉ូបង់សែន នីត្រូបង់សែន

- ចំពោះសមាសធាតុងាយនិងសំខាន់ ក្រុមជួសនិងវង់បង់សែនត្រូវបានហៅបញ្ចូលគ្នាបង្កើតជាឈ្មោះរបស់ខ្សែមេ។

គេតែងហៅមេទីលបង់សែនថា*តូលុយអែន* គេតែងហៅអ៊ីដ្រុកស៊ីបង់សែនថា*ផេណុល* និងអាមីណូបង់សែនតែងតែត្រូវបានគេហៅថា*អានីលីន*។ សមាសធាតុទាំងនេះ និងឧទាហរណ៍ផ្សេងទៀតត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖



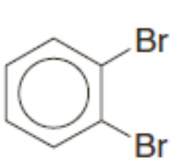
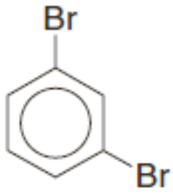
តូលុយអែន ផេណុល អានីលីន

អាស៊ីតបង់សែនស៊ុលផូនិច　　អាស៊ីតបង់សូអិច　　អាសេតូផេណូន　　អានីសុល

- នៅពេលមានវត្តមានក្រុមជួសពីរ គេត្រូវកំណត់ទីតាំងរបស់វាដោយបុព្វបទ **អរតូ មេតា** និង **ប៉ារ៉ា** (តាងដោយ o, m, និង p) ឬដោយការប្រើប្រាស់លេខ។

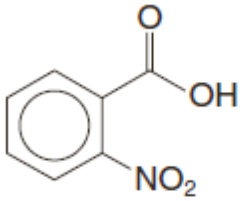
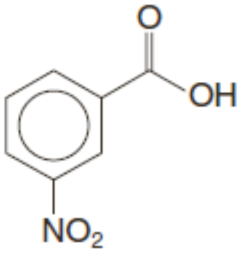
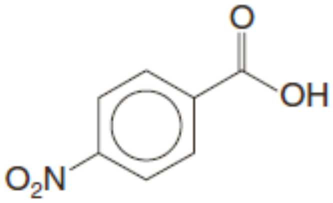
ចំពោះឌីប្រូម៉ូបង់សែន យើងមាន៖

1,2-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន　1,3-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន　1,4-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន

(0-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន)　(m-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន)　(p-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន)

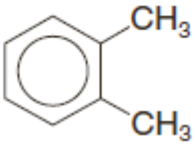
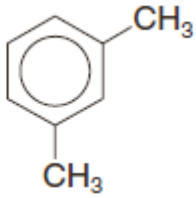
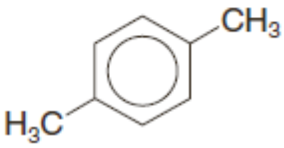
ហើយចំពោះអាស៊ីតនីត្រូបង់សូអ៊ិច៖

អាស៊ីត 2-នីត្រូបង់សូអ៊ិច　អាស៊ីត 3-នីត្រូបង់សូអ៊ិច　អាស៊ីត 4-នីត្រូបង់សូអ៊ិច

(អាស៊ីត 0-នីត្រូបង់សូអ៊ិច)　(អាស៊ីត m-នីត្រូបង់សូអ៊ិច)　(អាស៊ីតp-នីត្រូបង់សូអ៊ិច)

គេតែងតែហៅឌីមេទីលបង់សែនថា *ស៊ីឡែន*៖

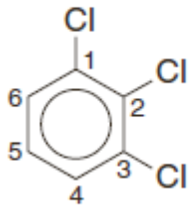




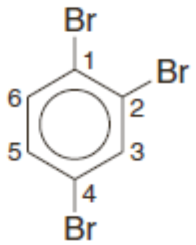
1,2-ឌីមេទីលបង់សែន　1,3-ឌីមេទីលបង់សែន　1,4-ឌីមេទីលបង់សែន

(0-ស៊ីឡែន)　(m-ស៊ីឡែន)　(p-ស៊ីឡែន)

- បើសិនមានវត្តមានច្រើនជាងបីក្រុមលើវង់បង់សែន ទីតាំងរបស់ពួកវាត្រូវសម្គាល់ដោយលេខ។

ឧទាហរណ៍ ចូរពិចារណាលើសមាសធាតុទាំងពីរខាងក្រោម៖

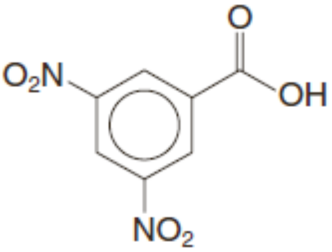


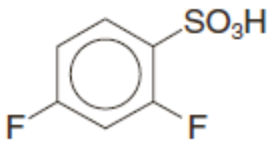


1,2,3-ទ្រីក្លរ៉ូបង់សែន 1,2,3-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន

(មិនមែន 1,3,4-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន)

- វង់បង់សែនត្រូវបានបង់លេខរបៀបណាឱ្យ*លេខរបស់ក្រុមជួសតូចបំផុតបើអាចទៅរួច*។
- នៅពេលមានវត្តមានក្រុមជួសច្រើនជាងពីរ ហើយក្រុមជួសខុសគ្នា ពួកវាត្រូវបានហៅតាមលំដាប់អក្សរឡាតាំង។
- នៅពេលក្រុមជួសមួយដែលអាចផ្គុំជាមួយវង់បង់សែនបង្កើតជាឈ្មោះថ្មីមួយ ក្រុមជួសនោះត្រូវ តែបង់លេខ 1 ហើយគេត្រូវប្រើឈ្មោះខ្សែមេថ្មីនោះ។

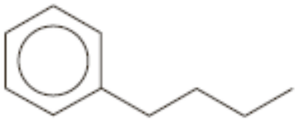


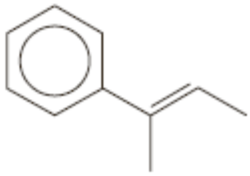


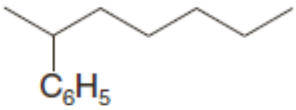
អាស៊ីត3,5-ឌីនីត្រូបង់សូអ៊ិច អាស៊ីត 2,4-ឌីភ្លុយអរ៉ូបង់សែនស៊ុលផូនិច

- នៅពេលក្រុម C_6H_5- ត្រូវបានហៅឈ្មោះជាក្រុមជួស វាត្រូវបានគេហៅថាក្រុម**ផេនីល**។ គេតាងក្រុមផេនីលដោយអក្សរកាត់ដូចជា C_6H_5- , Ph-, ឬ φ- ។

ក្រុមអ៊ីដ្រូកាបួដែលមានខ្សែឆ្អែតមួយ និងវង់បង់សែនមួយត្រូវបានគេហៅឈ្មោះជាស្រឡាយនៃឯកតាទម្រង់ធំជាង។ ប៉ុន្តែ បើសិនខ្សែមិនឆ្អែត សមាសធាតុនោះអាចត្រូវបានហៅជាស្រឡាយនៃខ្សែនោះដោយមិនគិតពីទំហំវង់ទេ។ ខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយចំនួន៖



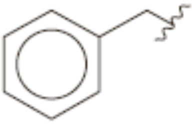


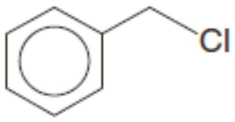


ប៊ុយទីលបង់សែន 2-ផេនីលអិបតាន

(E) -2- ផេនីល-2-ប៊ុយតែន

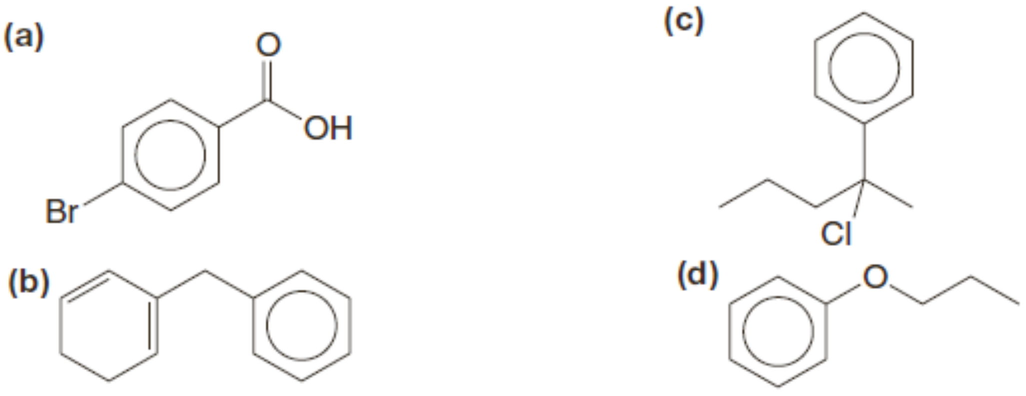
- **បង់ស៊ីល**គឺជាឈ្មោះមួយទៀតរបស់ក្រុមផេនីលមេទីល។ ជួនកាលគេតាងវាដោយ Bn។





ក្រុមបង់ស៊ីល បង់ស៊ីលក្លរ៉ូ ឬ BnCl

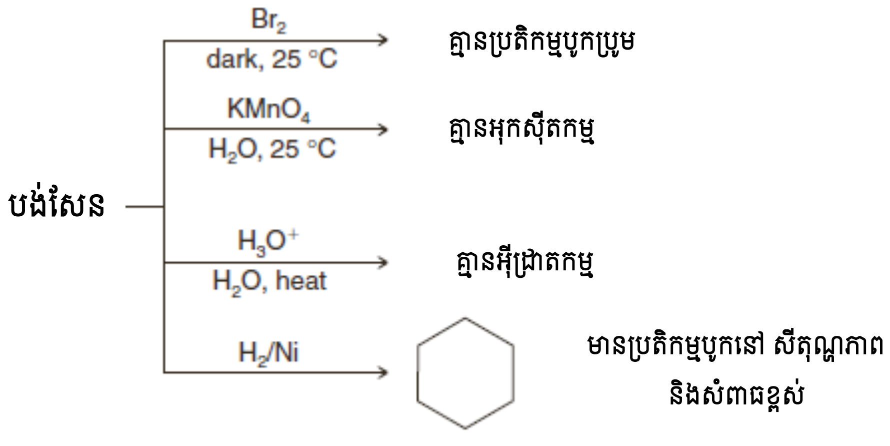
លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១៖ ចូរឱ្យឈ្មោះសមាសធាតុខាងក្រោម៖



៣. ប្រតិកម្មរបស់បង់សែន

ក្នុងពាក់កណ្ដាលសតវត្សទី១៩ បង់សែនធ្វើឱ្យអ្នកគីមីមានចង្ងល់មួយ។ ពួកគេដឹងអំពីរូបមន្តរបស់វាថាបង់សែនមានភាពមិនឆ្អែតខ្ពស់ ហើយពួកគេរំពឹងថាវាមានប្រតិកម្មទៅតាមភាពមិនឆ្អែតនេះ។ ពួកគេរំពឹងថា ពួកវាមានប្រតិកម្មដូចអាល់សែនមួយ ដោយបង្លើរពណ៌ទឹកប្រូមតាមរយៈប្រតិកម្មបូក។ ពួកគេរំពឹងថា វាអាចផ្លាស់ប្តូរពណ៌របស់សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាត ដោយរេងអុកស៊ីតកម្ម ហើយពួកគេរំពឹងថាវាអាច បូកអ៊ីដ្រូសែនយ៉ាងរហ័សក្រោមវត្តមានកាតាលីកររលោហៈ និងអាចបូកទឹកក្រោមវត្តមានអាស៊ីតខ្លាំង។

បង់សែនមិនមានប្រតិកម្មទាំងអស់នេះទេ។ នៅពេលបង់សែនត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមក្នុងទីងងឹត ឬដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាត ឬប្រតិក្មជាមួយអាស៊ីតរាវមិនមានប្រតិកម្មកើតឡើងដូចការរំពឹងទុកទេ។ បង់សែនអាចបូកអ៊ីដ្រូសែនក្រោមវត្តមាននីកែលម៉ត់ ប៉ុន្តែមានតែនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងសំពាធខ្ពស់តែប៉ុណ្ណោះ។



បង់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមតែក្រោមវត្តមាននៃកាតាលីករអាស៊ីតឡឺវីស ដូចជាតែរិចប្រូមួ។ ប៉ុន្តែ អ្វីដែលគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលជាងគេ វាប្រតិកម្មមិនតាមប្រតិកម្មបូកទេ ប៉ុន្តែវាធ្វើតាមប្រតិកម្មជំនួស ហៅថា **ប្រតិកម្មជំនួសបង់សែន**។

ប្រតិកម្មជំនួស៖

$$C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} C_6H_5Br + HBr$$

ប្រតិកម្មបូក៖

$$C_6H_6 + Br_2 \not\longrightarrow C_6H_6Br_2 + C_6H_6Br_4 + C_6H_6Br_6$$

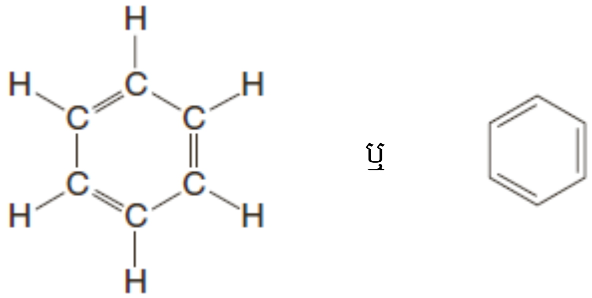
នៅពេលបង់សែនប្រតិកម្មជាមួយប្រូម *មានតែម៉ូណូប្រូម៉ូបង់សែនដែលត្រូវបានបង្កើត។* មានតែសមាសធាតុមួយដែលមានរូបមន្ត C_6H_5Br ត្រូវបានរកឃើញក្នុងផលិតផល។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ នៅពេលបង់សែនរងប្រតិកម្មក្លរកម្ម *មានតែម៉ូលក្លរ៉ូបង់សែនមួយដែលកកើត។*

គេអាចពន្យល់ការសង្កេតនេះពីរយ៉ាង។ ទី១ មានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនតែ១ក្នុងចំនោម៦របស់បង់សែនដែលមានប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបទាំងនេះ។ ទី២អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំង៦សមមូលគ្នា ហើយការជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនណាមួយដោយក្រុមជួសមួយ ធ្វើឱ្យកកើតផលិតផលដូចគ្នា។ ដូចដែលយើងនឹងឃើញ ការពន្យល់ទី២ត្រឹមត្រូវ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.២៖ សមាសធាតុបួនខាងក្រោមមានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_6H_6។ តើសមាសធាតុមួយណាដែលបង្កើតផលិតផលម៉ូណូជំនួសតែមួយ ឧទាហរណ៍ អ៊ីដ្រូសែនមួយត្រូវបានជំនួសដោយប្រូម?

៤. ទម្រង់ Kekulé របស់បង់សែន

ក្នុងឆ្នាំ១៨៦៥ August Kekulé ដែលជាអ្នកបង្កើតទ្រឹស្តីទម្រង់ដំបូងគេ បានលើកឡើងអំពីទម្រង់ជាក់ លាក់របស់បង់សែនមុនគេ ដែលជាទម្រង់មួយដែលយើងនៅតែប្រើរហូតមកដល់សព្វថ្ងៃ។ Kekulé បានលើក ឡើងថា អាតូមកាបូនរបស់បង់សែនស្ថិតនៅក្នុងវង់មួយ ដែលពួកវាត្រូវបានចងសម្ព័ន្ធជាមួយគ្នាដោយសម្ព័ន្ធ ឆ្លាស់នៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងមួយជាន់ ហើយមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនម្នាក់មួយ។ ទម្រង់នេះត្រូវនឹងទ្រឹស្តីទម្រង់ដែល អាតូមកាបូនបង្កើតសម្ព័ន្ធបួន ហើយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់បង់សែនទាំងអស់សមមូលគ្នា៖



រូបមន្ត Kekulé របស់បង់សែន

ប៉ុន្តែមានបញ្ហាមួយកើតឡើងចំពោះទម្រង់ Kekulé ។ ទម្រង់ Kekulé អាចប៉ាន់ស្មានថា អាចមាន 1,2- ឌីប្រូម៉ូបង់សែនពីរខុសគ្នា ប៉ុន្តែមិនមានទេ។ ក្នុងសមាសធាតុទាំងពីរ (ខាងក្រោម) អាតូមកាបូនចងជាមួយប្រូម អាចត្រូវបានញែកពីគ្នាដោយសម្ព័ន្ធមួយជាន់ និងក្នុងទម្រង់មួយទៀត ពួកវាអាចត្រូវបានញែកសម្ព័ន្ធពីរជាន់។

1,2-ឌីប្រូម៉ូបង់សែនទាំងពីរមិនមានជាអ៊ីសូមែរទេ

- មានតែ 1,2-ឌីប្រូម៉ូបង់សែនតែមួយប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានសង្កេតឃើញ។

យ៉ាងណាក៏ដោយ ការសរសេររូបមន្តKekulé នៃទម្រង់បង់សែនជាដំណាក់កាលសំខាន់រហូតមក និងសម្រាប់មូលហេតុជាច្រើន គេនៅតែប្រើវារហូតមកដល់ឥឡូវ។ ប៉ុន្តែ ឥឡូវនេះយើងយល់អត្ថន័យខុសគ្នារបស់ វា។

ទំនោរដែលបង់សែនមានប្រតិកម្មជំនួស មិនមែនប្រតិកម្មបណ្តាច់ បានផ្តល់ឱ្យជាបញ្ញត្តិមួយទៀតនៃ **ភាពអារ៉ូមាទិច** (Aromaticity)។ ចំពោះសមាសធាតុមួយដែលត្រូវបានបានគេហៅថាអារ៉ូម៉ាទិចមានន័យថា វាមានប្រតិកម្មជំនួស មិនមែនប្រតិកម្មបូក ទោះបីជាពួកវាមានកម្រិតមិនឆ្អែតខ្ពស់ក៏ដោយ។

មុនឆ្នាំ១៩០០ អ្នកគីមីសន្មត់ថា វង់នៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងមួយជាន់ឆ្លាស់ជាលក្ខណៈទម្រង់មួយដែលធ្វើឱ្យមានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច។ ដោយសារតែបង់សែន និងស្រលាយបង់សែន(សមាសធាតុមានវង់៦អាតូម) ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចគេបានស្គាល់ អ្នកគីមីបានរកឃើញក្នុងធម្មជាតិផ្សេងទៀត។ សមាសធាតុស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនទំនោងជាសមាសធាតុដូចនេះ៖

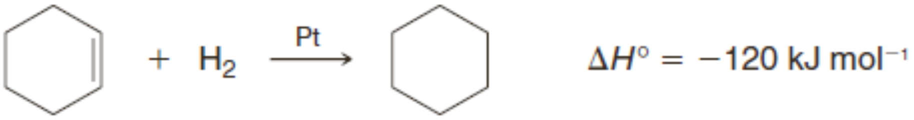
ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន

ក្នុងឆ្នាំ១៩១១ Richard Willstatter បានសំយោគស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនយ៉ាងជោគជ័យ។ ប៉ុន្តែ Willstatter បានរកឃើញថា វាមិនមែនជាសមាសធាតុដូចបង់សែនទេ។ ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមដោយប្រតិកម្មបូក វាបូកអ៊ីដ្រូសែនយ៉ាងងាយ វារងអុកស៊ីតកម្មដោយសូលុយស្យុងពែរម៉ង់កាណាត ដូចនេះ វាច្បាស់លាស់ណាស់ដែលវាមិនមានភាពអារ៉ូម៉ាទិចទេ។ នៅពេលការរងឃើញទាំងនេះធ្វើឱ្យ Willstatter ខកចិត្តក៏ដោយ ពួកវាក៏មានសារសំខាន់ចំពោះអ្វីដែលគេមិនអាចបង្ហាញបាន។ ដូចនេះ អ្នកគីមីបានធ្វើការស្រាវជ្រាវស៊ីជម្រៅទៀតលើប្រភពនៃភាពអារ៉ូម៉ាទិចរបស់បង់សែន។

៥. ស្ថេរភាពនៃទែម៉ូឌីណាមិចរបស់បង់សែន

យើងបានឃើញរួចហើយថា បង់សែនបង្ហាញលក្ខណៈមិនធម្មតាដោយរងប្រតិកម្មជំនួស តែអាស្រ័យលើទម្រង់Kekulé យើងរំពឹងថាវារងប្រតិកម្មបូក។ បង់សែនមានលក្ខណៈមិនធម្មតាមួយទៀតគឺ៖ វា*មានស្ថេរភាពទែម៉ូឌីណាមិច*ជាងទម្រង់ KeKulé។ ដើម្បីដឹងពីមូលហេតុនេះ ពិចារណាលើលទ្ធផលទែម៉ូឌីណាមិចខាងក្រោម។

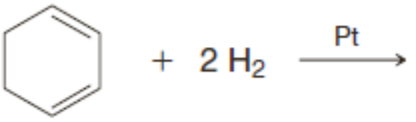
ស៊ីក្លូអិចសែន ជាវង់៦អាតូមមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ អាចរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មយ៉ាងងាយស្រួលទៅ ជាស៊ីក្លូអិចសាន។ នៅពេលគេវាស់ ΔH^0 របស់ប្រតិកម្ម គេរកឃើញវាមាន តម្លៃ -120KJ mol^{-1} ដែលស្រដៀងគ្នា នឹងអាល់សែនជួស។



ស៊ីក្លូអិចសែន **ស៊ីក្លូអិចសាន**

យើងនឹងរំពឹងថា ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃ1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែននឹងបញ្ចេញកម្តៅច្រើនជាងទ្វេដងដូចនេះវាមាន ΔH^0 = -240KJ mol^{-1}។ នៅពេលគេធ្វើពិសោធន៍នេះ លទ្ធផលគឺ -232KJ mol^{-1}។ តម្លៃនេះ

កៀក ទៅនឹងតម្លៃដែលយើងគណនា ហើយភាពខុសគ្នាអាចត្រូវបានពន្យល់ដោយពិចារណាលើសមាសធាតុដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់ តែងតែជាសមាសធាតុដែលមានស្ថេរភាពជាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់ជាប់ (រូប១៣.៨)៖

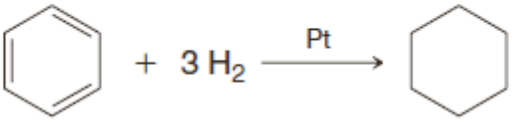


គណនា៖ $\Delta H^0 = 2 \times (-120) = -240 KJ\ mol^{-1}$

សង្កេត៖ $\Delta H^0 = -232 KJ\ mol^{-1}$

1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន **ស៊ីក្លូអិចសាន**

បើសិនជាយើងពង្រីកការគិតរបៀបនេះ ហើយបើសិនបង់សែនត្រូវបានគេគិតឱ្យងាយជា 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន យើងនឹងរំពឹងថា បង់សែនបញ្ចេញកម្ដៅប្រហែល 360KJ mol^{-1} (3 x (-120))នៅពេលវារងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្ម។ នៅពេលគេធ្វើពិសោធន៍ពិតប្រាកដ លទ្ធផលគឺខុសគ្នាគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើល។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ ប៉ុន្តែបញ្ចេញកម្ដៅតែ 208KJ mol^{-1}៖



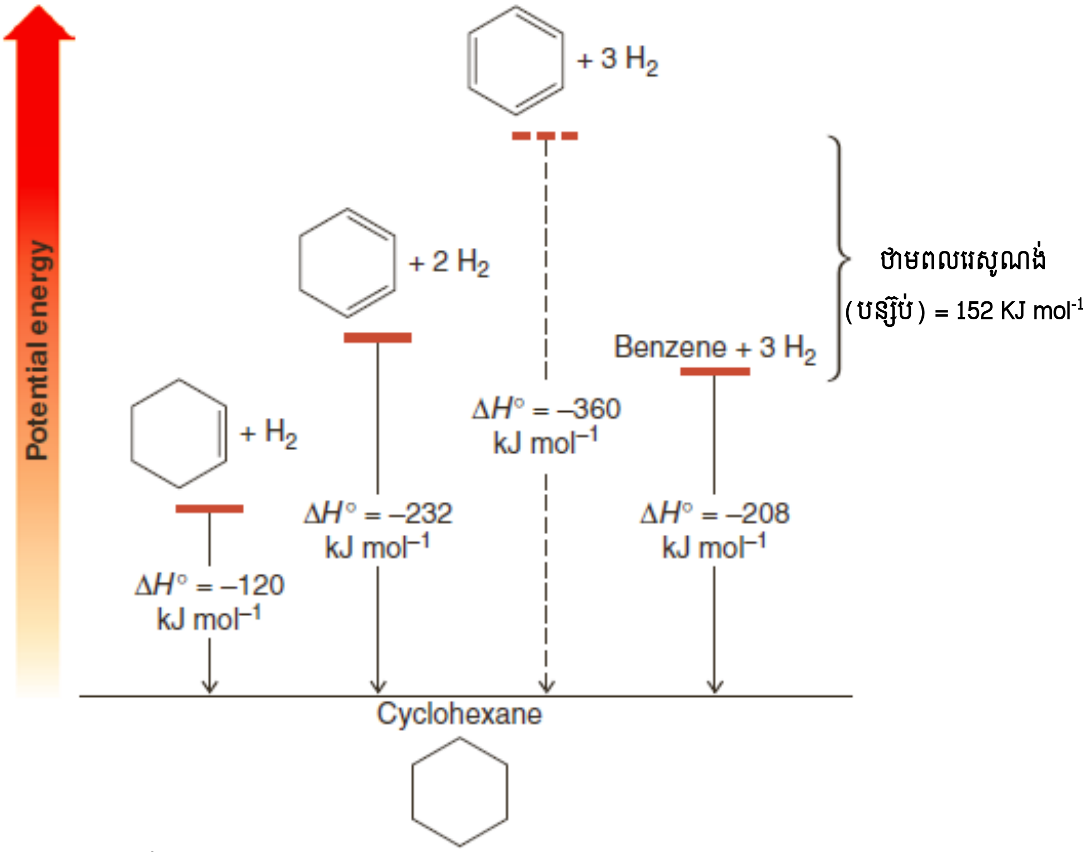
គណនា៖ $\Delta H^0 = 3 \times (-120) = -360 KJ\ mol^{-1}$

សង្កេត៖ $\Delta H^0 = -208 KJ\ mol^{-1}$

ខុសគ្នា៖ 152KJ mol^{-1}

បង់សែន **ស៊ីក្លូអិចសាន**

នៅពេលគេតាងលទ្ធផលទាំងនេះដោយរូប១៤.១ គេឃើញច្បាស់ថាបង់សែនមានស្ថេរភាពច្រើនជាង យើងគណនា។ ជាការពិត វាមានស្ថេរភាពជាង 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន 152KJ mol^{-1} ។ ភាពខុសគ្នារវាង បរិមាណកម្ដៅដែលបញ្ចេញពិតប្រាកដ និងការគណនាលើមូលដ្ឋានទម្រង់Kekulé ឥឡូវនេះត្រូវបានគេហៅថា **ថាមពលរេសូណង់** (resonance energy) របស់សមាសធាតុ។



រូប១៤.១ ស្ថេរភាពធៀបនៃស៊ីក្លូអិចសែន 1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន (សម្មតិកម្ម) និងបង់សែន

៦. ទ្រឹស្តីទំនើបនៃទម្រង់បង់សែន

គេមិនបានយល់ច្បាស់អំពីលក្ខណៈមិនធម្មតា និងស្ថេរភាពរបស់បង់សែនរហូតមកដល់ការអភិវឌ្ឍន៍ឡើងនៃមេកានិចកង់ទិចក្នុងទសវត្ស១៩២០។ ដូចដែលយើងបានឃើញហើយ ទ្រឹស្តីមេកានិចកង់ទិចបង្កើតមធ្យោបាយពីរក្នុងការសង្កេតសម្ព័ន្ធក្នុងម៉ូលេគុល៖ ទ្រឹស្តីរេសូណង់ និងទ្រឹស្តីអរបីតាល់ម៉ូលេគុល។ ឥឡូវយើងប្រើវាទាំងពីរដើម្បីអនុវត្តលើបង់សែន។

៦.១ ការពន្យល់រេសូណង់នៃទម្រង់បង់សែន

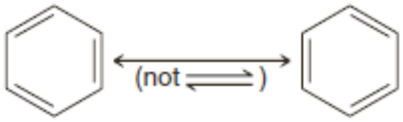
ទ្រឹស្តីរេសូណង់មួយចែងថា នៅពេលយើងអាចសរសេរទម្រង់ឡឺវីសពីរ ឬច្រើនតាងឱ្យម៉ូលេគុលមួយដែល*ខុសគ្នាតែទីតាំងអេឡិចត្រុងរបស់ពួកវា* គ្មានទម្រង់ណាមួយដែលកំណត់លក្ខណៈរូប និងលក្ខណៈគីមីរបស់សមាសធាតុនោះ។ បើសិនជាយើងសម្គាល់ដូចនេះ យើងអាចយល់អំពីលក្ខណៈពិតរបស់ទម្រង់ Kekulé ពីរ (I និង II) របស់បង់សែន។

- ទម្រង់Kekulé I និង II ខាងក្រោមខុសគ្នាតែទីតាំងអេឡិចត្រុងរបស់វា ពួកវាមិនតាងឱ្យ ម៉ូលេគុលពីរខុសគ្នាក្នុងលំនឹង ដូចដែលKekuléបានលើកឡើងទេ។

តែទម្រង់I និងII ជាទម្រង់ដែលកៀកបំផុតទៅនឹងទម្រង់បង់សែនដែលយើងទទួលបានក្នុងលីមីតកម្មនៃរូបមន្តម៉ូលេគុលរបស់វា ច្បាប់នៃវ៉ាឡង់ និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន៦របស់វាគឺសមមូលគីមីនឹងគ្នា។ បញ្ហាដែលមានលើទម្រង់Kekulé គឺថា ពួកវាជាទម្រង់ឡឺវីស ហើយទម្រង់ឡឺវីសទាំងនេះពណ៌នាអំពីអេឡិចត្រុងក្នុងរបាយដៅកន្លែង (ជាមួយនឹងបង់សែន យើងនឹងឃើញថា អេឡិចត្រុងរបស់វាមិនដៅកន្លែង)។ ជាសំណាងល្អ ទ្រឹស្តីរេសូណង់ ជួយឱ្យយើងដោះស្រាយនូវបញ្ហានេះតាមមធ្យោបាយមួយ៖

- តាមទ្រឹស្តីរេសូណង់ យើងចាត់ទុកទម្រង់ Kekulé IនិងIIខាងក្រោមជា *ទម្រង់របាយរេសូណង់* ទៅទម្រង់ពិតប្រាកដរបស់បង់សែន ហើយយើងធ្វើទំនាក់ទំនងទម្រង់ទាំងពីរដោយសញ្ញាព្រួញក្បាលសងខាង (មិនមែនសញ្ញាព្រួញពីរទៅវិញទៅមក ដែលយើងប្រើក្នុងលំនឹងទេ)។

ទម្រង់របាយរេសូណង់មិនមែនស្ថិតក្នុងលំនឹងទេ។ ពួកវាមិនមែនជាទម្រង់តាងឱ្យម៉ូលេគុលពិតប្រាកដទេ។ ពួកវាជាទម្រង់ដែលកៀកបំផុត បើសិនជាយើងប្រើច្បាប់វ៉ាឡង់ធម្មតា ប៉ុន្តែពួកវាមានប្រយោជន៍ក្នុងការ ជួយឱ្យយើងបង្ហាញម៉ូលេគុលពិតប្រាកដជាអ៊ីប្រ៊ីតមួយ៖



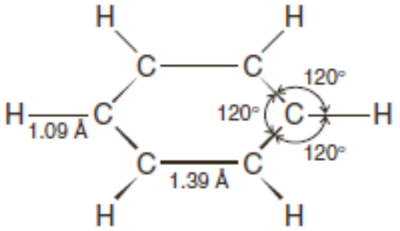
I II

ចូរមើលទម្រង់នេះដោយយកចិត្តទុកដាក់។ សម្ព័ន្ធពីរជាន់ទាំងអស់ក្នុងទម្រង់ I ជាសម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុងទម្រង់II ។

- អ៊ីប្រ៊ីត (មធ្យម) នៃទម្រង់ Kekulé I និង II អាចមិនមានទាំងសម្ព័ន្ធមួយជាន់សុទ្ធ និងសម្ព័ន្ធពីរជាន់សុទ្ធរវាងកាបូន។ សម្ព័ន្ធទាំងនេះអាចជាសម្ព័ន្ធនៅចន្លោះសម្ព័ន្ធមួយជាន់ និងសម្ព័ន្ធពីរជាន់។

ការពិសោធន៍បង្ហាញការចងសម្ព័ន្ធនេះ។ រង្វាស់ស្បិចត្រូស្កូពីបង្ហាញថា ម៉ូលេគុលបង់សែនជាប្លង់ហើយសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនរបស់វាទាំងអស់មានប្រវែងស្មើគ្នា។ ហើយសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនក្នុងបង់សែនមាន

ប្រវែង1.39A^0 (រូប១៤.២) ដែលជាតម្លៃមួយស្ថិតក្នុងចន្លោះប្រវែងសម្ព័ន្ធមួយជាន់កាបូន-កាបូនរវាងអាតូមអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 (1.47A^0) (មើលតារាង១៣.១) និងប្រវែងសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូន (1.34A^0)។



រូប១៤.២ ប្រវែងសម្ព័ន្ធ និងមុំសម្ព័ន្ធក្នុងបង់សែន (បង្ហាញតែសម្ព័ន្ធσ)

- ទម្រង់អ៊ីប្រ៊ីតរបស់បង់សែនតាងដោយគូរង្វង់មួយក្នុងឆកោណ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបមន្តIII ខាងក្រោម។

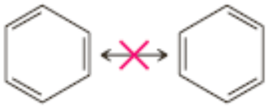
III

ប៉ុន្តែពេលខ្លះ នៅពេលដែលយើងគិតពីគូអេឡិចត្រុងπ យើងត្រូវប្រើទម្រង់ Kekulé I ឬ II។ យើងធ្វើងាយដូចនេះ ពីព្រោះការរាប់គូរអេឡិចត្រុង និងអេឡិចត្រុងπ សរុបអាចធ្វើបានតែក្នុងទម្រង់ Kekulé ទេ ដែលចំនួនគូអេឡិចត្រុងπដែលតាងដោយរង្វង់មិនអាចរាប់បានទេ។ ដូចដែលយើងនឹងឃើញក្នុងមេរៀននេះ មានប្រព័ន្ធដែលមានទំហំវង់ខុសគ្នា និងចំនួនអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែងខុសគ្នា ដែលអាចតាងដោយរង្វង់មួយ។ ប៉ុន្តែក្នុងបង់សែន រង្វង់តាងឱ្យអេឡិចត្រុងπ ៦ដែលមិនដៅកន្លែងលើកាបូន៦របស់វង់នេះ។

- ម៉ូលេគុលពិតប្រាកដមួយរបស់បង់សែន(តាងដោយទម្រង់អ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់III)មានស្ថេរភាពជាងទម្រង់រេសូណង់ទាំងពីរ ពីព្រោះគេអាចគូទម្រង់រេសូណង់សមមូលច្រើនជាងមួយសម្រាប់បង់សែន (I និង II ខាងលើ)។

ភាពខុសគ្នារវាងថាមពលនៃ1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន (បើសិនជាវាមាន ត្រូវការថាមពលខ្ពស់ជាង) និងបង់សែនត្រូវបានគេហៅថា*ថាមពលរេសូណង់* ហើយនេះអាចបញ្ជាក់អំពីស្ថេរភាពរបស់បង់សែនដោយការមិនដៅកន្លែងនៃអេឡិចត្រុង។

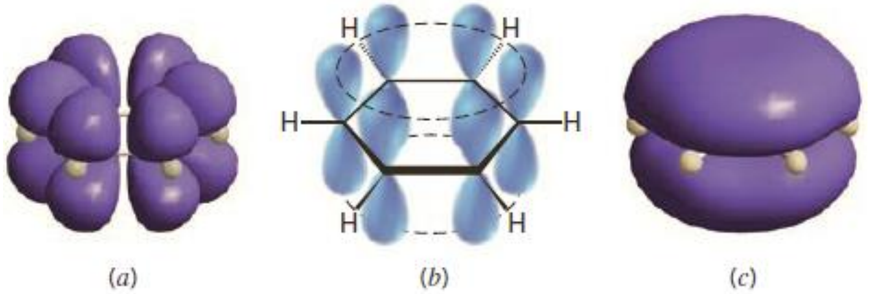
លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៣៖ បើសិនបង់សែនជា 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន សម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនគួរតែមានប្រវែងវែង និងខ្លីឆ្លាស់គ្នា ដូចបានបង្ហាញក្នុងទម្រង់ខាងក្រោម។ ប៉ុន្តែ ការចាត់ទុកពួកវាជាទម្រង់រេសូណង់នឹងគ្នានឹង បំពានគោលការណ៍មូលដ្ឋាននៃទ្រឹស្តីរេសូណង់។ ចូរពន្យល់។



៦.២ ការពន្យល់ដោយអរបីតាល់ម៉ូលេគុលនៃទម្រង់បង់សែន

ការពិតដែលមុំសម្ព័ន្ធរបស់អាតូមកាបូនក្នុងវង់បង់សែនគឺ120^0 ទាំងអស់ ស្នើថា អាតូមកាបូនទាំងអស់ជាអាតូមអ៊ីប្រ៊ីតsp^2។ បើសិនជាយើងទទួលស្គាល់ការស្នើឡើងនេះ ហើយសង់វង់៦អាតូមក្នុងប្លង់មួយពីអាតូមកាបូន sp^2 គេទទួលបានតំណាងដូចបង្ហាញក្នុងរូប១៤.៣a និង bខាងក្រោម។ ក្នុងគំរូទាំងនេះកាបូននីមួយៗ

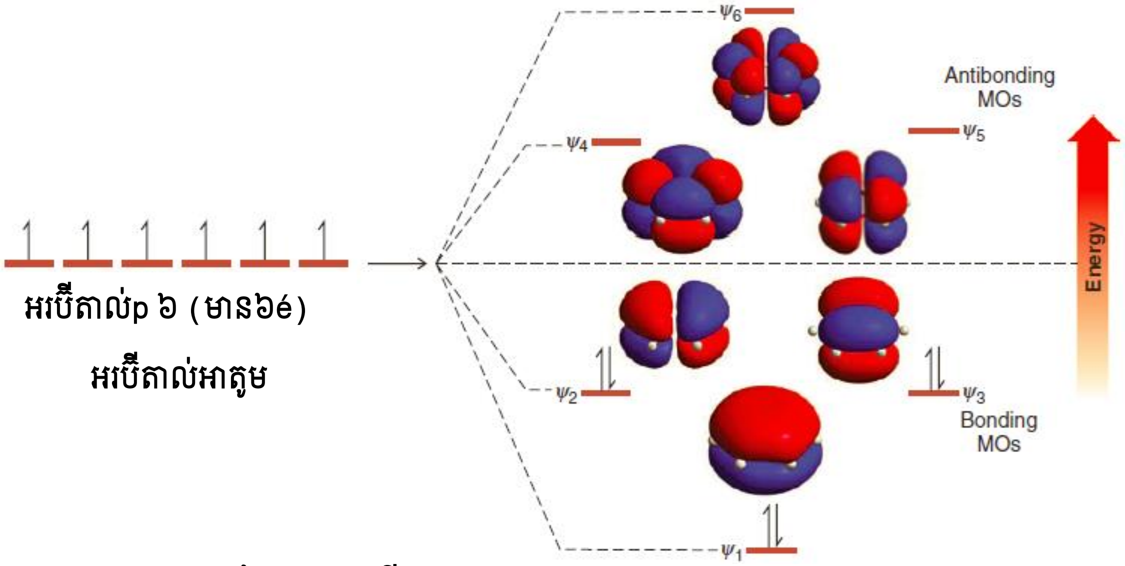
ជាកាបូន sp^2 មានអរបីតាល់ p មួយ ដែលអាចត្រួតដណ្តប់ជាមួយអរបីតាល់ p របស់កាបូនក្បែរខាងវា។ បើសិនជាយើងសន្មត់ថា ការត្រួតដណ្តប់នៃអរបីតាល់ p ទាំងអស់ជុំវិញវង់អាចកើតឡើង យើងទទួលបានគំរូម៉ូលេគុលដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប១៣.៣c។



រូប១៤.៣ a. អាតូមកាបូន sp^2 ៦ផ្តុំគ្នាក្នុងវង់មួយ(អាតូមកាបូននីមួយៗមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ) កាបូននីមួយៗមានអរបីតាល់ p មួយដែលមានឡូបនៃខាងក្រោម និងខាងលើប្លង់របស់វង់។
b. តំណាងអរប៊ីាល់pក្នុងការត្រួតដណ្តប់ក្នុង (a)។
c. ការត្រួតដណ្តប់នៃអរបីតាល់p ជុំវិញវង់បង្កើតអរបីតាល់ម៉ូលេគុលមួយអាចនៅខាងលើ ឬនៅខាងក្រោមរបស់វង់។

- តាមគោលការណ៍មេកានិចកង់ទិច ចំនួនអរបីតាល់ម៉ូលេគុលក្នុងម៉ូលេគុលមួយដូចគ្នាទៅនឹងចំនួនអរបីតាល់អាតូមដែលបង្កើតពួកវា ហើយអរបីតាល់នីមួយៗអាចមានអេឡិចត្រុងអតិបរមាពីរ បើសិនជាស្ពីនរបស់ពួកវាប្រាសគ្នា។

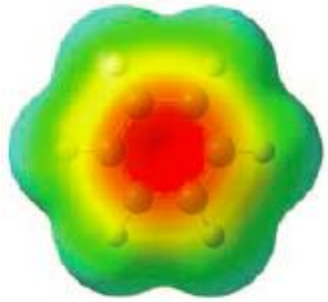
បើសិនជាយើងគិតថា មានតែអរបីតាល់អាតូមp ដែលបានចូលរួមដោយអាតូមកាបូនរបស់បង់សែន គួរតែមានអរបីតាល់ម៉ូលេគុល៦កើតឡើង។ អរបីតាល់ទាំងនេះត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៤.៤។



រូប១៤.៤ របៀបដែលអរបីតាល់អាតូម p ៦ (ពីកាបូននីមួយៗរបស់វង់បង់សែន) ផ្តុំចូលគ្នាបង្កើតអរបីតាល់ម៉ូលេគុល π៦។ អរបីតាល់ម៉ូលេគុល៣មានថាមពលទាបជាងអរបីតាល់p ពួកវាទាំងនេះជាអរបីតាល់ ម៉ូលេគុសម្ព័ន្ធ។ អរបីតាល់ម៉ូលេគុលមានថាមពលខ្ពស់ជាងអរបីតាល់p អរបីតាល់ទាំងនេះជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលបដិសម្ព័ន្ធ។ អរបីតាល់ψ_2 និង ψ_3 មានថាមពលដូចគ្នា និងដូចគ្នាចំពោះអរបីតាល់ ψ_4 និង ψ_5 ហើយត្រូវបានគេហៅថាអរបីតាល់ដេជីណារេត។

របាយអេឡិចត្រុងនៃភាពគ្រឹះរបស់បង់សែន ត្រូវបានទទួលពីការបំពេញអេឡិចត្រុងπចំនួន៦ទៅក្នុងអរបីតាល់ម៉ូលេគុល π ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប១៤.៤ ដោយចាប់ផ្ដើមពីអរបីតាល់មានថាមពលទាបជាងគេ។ អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπមានថាមពលទាបជាងគេក្នុងបង់សែនមានការគ្របដណ្ដប់គ្នារវាងអរបីតាល់p ដែលមានសញ្ញាផាសដូចគ្នាទាំងអស់ ពីលើ និងពីក្រោមមុខវង់។ ក្នុងអរបីតាល់នេះ គ្មានប្លង់ណូដ (ភាពខុសគ្នានៃសញ្ញាផាស) កែងទៅនឹងវង់របស់អាតូមទាំងនេះទេ។ អរបីតាល់ដែលមានថាមពលខ្ពស់ជាងនីមួយៗមានប្លង់ណូដមួយ។ (ជាទូទៅ ឈុតនីមួយៗនៃអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπថាមពលខ្ពស់មានប្លង់ណូដថែមមួយទៀត)។ អរបីតាល់ទាំងនេះនីមួយៗត្រូវបានបំពេញដោយទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយផងដែរ។ អរបីតាល់នេះមានថាមពលស្មើគ្នា (ឌីជីណឺរេត) ពីព្រោះពួកវាទាំងពីរមានប្លង់ណូដមួយ។ រួមគ្នា អរបីតាល់ទាំងបីនេះ ជាអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπសម្ព័ន្ធរបស់បង់សែន។ ឈុតអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπថាមពលខ្ពស់បន្ទាប់ទៀតមានប្លង់ណូដពីរ ហើយអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπថាមពលខ្ពស់ជាងគេមានប្លង់ណូដបី។ អរបីតាល់ទាំងបីនេះជាអរបីតាល់πបដិសម្ព័ន្ធរបស់ បង់សែន ហើយពួកវាមិនមានអេឡិចត្រុងក្នុងភាពគ្រឹះទេ។ បង់សែនត្រូវបានគេនិយាយថាមានស្រទាប់សម្ព័ន្ធ នៃអេឡិចត្រុងπ កៀកណ្វៃយ៉ូមួយ ដោយសារអរបីតាល់សម្ព័ន្ធរបស់វាទាំងអស់មានអេឡិចត្រុងពេញហើយ គ្មានអេឡិចត្រុងក្នុងអរបីតាល់បដិសម្ព័ន្ធទេ។ ស្រទាប់សម្ព័ន្ធកៀកណ្វៃយ៉ូនេះ ជាអ្នកចូលរួមចំណែកធ្វើឱ្យបង់សែនមានស្ថេរភាព។

យើងបានពិចារណាលើអរបីតាល់ម៉ូលេគុលបង់សែនរួចហើយ ឥឡូវនេះវាមានប្រយោជន៍ក្នុងការបង្ហាញគំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្ដាទិចនៃផ្ទៃ van der Waals របស់បង់សែន ដែលត្រូវបានគណនាពីគោលការណ៍មេកានិចកង់ទិចដែរ (រូប១៤.៥)។ យើងអាចឃើញថា តំណាងនេះអាចជួយឱ្យយើងយល់ថាអេឡិចត្រុង πរបស់បង់សែនមិនដៅទីតាំងទេ ប៉ុន្តែត្រូវបានរាយជុំវិញមុខខាងលើ ឬមុខខាងក្រោម (មិនបានបង្ហាញ) នៃវង់ កាបូនក្នុងបង់សែន។



រូប១៤.៥ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្ដាទិចរបស់បង់សែន

វាមានសារសំខាន់ដែលត្រូវកត់សម្គាល់របកគំហើញថ្មីដែលក្រោមបង់សែនទាក់ទងនឹងអន្តរកម្មកែងគ្នារវាងវង់បង់សែន តាមមធ្យោបាយមួយដែលបផ្នែកបន្ទុកវិជ្ជមានលើម៉ូលេគុលមួយអន្តរកម្មជាមួយមុខអវិជ្ជមាននៃម៉ូលេគុលបង់សែនដែលតម្រៀបពីលើ និងពីក្រោមវា។

៧. ច្បាប់ Huckel ៖ ច្បាប់ 4n+2 អេឡិចត្រុងπ

ក្នុងឆ្នាំ១៩៣១ អ្នកគីមីអាល្លឺម៉ង់ Erich Huckel បានធ្វើការស៊ើរីនៃគណនាគណិតវិទ្យាមួយ អាស្រ័យលើ ប្រភេទនៃទ្រឹស្ដីដែលយើងទើបតែបានសិក្សារួច។ **ច្បាប់ Huckel** ទាក់ទងជាមួយសមាសធាតុដែលមាន **វង់ប្លង់ មួយ ហើយដែលអាតូមនីមួយៗរបស់វង់នេះមានអរបីតាល់p មួយ** ដូចក្នុងបង់សែន។ ការគណនារបស់

គាត់ បង្ហាញថា វង់ម៉ូណូស៊ីគ្លិចប្លង់មួយដែលមានអេឡិចត្រុងπចំនួន 4n+2 ដែល n=0, 1, 2, 3,..... (ឧទាហរណ៍វង់ មាន អេឡិចត្រុងπ ចំនួន 2, 6, 10, 14, ...) មានស្រទាប់អេឡិចត្រុងមិនដៅកន្លែងដូចបង់សែន និងថាមពល រេសូណង់ខ្ពស់។

- ម្យ៉ាងវិញទៀត ច្បាប់ Huckel ចែងថា **វង់ម៉ូណូស៊ីគ្លិចប្លង់ដែលអេឡិចត្រុងមិនដៅកន្លែងចំនួន 2, 6, 10, 14,.... មានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច។**

៧.១ របៀបគូរដ្យាក្រាមថាមពលរបស់អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπក្នុងប្រព័ន្ធម៉ូណូស៊ីគ្លិច អាស្រ័យលើច្បាប់ Huckel

មានមធ្យោបាយងាយមួយដើម្បីគូរដ្យាក្រាមថាមពលអរបីតាល់ក្នុងប្រព័ន្ធឆ្លាស់ម៉ូណូស៊ីគ្លិចអាស្រ័យលើការគណនារបស់Huckel។ ដើម្បីគូរដ្យាក្រាម យើងអនុលោមន៍ដំណើរការខាងក្រោម៖

១. យើងចាប់ផ្ដើមគូរពហុកោណមួយដែលត្រូវនឹងចំនួនអាតូមកាបូនក្នុងវង់ ហើយដាក់ជ្រុងមួយរបស់ ពហុកោណនោះទៅក្រោម។

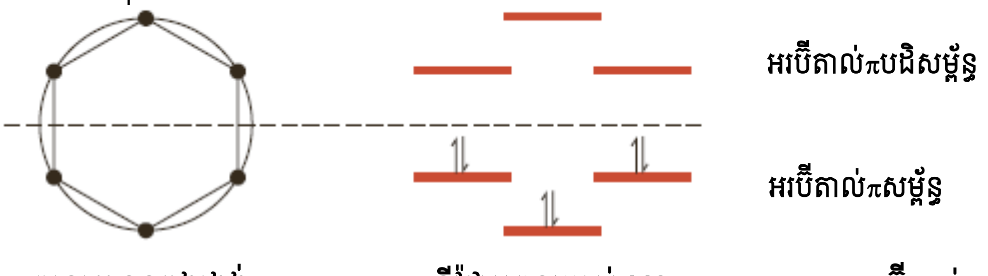
២. បន្ទាប់មក យើងគូរង្វង់ចារិកក្រៅពហុកោណនោះ ដែលរង្វង់ប៉ះជ្រុងទាំងអស់របស់ពហុកោណ។

៣. នៅលើចំណុចដែលរង្វង់ប៉ះពហុកោណ យើងគូរបន្ទាត់ដេកខ្លីៗទៅម្ខាងរង្វង់។ កំពស់របស់បន្ទាត់នីមួយៗតាងឱ្យថាមពលរបស់អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπ នីមួយ។

៤. បន្ទាប់មក យើងគូរបន្ទាត់ដាច់ៗចែករង្វង់ជាពីរលើនិងក្រោម។ ថាមពលរបស់អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅក្រោមបន្ទាត់នេះ។ ថាមពលអរបីតាល់ម៉ូលេគុលπបដិសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅខាងលើបន្ទាត់ នេះ ហើយថាមពលអរបីតាល់មិនសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅលើនីវ៉ូបន្ទាត់ដាច់នេះ។

៥. បន្ទាប់មក អាស្រ័យលើចំនួនអេឡិចត្រុងπក្នុងវង់ យើងដាក់សញ្ញាព្រួញអេឡិចត្រុងលើបន្ទាត់ដែល ត្រូវទៅនឹងអរបីតាល់នីមួយៗ ដោយចាប់ផ្ដើមពីអរបីតាល់ដែលមាននីវ៉ូថាមពលទាបជាងគេមុន និងបន្តបន្ទាប់។ ធ្វើដូចនេះ យើងបំពេញអរបីតាល់ដឺជីណឺរេតនីមួយៗដោយអេឡិចត្រុងមួយសិន បន្ទាប់មកបន្ថែមអេឡិចត្រុងមួយទៀតដែលមានស្ពីនប្រាស បើសិនជាមាន។

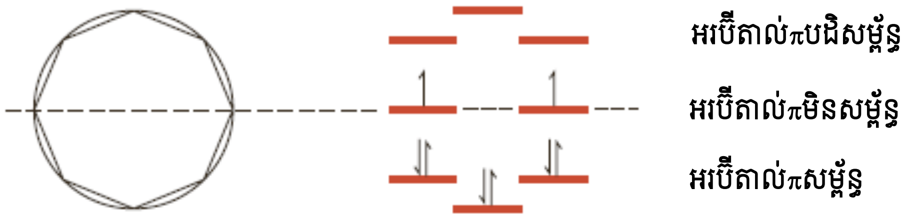
ឧទាហរណ៍ ការអនុវត្តវិធីនេះលើបង់សែន (រូប១៤.៦) គេទទួលបាននីវ៉ូថាមពលដូចគ្នាទៅនឹងរូបនីវ៉ូថាមពលដែលយើងឃើញក្នុងរូប១៤.៤ ហើយដែលជានីវ៉ូថាមពលអាស្រ័យលើការគណនាមេកានិចកង់ទិច។



រូប១៤.៦ វិធីពហុកោណនិងរង្វង់ដើម្បីទទួលបាននីវ៉ូថាមពលធៀបរបស់អរបីតាល់ម៉ូលេគុលπរបស់បង់សែន

ឥឡូវនេះ យើងអាចយល់ថាហេតុអ្វីបានជាស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។ ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនមានអេឡិចត្រុងπសរុបចំនួន៨។ ៨មិនមែនជាលេខរបស់Huckel ទេ វាជាលេខ4n មិនមែន 4n+2 ទេ។ ដោយប្រើវិធីពហុកោណនិងរង្វង់ (រូប១៤.៧) យើងរកឃើញថា ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន

បើសិនវាជាប្លង់ វាមិនមានស្រទាប់អេឡិចត្រុងπដូចបង់សែនទេ វាអាចមានអេឡិចត្រុងមិនចងសម្ព័ន្ធមួយក្នុងអរប៊ីតាល់មិនសម្ព័ន្ធពីរនីមួយៗ។ ម៉ូលេគុលដែលមានអេឡិចត្រុងសេរី (រ៉ាឌីកាល់សេរី) ជាធម្មតាមិនមានស្ថេរភាពទេ ពួកវាមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំង និងគ្មានស្ថេរភាព។ ដូចនេះ ប្លង់មួយពីស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនគួរតែមិនដូចប្លង់ របស់បង់សែនទាំងអស់ទេ ហើយវាមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចទេ។



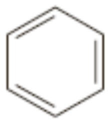
រូប១៤.៧ អរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπដែលស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនអាចមានបើសិនវាជាប្លង់

ដោយសារស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនមិនមានស្ថេរភាពនៅពេលវាក្លាយជាប្លង់ វាមានទម្រង់ដូចបង្ហាញខាងក្រោម (ក្នុងផ្នែកទី៧ងយើងនឹងឃើញថា ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែននឹងបាត់បង់ស្ថេរភាពដោយក្លាយជាប្លង់)។ គេដឹងថា សម្ព័ន្ធរបស់ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនជាសម្ព័ន្ធឆ្លាស់វែង និងខ្លី គឺ 1.48A^0 និង 1.34A^0 ដែលបង្ហាញដោយកាំរស្មី-X។

៧.២ អានុយឡែន

ពាក្យថា**អានុយឡែន** (annulenes) ត្រូវបានគេប្រើតាងឈ្មោះនៃថ្នាក់របស់សមាសធាតុម៉ូណូស៊ីក្លិចដែលអាចត្រូវបានតាងដោយទម្រង់ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងមួយជាន់ឆ្លាស់គ្នា។ ទំហំវង់របស់អានុយឡែនត្រូវបានកំណត់ដោយលេខក្នុងដង្កៀប។ ដូចនេះ បង់សែនជា អានុយឡែន[6] និងស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនជាអានុយឡែន[8] ។

- ច្បាប់ Huckel ប៉ាន់ស្មានថាអានុយឡែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច បើសិនម៉ូលេគុលរបស់ពួកវា មានអេឡិចត្រុងπ 4n + 2 និងមានខ្សែគ្រោងកាបូនក្នុងប្លង់មួយ៖



បង់សែន ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន

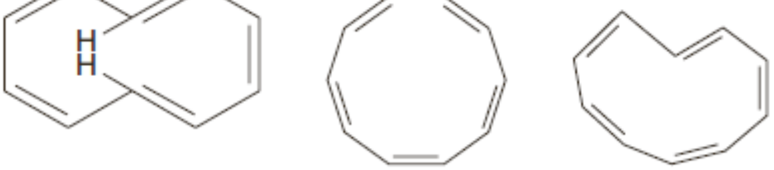
(អានុយឡែន[6]) (អានុយឡែន[8])

មុនឆ្នាំ១៩៦០ អានុយឡែនដែលមានដើម្បីធ្វើតេស្តការប៉ាន់ស្មានរបស់ Huckel មានតែបង់សែន និងស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន។ ក្នុងកំឡុងទសវត្សឆ្នាំ១៩៦០ លទ្ធផលយ៉ាងធំធេងបានមកពីការស្រាវជ្រាវរបស់ F. Sondheimer គឺអានុយឡែនវង់ធំជាច្រើនត្រូវបានសំយោគ និងត្រូវបានបញ្ជាក់ដោយការប៉ានស្មានរបស់ Huckel។

ចូរពិចារណាលើ អានុយឡែន[14], [16], [18], [20], [22], និង [24] ជាឧទាហរណ៍។ តាមច្បាប់ Huckel អានុយឡែន [14], [18], និង [22] (4n+2 , n=3,4,5 រៀងគ្នា) ត្រូវបានរកឃើញជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។ អានុយឡែន[16] និងអានុយឡែន[24]មិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចទេ ពួកវាជាសមាសធាតុ ***អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច*** (antiaromatic) (មើលផ្នែក៧ង)។ ពួកវាជាសមាសធាតុ4nមិនមែនសមាសធាតុ 4n +2៖

អានុយឡែន [14] (អារ៉ូម៉ាទិច) **អានុយឡែន [16] (អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច)** **អានុយឡែន [18] (អារ៉ូម៉ាទិច)**

អានុយឡែន[10] និង [12] ក៏ត្រូវបានសំយោគដែរ តែពួកវាមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចទេ។ យើងមិនរំពឹងថាអានុយឡែន[12] ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ដោយសារតែវាមានអេឡិចត្រុងπ ១២ និងមិនគោរពច្បាប់ Huckel។ គេបានរំពឹងថាអានុយឡែន[10] ខាងក្រោមជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចទៅតាមការរាប់ចំនួនអេឡិចត្រុង ប៉ុន្តែវង់របស់វាមិនមែនជាងប្លង់ទេ។



I II III

អានុយឡែន[10] មិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះពួកវាមិនមែនជាប្លង់

អានុយឡែន[10] I មានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ត្រង្សពីរ។ មុំសម្ព័ន្ធរបស់វាប្រហែល120^0 ដូចនេះវាមិនមានលំងាកមុំសម្ព័ន្ធទេ។ ប៉ុន្តែអាតូមកាបូននៃវង់របស់វាត្រូវបានរាំងមិនឱ្យមានប្លង់រួម ពីព្រោះអាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរលើវង់កណ្តាលប្រានគ្នាទៅវិញទៅមក។ ដោយសារតែវង់នេះមិនមែនជាប្លង់ អរប៊ីតាល់p របស់អាតូមកាបូនមិនស្របគ្នាទេ ដូចនេះពួកវាមិនអាចគ្របដណ្តប់គ្នាជុំវិញវង់បង្កើតជាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលπនៃប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិចមួយទេ។

អានុយឡែន[10] ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ស៊ីសទាំងអស់(II) បើសិនជាវាជាប្លង់ វាមានលំងាកមុំសម្ព័ន្ធដោយសារតែមុំសម្ព័ន្ធក្នុងរបស់វាប្រហែល144^0។ ដូចនេះ ស្ថេរភាពរបស់អ៊ីសូមែរនេះដែលទទួលបានដោយ ក្លាយជាប្លង់ដើម្បីក្លាយជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច អាចនឹងត្រូវការថាមពលខ្ពស់ដោយឥទ្ធិពលអស្ថេរភាពដោយលំងាកមុំសម្ព័ន្ធ។ បញ្ហាដូចគ្នានៃលំងាកមុំសម្ព័ន្ធធំកើតឡើងជាមួយការបង្កើតប្លង់រាំងម៉ូលេគុលរបស់អ៊ីសូមែរអានុយឡែន[10] ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ត្រង្ស(III) មិនឱ្យក្លាយជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចបាន។

បន្ទាប់ពីគោលបំណងបរាជ័យក្នុងច្រើនឆ្នាំ ក្នុងឆ្នាំ១៩៦៥ អានុយឡែន[4] (ឬ ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន) ត្រូវបានសំយោគដោយ R. Pettit និងសហការី នៅសាកលវិទ្យាល័យតិចសាស។ ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែនជាម៉ូលេគុល

4n មិនមែន4n+2ទេ ហើយដូចដែលយើងបានរំពឹងទុក វាជាសមាសធាតុមិនមានស្ថេរភាព ហើយវាជា *សមាសធាតុអង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច* (មើលផ្នែកទី៧ង)៖

ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន
ឬ អានុយល្វែន[4] (អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច)

៧.៣ ស្បិចត្រូស្កូពីNMR ៖ ភស្តុតាងនៃការមិនដៅកន្លែងនៃអេឡិចត្រុងក្នុងសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

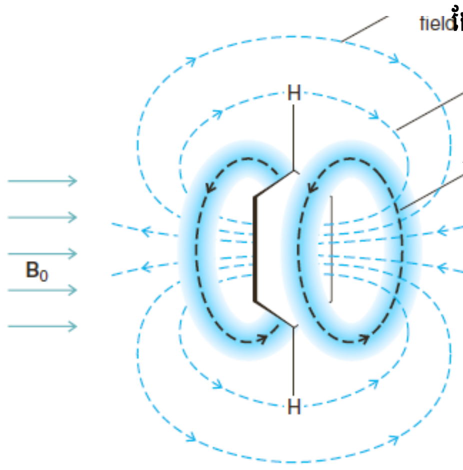
ស្បិច ^{1}H NMR របស់បង់សែនមានស៊ីញ៉ាល់មិនបំបែកទោល នៅ 7.27។ គេសង្កេតឃើញតែស៊ីញ៉ាល់មិនបំបែកទោល ជាភស្តុតាងបញ្ជាក់ថា អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងអស់របស់បង់សែនសមមូលគ្នា។ ហើយដោយសារស៊ីញ៉ាល់កើតឡើងនៅប្រេកង់ខ្ពស់គឺជាភស្តុតាងបន្ថែមក្នុងការសន្និដ្ឋានថា អេឡិចត្រុងπរបស់បង់សែនមិនដៅទីតាំងទេ។

យើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី៩ ផ្នែកទី៦រួចហើយថា វង្វិលអេឡិចត្រុងσនៃសម្ព័ន្ធ C–H បណ្តាលឱ្យប្រូតុងរបស់អាល់កានត្រូវបាន***បាំង***ពីដែនម៉ាញេទិចរបស់ស្បិចត្រូម៉ែត្រ NMR ហើយជាវិបាក ប្រូតុងទាំងនេះស្រូបប្រេកង់ទាប។ យើងនឹងពន្យល់អំពីសម្រូបប្រេកង់ខ្ពស់នៃប្រូតុងបង់សែន*មិនបាំង ដែលបណ្តាលមកពីវង្វិលអេឡិចត្រុងπរបស់បង់សែន* ហើយការពន្យល់នេះត្រូវការអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែង។

នៅពេលម៉ូលេគុលបង់សែនត្រូវបានដាក់ក្នុងដែនម៉ាញេទិចខ្លាំងរបស់ស្បិចត្រូម៉ែត្រNMR អេឡិចត្រុងវិលជុំវិញទិសដៅដូចបង្ហាញក្នុងរូប១៤.៨ ហើយដោយធ្វើរបៀបនេះ ពួកវាបានបង្កើត***ចរន្តវង់****មួយ* (បើសិនជាអ្នកបានសិក្សារូបវិទ្យា អ្នកនឹងយល់ថាហេតុអ្វីបានជាអេឡិចត្រុងនេះវិលដូចនេះ)។

- វង្វិលនៃអេឡិចត្រុងπក្នុងបង់សែនបង្កើតដែនម៉ាញេទិចអន្ទោងមួយដែល*នៅទីតាំងរបស់ប្រូតុងបានបង្កើនកម្លាំងដែនម៉ាញេទិចរបស់ម៉ាស៊ីន*។ ការបង្កើនដែនម៉ាញេទិចនេះធ្វើឱ្យ ប្រូតុងមិនត្រូវបានបាំងខ្លាំងទេ ហើយវាមានសម្រូបប្រេកង់ខ្ពស់ (δ~7)។

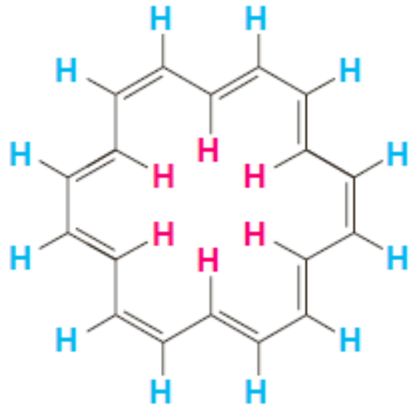
ការមិនបាំង មានន័យថា ប្រូតុងទទួលបាននូវផលបូកនៃដែនម៉ាញេទិចទាំងពីរ ដូចនេះកម្លាំងម៉ាញេទិចសរុបគឺធំជាងដែនម៉ាញេទិចវាអាចទទួលបានក្នុងអវត្តមានដែនម៉ាញេទិចអន្ទោង។ ភាពមិនបាំងខ្លាំងនេះដែលធ្វើឱ្យចរន្តវង់មួយកើតពីអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែង ពន្យល់អំពីមូលហេតុដែលប្រូតុងអារ៉ូម៉ាទិចស្រូបប្រេកង់ខ្ពស់។



រូប១៤.៨ ដែនម៉ាញេទិចអន្ទោង របស់អេឡិចត្រុងπនៃបង់សែន មិនបាំងប្រូតុងបង់សែន។ ភាព មិនបាំងកើតឡើងដោយសារ នៅទីតាំងរបស់ប្រូតុង ដែនម៉ា ញ៉េទិចមាន ទិសដៅដូចដែន ម៉ាញេទិចម៉ាស៊ីន

ភាពមិនបាំងរបស់ប្រូតុងអារ៉ូម៉ាទិចខាងក្រៅដែលកើតឡើងពីចរន្តវង់ ជាផ្នែកនៃភស្តុតាងរូបសំខាន់បំផុត ដែលយើងមានសម្រាប់ភាពមិនដៅកន្លែងអេឡិចត្រុងπក្នុងវង់អារ៉ូម៉ាទិច។ ជាការពិត សម្រូបប្រូតុងហ្រ្វេកង់ខ្ពស់តែងតែត្រូវបានប្រើជាលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យសម្រាប់ភាពអារ៉ូម៉ាទិច ក្នុងសមាសធាតុវង់ផ្លាស់សំយោគថ្មីៗ។

ប៉ុន្តែ មិនមែនគ្រប់ប្រូតុងអារ៉ូម៉ាទិចទាំងអស់មានសម្រូបហ្រ្វេកង់ខ្ពស់ទេ។ ប្រូតុងខាងក្នុងនៃសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចវង់ធំដែលមានអ៊ីដ្រូសែននៅកណ្តាលវង់ (ក្នុងប្រហោងអេឡិចត្រុងπ) តែងតែស្រូបហ្រ្វេកង់ទាបមិនធម្មតា ដោយសារតែពួកវាត្រូវបានបាំងដោយដែនម៉ាញេទិចអន្ទោងផ្ទុយក្នុងមណ្ឌលវង (មើលរូប ១៤.៨)។ ឧទាហរណ៍មួយគឺ អានុយឡែន[18] (រូប១៤.៩)។ ប្រូតុងខាងក្នុងរបស់អានុយឡែន[18] ស្រូបដែនលើ (upfield) នៅ δ~3.0 ខាងលើស៊ិញ៉ាល់របស់តេត្រាមេទីលស៊ីឡាន (TMS) តែ ប្រូតុងខាងក្រៅស្រូបដែនក្រោម (down-filed) នៅ δ~9.3។ ដោយគិតថា អានុយឡែន[18] មានអេឡិចត្រុងπ 4n + 2 ភស្តុតាងនេះគាំទ្រភាពមិនដៅ កន្លែងនៃអេឡិចត្រុងπ ជាលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យសម្រាប់ភាពអារ៉ូម៉ាទិច និងជាកម្លាំងប៉ានស្មានរបស់ច្បាប់ Huckel។

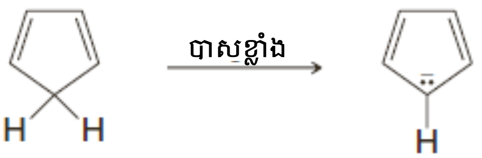


រូប១៤.៩ អានុយឡែន[18]។ ប្រូតុងក្នុង (ក្រហម) មានរបាំងខ្ពស់ ហើយស្រូបនៅ δ=3.0។ ប្រូតុងក្រៅ (ខៀវ) មានរបាំងតិច ស្រូបនៅδ=9.3។

៧.៤ អ៊ីយ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិច

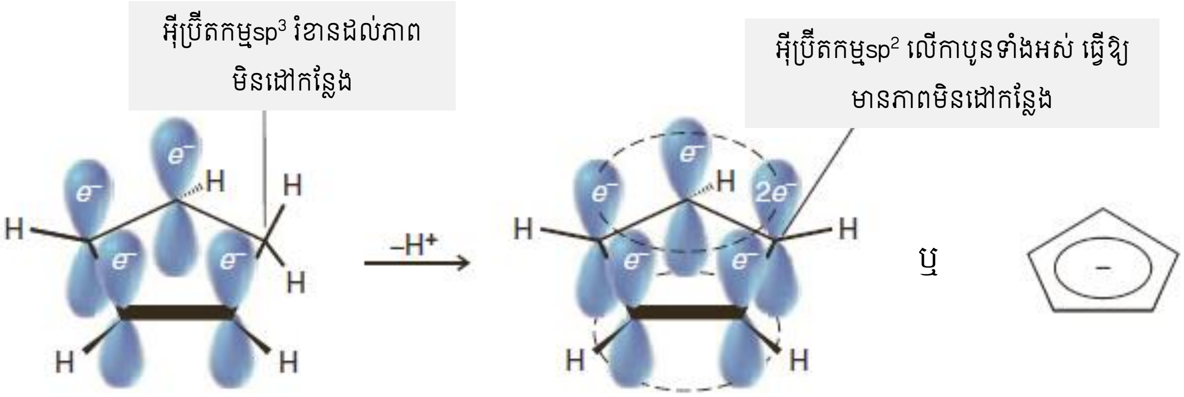
បន្ថែមលើម៉ូលេគុលណឺតធម្មតាដែលយើងបានសិក្សារួចហើយកន្លងមក មានប្រភេទម៉ូណូស៊ីគ្លិចមួយចំនួនដែលមានបន្ទុកវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមានមួយ។ អ៊ីយ៉ុងទាំងនេះខ្លះបង្ហាញស្ថេរភាពមិននឹកស្មានដល់ ដែលស្នើថាពួកវាជា**អ៊ីយ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិច**។ ច្បាប់ Huckel មានសារប្រយោជន៍ក្នុងការសិក្សាលក្ខណៈរបស់អ៊ីយ៉ុងទាំងនេះផងដែរ។ យើងនឹងពិចារណាលើឧទាហរណ៍ពីរះ អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលនិងកាចុងស៊ីក្លូអិចតាទ្រីអែនីល។

ទោះបីជាស៊ីក្លូបង់តាឌីអែនមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច វាមានភាពអាស៊ីតមិនធម្មតាមួយនៃក្រុម អ៊ីដ្រូកាបួ (pK_a របស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនគឺ16 តែ pK_a របស់ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនគឺ 36)។ ដោយសារតែភាពអាស៊ីតរបស់វា ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនអាចត្រូវបានបម្លែងជាអាញ៉ុងរបស់វាដោយមានប្រតិកម្មជាមួយបាសខ្លាំងបង្គួរណាមួយ។ បន្ថែមនេះទៀត អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ងតាឌីអែនីលមានស្ថេរភាពមិនធម្មតា ហើយស្ប៊ិចNMR បង្ហាញថា អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំង៥ក្នុងអាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលសមមូល និងស្រូបដែនក្រោម។



ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល

ទម្រង់អរប៊ីតាល់របស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន (រូប៤.១០) បង្ហាញពីមូលហេតុដែលស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនខ្លួនវាមិន មែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។ វាមិនត្រឹមតែមានចំនួនអេឡិចត្រុងπមិនគ្រប់ វាថែមទាំងគ្មានភាពមិនដៅកន្លែងអេឡិចត្រុងπលើវង់ទាំងមូល ពីព្រោះតែភាពអ៊ីប្រ៊ីត sp^3 របស់ក្រុម-CH_2- ដែលមិនមានអរប៊ីតាល់p។



ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល

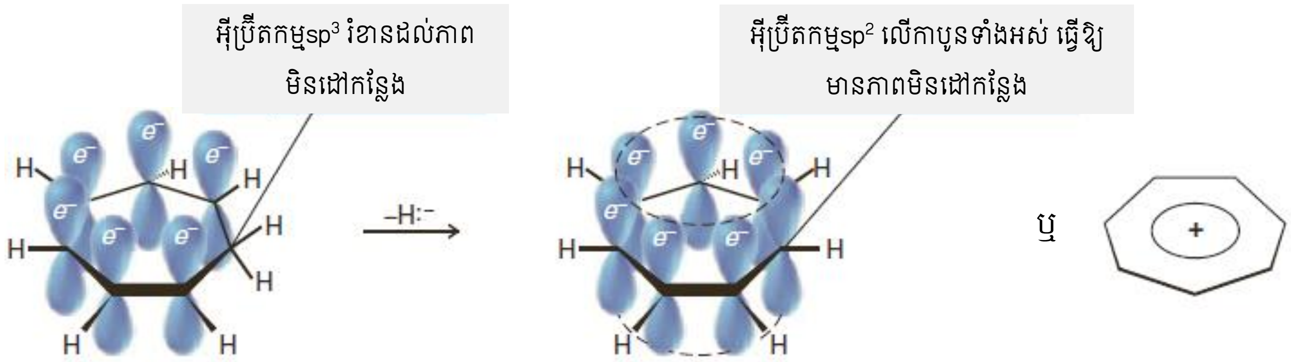
រូប១៤.១០ ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះវាមានអេឡិចត្រុងπតែ៤ ហើយភាពអ៊ីប្រ៊ីតកម្ម sp^3 រារាំងភាពមិនដៅកន្លែងលើវង់ពេញលេញ។ ការដកប្រូតុងមួយបង្កើតអាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល ដែលមានភាពអារ៉ូម៉ាទិចពីព្រោះវាមានអេឡិចត្រុងπ៦ ហើយអាតូមកាបូនទាំងអស់មានអរប៊ីតាល់pមួយ

ម៉្យាងវិញទៀត បើសិនអាតូមកាបូន-CH_2-ក្លាយជាអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 បន្ទាប់ពីវាបោះបង់ប្រូតុង (រូប១៤.១០) អេឡិចត្រុងពីរដែលនៅសល់អាចស្ថិតក្នុងអរប៊ីតាល់ p ថ្មីដែលត្រូវបានបង្កើត។ បន្ថែមនេះទៀត អរប៊ីតាល់pថ្មីនេះអាចត្រួបដណ្តប់ជាមួយអរប៊ីតាល់p ទាំងពីរសងខាង ហើយធ្វើឱ្យកើតវង់មួយមានអេឡិចត្រុងπ៦មិនដៅកន្លែង។ ដោយសារតែអេឡិចត្រុងទាំងនេះមិនដៅកន្លែង អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងអស់សមមូលគ្នា ហើយវាត្រូវគ្នា ជាមួយស្ប៉ិច NMR។ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល (រូប១៤.១១) ក៏បាន បង្ហាញអំពីរបាយស៊ីមេទ្រីនៃបន្ទុកអវិជ្ជមានក្នុងវង់ដែរ និងបង្ហាញពីភាពស៊ីមេទ្រីសរុបរបស់ទម្រង់វង។

អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលមានចំនួនអេឡិចត្រុងπ៦ គឺជាចំនួន Huckel មួយ (4n+2 , n=1)។

- ដូចនេះ អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលជាអាញ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិច ហើយភាពអាស៊ីតរបស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនធ្វើឱ្យអាញ៉ុងរបស់វាមានស្ថេរភាព។

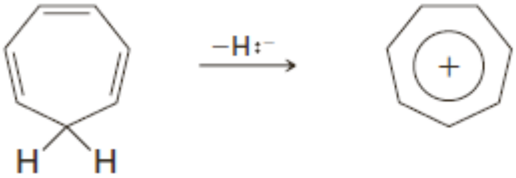
ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែន (រូប១៤.១២) (សមាសធាតុមួយដែលមានឈ្មោះថាត្រូពីលីដែន) មានអេឡិចត្រុងπ៦ ប៉ុន្តែអេឡិចត្រុងπ៦របស់ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនមិនអាចមិនដៅកន្លែងពេញលេញលើវង់ទេ ពីព្រោះតែវត្តមាននៃ ក្រុម -CH_2- ដែលគ្មានអរប៊ីតាល់ p (រូប១៤.១២)។



ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែន កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល

រូប១៤.១២ ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនមិនមែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ទោះបីវាមានអេឡិចត្រុងπ៦ក៏ដោយ ពីព្រោះវាមានកាបូន sp³ ដែលរារាំងភាពមិនដៅកន្លែងជុំវិញវង់។ ការដកអ៊ីដ្រួមួយ (H^-) ចេញបង្កើតកាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល ដែលមានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះកាបូនរបស់វាទាំងអស់មានអរប៊ីតាល់ pមួយ និងនៅតែមានអេឡិចត្រុងπ៦

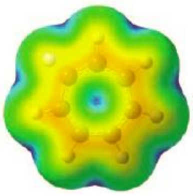
នៅពេលអិបតាទ្រីអែនត្រូវបានដាក់ជាមួយរ៉េអាក់ទីបមួយដែលអាចដកយកអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយ វាបានបម្លែងជាកាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល (ត្រូពីលីញ៉ូម)។ ការបាត់បង់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួពីស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនកើតឡើងយ៉ាងងាយស្រួល ហើយគេរកឃើញថាកាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីលមានស្ថេរភាពមិនធម្មតា។ ស្ប៊ិចNMR របស់កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីលបញ្ជាក់ថា អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំង៧របស់វាសមមូលគ្នា។ បើសិនជាយើងមើលរូប ១៤.១២ យើងនឹងឃើញអំពីរបៀបដែលយើងសង្កេតឃើញដូចនេះ។



ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែន កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល

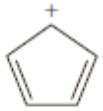
នៅពេលអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួត្រូវបានដកចេញពីក្រុម -CH_2- របស់ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែន អរប៊ីតាល់pទំនេរមួយត្រូវបានបង្កើតឡើង ហើយអាតូមកាបូនក្លាយជាអ៊ីប្រ៊ីត sp^2។ កាចុងដែលកកើតមានអរប៊ីតាល់pគ្រប់ដណ្តប់គ្នាចំនួន៧ មានអេឡិចត្រុងπ ៦មិនដៅកន្លែង។ ដូចនេះ កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនជាកាចុងអារ៉ូម៉ាទិចមួយ ហើយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់វាទាំងអស់សមមូលគ្នា នេះដូចអ្វីដែលយើងរកឃើញក្នុងពិសោធន៍។

គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល (រូប១៤.១៣) ក៏បានបង្ហាញអំពីភាពស៊ីមេទ្រីរបស់អ៊ីយ៉ុងនេះដែរ។ ប៉ុតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចពីអេឡិចត្រុងπទាក់ទងនឹងប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិចត្រូវបានកំណត់ដោយពណ៌លឿង-ទឹកក្រូច ដែលត្រូវបានរាយជុំវិញមុខខាងលើ (និងខាងក្រោម តែមិនបានបង្ហាញ) នៃគ្រោងកាបូន។ អ៊ីយ៉ុងទាំងមូលគឺវិជ្ជមាន តំបន់ដែលមានប៉ូតង់ស្យែលវិជ្ជមានធំជាងគេត្រូវបានតាង ដោយពណ៌ខៀវជុំវិញបរិមាត្ររបស់អ៊ីយ៉ុងនេះ។



រូប១៤.១៣ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់កាចុងត្រូពីលីញ៉ូម។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៤៖ ចូរប្រើវិធីពហុកោណ-រង្វង់សម្រាប់កាចុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល និងពន្យល់ថាតើវាជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ឬអត់។



កាចុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៥៖ ចូរប្រើវិធីពហុកោណ-រង្វង់សម្រាប់អាញ៉ុង និងកាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល និងពន្យល់ ថាតើពួកវាជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ឬអត់។

អាញ៉ុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល **កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៦៖ 1,3,5-ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនមានភាពអាស៊ីតតិចជាង 1,3,5-អិបតាទ្រីអែន។ ចូរពន្យល់ពីរបៀបដែលការសង្កេតពិសោធន៍អាចជួយដើម្បីបញ្ជាក់ចម្លើយរបស់អ្នកក្នុងផ្នែក(b) ក្នុងលំហាត់ខាងលើ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៧៖ នៅពេល 1,3,5-ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូម១ម៉ូលនៅ0^{0}C វារងប្រតិកម្មបូក-1,6។

a. ចូរគូរទម្រង់របស់ផលិតផលនេះ។
b. ដោយកម្ដៅ ផលិតផលប្រតិកម្មបូក-1,6នេះបោះបង់ HBr បង្កើតសមាសធាតុមួយដែលមានរូបមន្ត ម៉ូលេគុល C_7H_7Br ហៅថា*ត្រូពីលីញ៉ូមប្រូមួ*។ ត្រូពីលីញ៉ូមប្រូមួមិនរលាយក្នុងជាតុរំលាយមិនប៉ូលែ ប៉ុន្តែវារលាយក្នុងទឹក វាមានចំណុចរលាយខ្ពស់ (mp = 203^{0}C) ហើយនៅពេលគេដាក់ជាមួយប្រាក់នីត្រាត សូលុយស្យុងត្រូពីលីញ៉ូមប្រូមួបង្កើតកករAgBr។ តើលទ្ធផលពិសោធន៍ទាំងនេះ បញ្ជាក់ពីអ្វីនៃការចងសម្ព័ន្ធក្នុងត្រូពីលីញ៉ូមប្រូមួ?

៧.៥ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច និងមិនអារ៉ូម៉ាទិច

- សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមានអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែងលើវង់ទាំងមូល ហើយវាត្រូវបានបន្សាប់ ដោយភាពមិនដៅកន្លែងរបស់អេឡិចត្រុងπ។

ដូចដែលយើងបានឃើញរួចហើយ មធ្យោបាយល្អមួយដើម្បីកំណត់ថាអេឡិចត្រុងπរបស់ប្រព័ន្ធវង់មួយមិនដៅកន្លែងឬអង់ គឺប្រើបច្ចេកទេសស្បិច NMR។ វាផ្ដល់ជាភស្តុតាងរូបថាតើអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែងឬ អត់។

ប៉ុន្តែតើមានន័យយ៉ាងម៉េច បើយើងនិយាយថាសមាសធាតុមួយត្រូវបានបន្សាប់ដោយភាពមិនដៅកន្លែងនៃអេឡិចត្រុងπ? យើងមានគំនិតអំពីអ្វីអត្ថន័យនេះ ពីការប្រៀបធៀបកម្ដៅនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មរបស់បង់សែន និងកម្ដៅដែលបានពីការគណនាពី 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន។ យើងឃើញថា បង់សែនមានអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែង មានស្ថេរភាពខ្លាំងជាង 1,3,5-ស៊ីក្លូអិចសាទ្រីអែន (គំរូមួយដែលអេឡិចត្រុងπ ដៅកន្លែង)។ យើងហៅភាពខុសគ្នានៃថាមពលរវាងពួកវាថា ថាមពលរេសូណង់ (ថាមពលភាពមិនដៅកន្លែង) ឬថាមពលបន្សាប់កម្ម។

ដើម្បីធ្វើការប្រៀបធៀបស្រដៀងគ្នាចំពោះសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចផ្សេងទៀត យើងត្រូវជ្រើសរើសគំរូត្រឹមត្រូវ។ ប៉ុន្តែតើគំរូទាំងនេះជាគំរូយ៉ាងម៉េច?

មធ្យោបាយមួយដើម្បីវាយតម្លៃថា សមាសធាតុស៊ីគ្លីចមួយត្រូវបានបន្សាប់ដោយភាពមិនដៅកន្លែងនៃអេឡិចត្រុងπ ទូទាំងវង់វាឬអត់ គឺយើងត្រូវប្រៀបវាជាមួយសមាសធាតុខ្សែបើកដែលមានចំនួនអេឡិចត្រុងπ ដូចគ្នា។ វិធីសាស្ត្រនេះមានប្រយោជន៍ណាស់ ពីព្រោះវាមិនត្រឹមតែផ្តល់ឱ្យយើងនូវគំរូរបស់ពួកអានុយទ្បែនប៉ុណ្ណោះទេ ថែមទាំងគំរូរបស់កាចុង និងអាញ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិចផងដែរ (គេត្រូវធ្វើការកែតម្រូវ នៅពេលប្រព័ន្ធវង់ត្រូវបានរមួល)។

ដើម្បីប្រើវិធីសាស្ត្រនេះ យើងអនុលោមន័នូវជំហានខាងក្រោម៖

១. យើងគូរគំរូរបស់យើងជាខ្សែលីនេអ៊ែរនៃអាតូមអ៊ីប្រ៊ីត sp^2 ដែលមានចំនួនអេឡិចត្រុងπដូចសមាស ធាតុវង់របស់យើង។

២. បន្ទាប់មក យើងដកអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយចេញពីចុងខ្សែទាំងពីរ ហើយផ្គុំចុងទាំងពីរជាវង់មួយ។

- បើសិនជាពឹងផ្អែកលើការគណនា ឬពិសោធន៍ វង់មានថាមពលអេឡិចត្រុងπទាបជាងនោះសមាសធាតុវង់ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។
- បើសិនជាវង់ និងខ្សែបើកមានថាមពលអេឡិចត្រុងπដូចគ្នា នោះវង់ជាសមាសធាតុមិនអារ៉ូម៉ាទិច។
- បើសិនជាវង់មានថាមពលអេឡិចត្រុងπធំជាងខ្សែបើក នោះសមាសធាតុវង់របស់យើងជាសមាសធាតុអង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច។

ការគណនា និងការពិសោធន៍ពិតប្រាកដដែលត្រូវបានប្រើក្នុងការកំណត់ថាមពលអេឡិចត្រុងπមិនត្រូវ បានបង្ហាញទេ ប៉ុន្តែយើងអាចសិក្សាឧទាហរណ៍បួនដែលបង្ហាញពីរបៀបដែលវិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានប្រើ៖

❖ **ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន ៖** ចំពោះស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន យើងពិចារណាលើបម្រែបម្រួលថាមពលអេឡិចត្រុងπ នៃការបម្លែងជាសម្មតិកម្មខាងក្រោម៖

1,3-ប៊ុយតាឌីអែន **ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន**

៤ អេឡិចត្រុងπ **៤អេឡិចត្រុងπ (អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច)**

ការគណនាកំណត់ ហើយការពិសោធន៍បង្ហាញដើម្បីបញ្ជាក់ថា ថាមពលអេឡិចត្រុងπរបស់ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែនខ្ពស់ជាងដៃគូខ្សែបើករបស់វា។ ដូចនេះ ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែនជាសមាសធាតុអង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច។

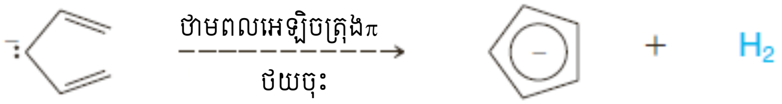
❖ **បង់សែន៖** ពេលនេះការប្រៀបធៀបរបស់យើងអាស្រ័យលើការបម្លែងខាងក្រោម៖

1,3,5-អិចសាទ្រីអែន **បង់សែន**

៦ អេឡិចត្រុងπ **៦អេឡិចត្រុងπ (អារ៉ូម៉ាទិច)**

ការគណនា និងការពិសោធន៍បញ្ជាក់ថា បង់សែនមានថាមពលអេឡិចត្រុងπទាបជាង 1,3,5-អិចសាទ្រីអែន។ បង់សែនត្រូវបានគេចាត់ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច អាស្រ័យលើការប្រៀបធៀបនេះផងដែរ។

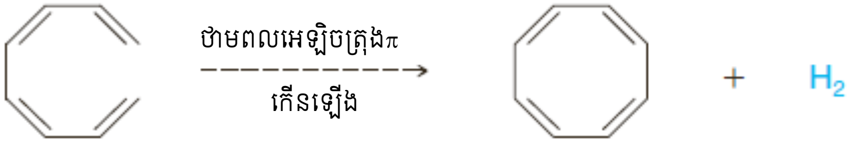
❖ **អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល៖** ពេលនេះយើងប្រើអាញ៉ុងលីនេអ៊ែរមួយសម្រាប់ការបម្លែងរបស់យើង៖



៦ អេឡិចត្រុងπ **អាញ៉ុងស៊ីក្លូបង់តាឌីអែនីល**
៦អេឡិចត្រុងπ (អារ៉ូម៉ាទិច)

ទាំងការគណនា និងការពិសោធន៍បញ្ជាក់ថាអាញ៉ុងស៊ីគ្លិចមានថាមពលអេឡិចត្រុងπទាបជាងដៃគូខ្សែបើករបស់វា។ ដូចនេះ អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។

❖ **ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន៖** ចំពោះស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន យើងពិចារណាលើការបម្លែងខាងក្រោម៖



៨ អេឡិចត្រុងπ **ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន (ប្លង់សន្មត់)**
៨អេឡិចត្រុងπ (អង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច)

ពេលនេះការគណនា និងការពិសោធបញ្ជាក់ថា ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនប្លង់មួយអាចមានថាមពលអេឡិចត្រុងπខ្ពស់ជាងអុកតាតេត្រាអែនខ្សែបើក។ ដូចនេះ ទម្រង់ប្លង់មួយរបស់ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែន (បើសិនជាមាន) នឹងអាចជាអង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច។ ដូចដែលយើងឃើញថ្មីៗ ស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនមិនមែនជាប្លង់ និងមានលក្ខណៈប៉ូលីអែនស៊ីគ្លិចធម្មតា។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៨៖ កាចុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីលជាសមាសធាតុអង់ទីអារ៉ូម៉ាទិច។ ចូរពន្យល់មូលហេតុនេះ តាមថាមពលអេឡិចត្រុងπរបស់វង់សមាសធាតុវង់មួយ និងសមាសធាតុខ្សែបើកមួយ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.៩៖ ក្នុងឆ្នាំ១៩៦៧ R. Breslow (នៃសាកលវិទ្យាល័យកូឡុំប៊ី) និងសហការីបានបង្ហាញថា ការបូក$SbCl_5$ ទៅក្នុងសូលុយស្យុងនៃ 3-ក្លរ៉ូស៊ីក្លូប្រូប៉ែនក្នុង CH_2Cl_2 បង្កើតជាកករអង្គធាតុរឹងពណ៌សមួយ ដែលមានភាគផ្សំ $C_3H_3^+SbCl_6^-$ ។ ស្បិចត្រូស្កូពីNMR របស់សូលុយស្យុងមួយនៃអំបិលនេះបង្ហាញថាអាតូម អ៊ីដ្រូសែនទាំងអស់សមមូលគ្នា។

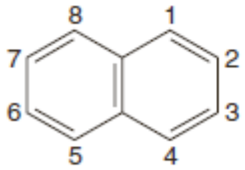
a. តើអ៊ីយ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិចថ្មីណាដែលអ្នកស្រាវជ្រាវទង្វើ?

b. តើមានស៊ិញ៉ាល់ ^{13}C NMR ប៉ុន្មានដែលអ្នករំពឹងថាអ៊ីយ៉ុងនេះមាន?

៨. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចផ្សេងទៀត

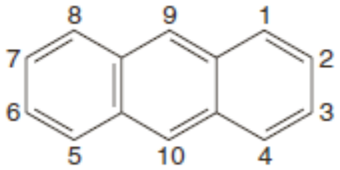
៨.១ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចបង់សូអ៊ីត

បន្ថែមលើសមាសធាតុដែលយើងបានឃើញកន្លងមក មានឧទាហរណ៍ជាច្រើនផ្សេងទៀតនៃសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។ តំណាងនៃក្រុមធំមួយនៃសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចបង់សែណូអ៊ីត (benzenoid aromatic compounds) ត្រូវបានគេហៅថា **អ៊ីដ្រូកាបូអារ៉ូម៉ាទិចប៉ូលីស៊ីគ្លិច** (polycyclic aromatic hydrocarbon, PAH) ត្រូវ បានបង្ហាញក្នុងរូប១៤.១៤។



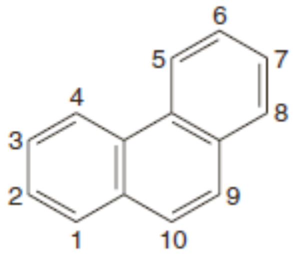
ណាប់ផ្តាឡែន

$C_{10}H_8$



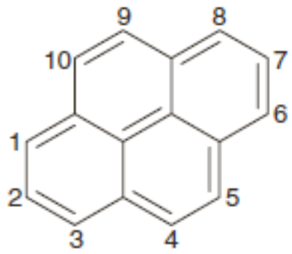
អង់ត្រាសែន

$C_{14}H_{10}$



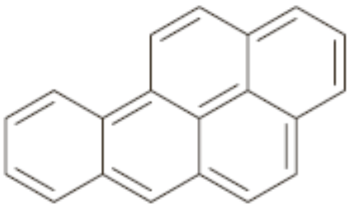
ផេណង់ត្រែន

$C_{14}H_{10}$



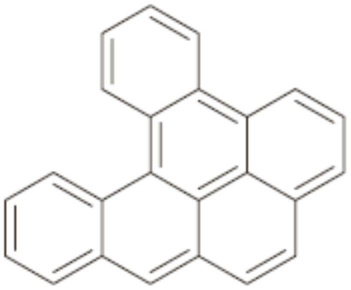
ពីរ៉ែន

$C_{16}H_{10}$



បង់សូ [a] ពីរ៉ែន

$C_{20}H_{12}$

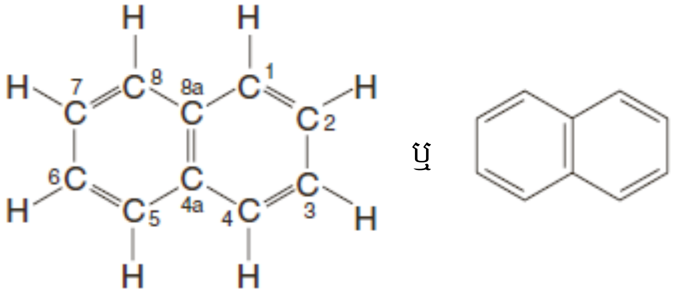


ឌីបង់សូ [a,l]ពីរ៉ែន

$C_{24}H_{14}$

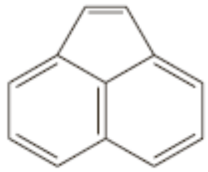
- អ៊ីដ្រូកាបួអារ៉ូម៉ាទិចប៉ូលីស៊ីគ្លិចបង់សែណូអ៊ីតមានម៉ូលេគុលដែលមានវង់បង់សែនពីរ ឬច្រើនរលាយចូលគ្នា។

អាស្រ័យលើទ្រឹស្តីរេសូណង់ ម៉ូលេគុលគុលមួយនៃណាប់ផ្តាឡែនអាចត្រូវបានចាត់ទុកជាអ៊ីប្រ៊ីតមួយនៃទម្រង់ Kekulé បី។ ទម្រង់Kekuléមួយ ដែលមានសារសំខាន់ជាងគេ ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៤.១៥។ មានអាតូមកាបូនបួនពីរក្នុងណាប់ផ្តាឡែន (C4a និងC8a) ដែលជាចំណុចរួមរបស់វង់ទាំងពីរ។ អាតូមកាបូនពីរនេះ ត្រូវនិយាយថាជាចំណុចរួមមួយនៃ**ការរលាយវង់**។ ពួកវាភ្ជាប់សម្ព័ន្ធទាំងអស់របស់វាទៅកាន់អាតូមកាបូនផ្សេង ទៀត ហើយវាមិនចងជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែនទេ។



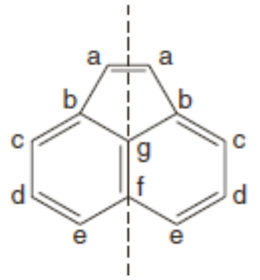
រូប១៤.១៥ ទម្រង់ Kekuléមួយរបស់ណាប់ផ្តាឡែន

<u>លំហាត់ឧទាហរណ៍</u>៖ តើមានស៊ិញ៉ាល់ ^{13}CNMR ប៉ុន្មានដែលអ្នករំពឹងថាបង្កើតបានពីអាសេណាប់ផ្តាឡែន?



អាសេណាប់ផ្តាឡែន

យុទ្ធសាស្ត្រ និងចម្លើយ៖ អាសេណាប់ផ្តាឡែនមានប្លង់ស៊ីមេទ្រីមួយដែលធ្វើឱ្យអាតូមកាបូន៥នៅខាងឆ្វេង (a – e នៅខាងស្តាំ) សមមូលគ្នាជាមួយអាតូមកាបូននៅខាងស្តាំ។ អាតូមកាបូន f និង g ជាអាតូមកាបូនខុសគេ។ ដូចនេះ អាសេណាប់ផ្តាឡែនអាចឱ្យស៊ិញ៉ាល់ ^{13}C MNR ចំនួន៧។



លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១០៖ តើមានស៊ិញ៉ាល់ ^{13}CNMR ប៉ុន្មានដែលអ្នករំពឹងថាបានមកពី៖

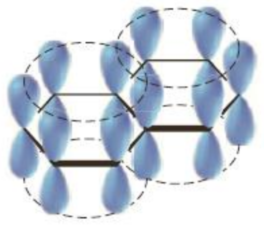
a. ណាប់ផ្តាឡែន

b. អង់ត្រាសែន

c. ផេណង់ត្រាសែន

d. ពីរ៉ែន

ការគណនាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលរបស់ណាប់ផ្តាឡែនចាប់ផ្តើមតាមគំរូដែលបង្ហាញក្នុងរូប១៤.១៦។ អរប៊ីតាល់ p គ្របដណ្តប់ជុំវិញបរិមាត្រវង់ទាំងពីរ និងតាមចំណុចរលាយចូលគ្នារបស់វង់។

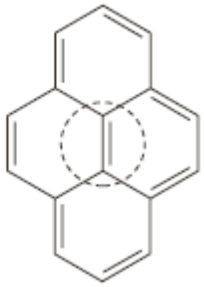


រូប១៤.១៦ អរប៊ីតាល់p របស់ណាប់ផ្តាឡែន

នៅពេលការគណនាអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលមួយត្រូវបានធ្វើឡើងចំពោះណាប់ផ្តាឡែន ដោយប្រើគំរូដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប១៤.១៦ លទ្ធផលនៃការគណនានេះទាក់ទងនឹងចំណេះដឹងពិសោធន៍នៃណាប់ផ្តាឡែននៃណាប់ផ្តាឡែនផងដែរ។ ការគណនាបញ្ជាក់ថា ភាពមិនដៅកន្លែងរបស់អេឡិចត្រុងπ ចំនួន១០ លើវង់ទាំងពីរបង្កើតទម្រង់មួយដែលមានថាមពលទាបជាងថាមពលគណនាពីទម្រង់Kekuléមួយ។ ដូចនេះណាប់ផ្តាឡែនមានថាមពលរេសូណង់មួយ។ បន្ថែមនេះទៀត អាស្រ័យលើអ្វីដែលយើងដឹងពីបង់សែន ទំនោររបស់ណាប់ផ្តាឡែនក្នុងការធ្វើប្រតិកម្មជំនួសខ្លាំងជាងប្រតិកម្មបូក ហើយវាបង្ហាញលក្ខណៈផ្សេងទៀតដែលមានជាមួយសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។

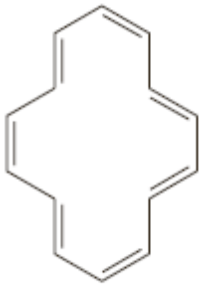
អង់ត្រាសែន និងផេណង់ត្រែន (រូប១៤.១៤) ជាអ៊ីសូមែរនឹងគ្នា។ ក្នុងអង់ត្រាសែន វង់បីត្រូវបានរលាយចូលគ្នាតាមផ្លូវលីនេអ៊ែរមួយ ហើយក្នុងផេណង់ត្រែន ពួកវារលាយចូលគ្នាបង្កើតជាម៉ូលេគុលរាងមុំមួយ។ ម៉ូលេគុលទាំងពីរក៏បានបង្ហាញថាមពលរេសូណង់ធំ និងមានលក្ខណៈគីមីជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។

ពីរ៉ែន(រូប១៤.១៧)ក៏ជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចដែរ។ ពីរ៉ែនត្រូវបានគេស្គាល់ជាយូរណាស់មកហើយ។ ប៉ុន្តែស្រលាយរបស់ពីរ៉ែនក្លាយជាប្រធានបទស្រាវជ្រាវដែលបង្ហាញនូវការអនុវត្តមួយទៀតរបស់ច្បាប់Huckel។

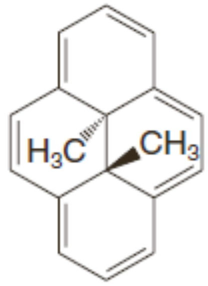


រូប១៤.១៧ ទម្រង់ Kekulé មួយរបស់ពីរ៉ែន

ដើម្បីយល់អំពីការស្រាវជ្រាវនេះ យើងត្រូវយកចិត្តទុកដាក់លើទម្រង់Kekuléរបស់ពីរ៉ែន (រូប ១៤.១៧)។ ចំនួនសរុបនៃអេឡិចត្រុងπក្នុងពីរ៉ែនគឺ១៦ (សម្ព័ន្ធពីរជាន់=៨)។ លេខ ១៦ជាលេខ Huckel មួយ ប៉ុន្តែ **ច្បាប់ Huckel មានបំណងអនុវត្តតែលើសមាសធាតុម៉ូណូស៊ីគ្លិចប៉ុណ្ណោះ** ហើយពីរ៉ែនជាសមាសធាតុតេត្រាវង់ ច្បាស់ ណាស់។ ប៉ុន្តែ បើយើងមិនគិតពីសម្ព័ន្ធពីរជាន់ខាងក្នុងរបស់ពីរ៉ែន ហើយមើលតែលើបរិមាត្រ យើងឃើញថា បរិមាត្រ នេះគឺជាវង់ប្លង់មួយដែលមានអេឡិចត្រុងπ ១៤។ ជាការពិតណាស់ បរិមាត្រវង់នេះស្រដៀងគ្នាទៅ នឹងអានុយឡែន[14]ណាស់។ លេខ១៤ជាលេខ Huckel មួយ (4n+2, n=3) ហើយគេអាចប៉ាន់ស្មានថាបរិមាត្ររបស់ពីរ៉ែនអាចមានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច បើសិនជាមិនមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុងនេះទេ។



អានុយឡែន[14]



ត្រង់ស្ស-15,16-ឌីមេទីលឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ែន

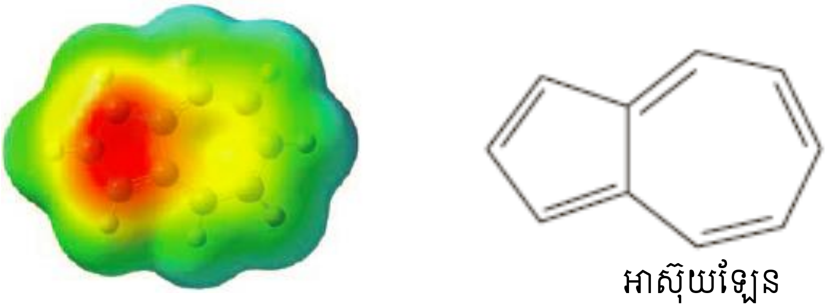
ការប៉ាន់ស្មាននេះត្រូវបានបញ្ជាក់នៅពេល V. Boeklheide (សាកលវិទ្យាល័យ Oregon) បានសំយោគត្រង់ស្ស-15,16-ឌីមេទីលឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ែន ហើយបានបង្ហាញថា វាជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១១៖ បន្ថែមលើស៊ិញ៉ាល់ដែនក្រោម ស្ប៊ិច ^{1}HNMR របស់ត្រង់ស្ស-15,16-ឌីមេទីលឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ែនមានស៊ិញ៉ាល់ដែនលើមួយ ត្រង់ δ= 4.2។ ចូរពន្យល់អំពីវត្តមាននៃស៊ិញ៉ាល់ដែនលើនេះ។

៨.២ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមិនបង់សែនណូអ៊ីត

ណាប់ផ្តាឡែន ផេណង់ត្រែន និងអង់ត្រាសែនជាឧទាហរណ៍នៃសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចបង់សែនណូអ៊ីត តែអាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល ត្រង់ស្ស-15,16-ឌីមេទីលឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ែន និងអានុយឡែនអារ៉ូម៉ាទិច (លើកលែងអានុយឡែន[6]) ត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជា**សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមិនបង់សែនណូអ៊ីត** (nonbenzenoid aromatic compounds)។

ឧទាហរណ៍មួយទៀតនៃអ៊ីដ្រូកាបួអារ៉ូម៉ាទិចមិនបង់សែណូអ៊ីតគឺសមាសធាតុអាស៊ុយឡែន (azulene) អាស៊ុយឡែនមានថាមពលរេសូណង់205 kJ mol^{-1} ។ មានការញែកបន្ទុករវាងវង់ក្នុងអាស៊ុយឡែនដែលត្រូវ បានកំណត់ថដោយគំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អាស៊ុយឡែនក្នុងរូប១៤.១៨។ កត្តាដែលទាក់ទង នឹងភាពអារ៉ូម៉ាទិច គឺអាស្រ័យលើបរិមាត្រវង់អាស៊ុយឡែន (មើលលំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១២)។

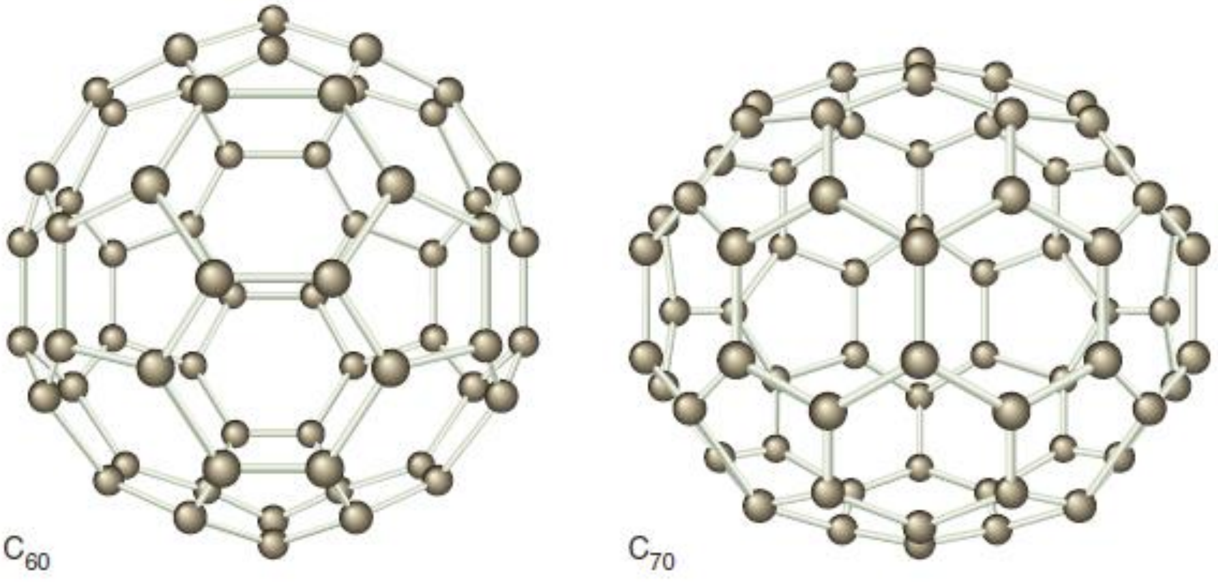


រូប១៤.១៨ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចគណនារបស់អាស៊ុយឡែន

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១២៖ អាស៊ុយឡែនមានឌីប៉ូលម៉ូម៉ង់មួយ។ ចូរគូរទម្រង់រេសូណង់របស់អាស៊ុយឡែន ដែលពន្យល់អំពីឌីប៉ូលម៉ូម៉ង់នេះ ហើយដែលជួយពន្យល់ពីភាពអារ៉ូម៉ាទិចរបស់វា។

៨.៣ ភុយឡឺរ៉ែន

ក្នុងឆ្នាំ១៩៩០ W. Kratschmer (វិទ្យាស្ថាន Mak Planck, Heidelberg), D. Huffman (សាកលវិទ្យាល័យ Arizona) និងសហការីរបស់ពួកគាត់បានបរិយាយការសំយោគដំបូងនៃ C_{60} ដែលជាម៉ូលេគុលមួយមានរាងដូច បាល់ទាត់ ហើយគេហៅវាថា បាក់មិនស្ទ័រភុយឡឺរ៉ែន (buckminsterfullerene)។ ដោយទទួលបានពីការដុត កម្ដៅក្រាភីតក្នុងបរិយាកាសនិចល C_{60} គឺជាសមាជិកថ្មីមួយនៃក្រុមថ្មីនៃសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច ហៅថា **ភុយឡឺរ៉ែន** (fullerene)។ ភុយឡឺរ៉ែនជាម៉ូលេគុលដូចទ្រុងមានធរណីមាត្រដូចពហុកោណជ្រុង៦០ ឬដោម ដែលត្រូវបានគេហៅឈ្មោះ បន្ទាប់ពី ស្ថាបត្យករ Buckminster Fuller ល្បីល្បាញលើការបង្កើតទម្រង់ដោម របស់គាត់។ ទម្រង់របស់ C_{60} និងវត្តមានរបស់វាត្រូវបានពុម្ពផ្សាយ៥ឆ្នាំកន្លងមកនេះ ដោយ H.W.Kroto (សាកលវិទ្យាល័យ Sussex) R. E. Smalley និង R. F. Curl (សាកលវិទ្យាល័យ Rice) និងសហការីរបស់ ពួកគាត់។ Kroto, Curl, និង Smalley (ទទួលបានរង្វាន់ណូបែលក្នុងឆ្នាំ១៩៩៦) បានរកឃើញទាំង C_{60} និង C_{70} (រូប១៤.១៩) ជាភាគផ្សំស្ថេរភាពខ្ពស់របស់ល្បាយនៃបណ្ដុំកាបូនដែលបង្កើតក្រាភីតបង្ហួតដោយឡាស៊ែរ។ តាំងពីឆ្នាំ១៩៩០ អ្នកគីមីបានសំយោគសមាសធាតុភុយឡឺរ៉ែនទាបជាង និងខ្ពស់ជាងជាច្រើន ហើយ បានចាប់ ផ្ដើមស្រាវជ្រាវលក្ខណៈគីមីរបស់ពួកវា។



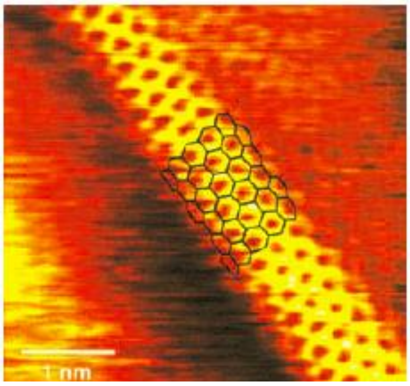
រូប១៤.១៩ ទម្រង់របស់ C_{60} និង C_{70}

ដូចគ្នាទៅនឹងដូមមួយដែរ កុយឡឺរ៉ែនមួយកើតឡើងពីបណ្តាញមួយនៃបញ្ចកោណ និងឆកោណ។ មាន រាងស្ទើរតែជាស្វ៊ែរមួយ កុយឡឺរ៉ែនត្រូវតែមានមុខ៥អាតូមចំនួន១២ ប៉ុន្តែចំនួនមុខ៦អាតូមអាចខុសគ្នាឆ្ងាយ។ ទម្រង់C_{60} មានមុខឆកោណចំនួន២០ ឯទម្រង់C_{70} មានមុខឆកោណ២៥។ អាតូមកាបូននីមួយៗរបស់កុយឡឺ រ៉ែនជាអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 និងបង្កើតសម្ព័ន្ធ៣ទៅអាតូមកាបូនបីផ្សេងទៀត។ អេឡិចត្រុងដែលនៅសល់លើកាបូន នីមួយៗត្រូវរាយប៉ាយ (មិនដៅកន្លែង) ក្នុងប្រព័ន្ធមួយនៃអរបីតាល់ម៉ូលេគុលទាំងមូលដែលធ្វើឱ្យវាមាន លក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច។

គីមីវិទ្យានៃកុយឡឺរ៉ែនត្រូវបានគេបង្ហាញថាមានភាពអស្ចារ្យជាងការសំយោគរបស់វា។ កុយឡឺរ៉ែនមានកម្រិតចំណូលអេឡិចត្រុងខ្ពស់ និងងាយទទួលយកអេឡិចត្រុងពីលោហៈអាល់កាឡាំងដើម្បីបង្កើតផាសលោហៈថ្មីមួយ គេហៅថាអំបិលបាក់គួ (buckide salt)។ អំបិលប្រភេទនេះ ដូចជា K_3C_{60} គឺជាក្រាមលោហៈមានស្ថេរភាពមួយ ដែលមានទម្រង់គូបមណ្ឌលផ្ទៃមុខ (face-centerd-cubic structure) នៃបាល់បាក់ឃី (bucky balls) ដែលអ៊ីយ៉ុងប៉ូតាស្យូមមួយស្ថិតចន្លោះគូបនីមួយៗ វាក្លាយសារជាតុចម្លងអគ្គីសនីយ៉ាងអស្ចារ្យនៅពេល គេបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពមកក្រោម18K។ គេបានសំយោគកុយឡឺរ៉ែនដែលមានអាតូមលោះហៈខាងក្នុងទ្រុង អាតូមកាបូនរបស់វាដែរ។

គីមីវិទ្យានៃបំពង់ណាណូ (Nanotubes)

បំពង់ណាណូជាថ្នាក់នៃសារជាតុកាបូនថ្មីមួយដែលទាក់ទងនឹងបាក់មិនស្ទ័រកុយឡឺរ៉ែន។ បំពង់ ណាណូមួយជាទម្រង់មួយដែលមើលទៅដូចជាវាត្រូវបានបង្កើត ដោយការមូរបន្ទះកាបូនក្រាភីត (បណ្តាញសំប៉ែតមួយនៃវង់បង់សែន ស្រដៀងគ្នានឹងខ្សែលួស) ទៅជារាងមួយដូចបំពង់ដែលចុកចុងសងខាងដោយ បាល់បាក់ឃីមួយចំហៀង។ បំពង់ណាណូរឹងខ្លាំង ប្រហែល១០០ដងខ្លាំងជាងដែកថែប។ ក្រៅពីភាពរឹងមាំរបស់វា បំពង់ណាណូខ្លះត្រូវបានគេប្រើឱ្យមានអំពើជាឧបករណ៍ចម្លងអគ្គីសនី ឬសឺមីកុងដាក់ទ័រ អាស្រ័យលើទម្រង់ជាក់លាក់របស់ពួក



បណ្តាញវង់បង់សែនមួយដែលគូសម្គាល់ ដោយពណ៌ខ្មៅ លើរូបភាពមីក្រូទស្សន៍ STM (scanning tunnelling microscope) ជាជញ្ជាំងរបស់បំពង់ណាណូមួយ

(Probe tips)សម្រាប់ការវិភាគ DNA ឬប្រូតេអ៊ីនដោយមីក្រូទស្សន៍កម្លាំងអាតូម (atomic force microscopy [AFM])។ ពួកវាក៏មានបម្រើបម្រាស់ជាច្រើនទៀតផងដែរ ដូចជាប្រើជាបំពង់តេស្តទំហំម៉ូលេគុល ឬជាគ្រាប់សម្រាប់ផ្ទុកឱសថ។

៩. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច

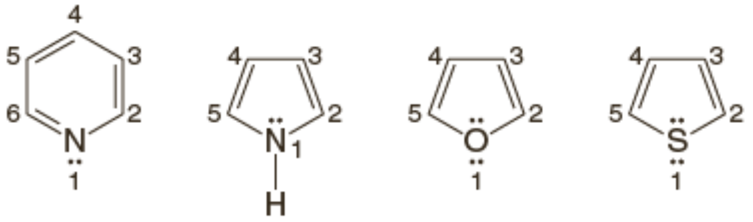
ស្ទើរតែគ្រប់ម៉ូលេគុលស៊ីគ្លិចទាំងអស់ដែលយើងបានសិក្សាកន្លងមក កកើតពីវង់ដែលមានតែអាតូមកាបូនតែប៉ុណ្ណោះ។ ប៉ុន្តែ ក្នុងសមាសធាតុស៊ីគ្លិចមួយចំនួន ធាតុមួយក្រៅពីកាបូនអាចមានវត្តមានក្នុងវង់នោះ។

- សមាសធាតុស៊ីគ្លិចដែលមានធាតុមួយផ្សេងពីកាបូនត្រូវបានគេហៅថា**សមាសធាតុអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច** (heterocyclic compounds)។

ម៉ូលេគុលអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចត្រូវបានគេជួបប្រទះក្នុងធម្មជាតិ។ ដោយសារមូលហេតុនេះ និងដោយសារតែម៉ូលេគុលខ្លះជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច យើងនឹងបរិយាយឧទាហរណ៍ខ្លះអំពី**សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច** (heterocyclic aromatic compounds)។

សមាសធាតុអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចមានអាសូត អុកស៊ីសែន ឬស្ពាន់ធ័រជាសមាសធាតុដែលសំខាន់ជាងគេ។ ឧទាហរណ៍៤សំខាន់ត្រូវបានគេឱ្យក្នុងទម្រង់Kekuléរបស់ពួកវា។*សមាសធាតុទាំងបួននេះជាសមាសធាតុ អារ៉ូម៉ាទិចៈ*

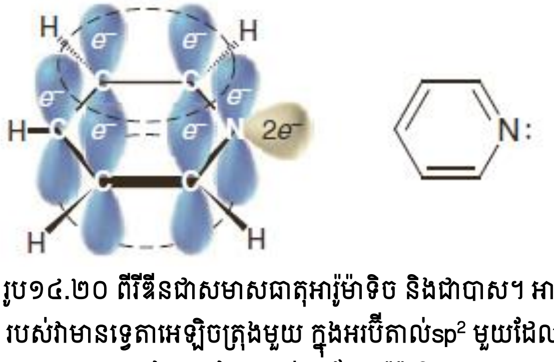
- ពីរីឌីនមានទំនាក់ទំនងអេឡិចត្រុងទៅនឹងបង់សែន
- ពីរ៉ុល ផ្វ៉ាន និងត្យូផែនទាក់ទងទៅនឹងអាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល



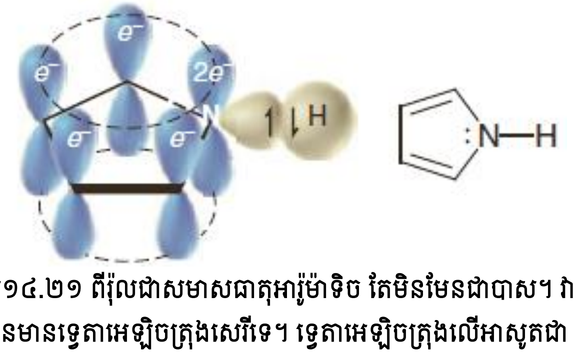
ពីរីឌីន **ពីរ៉ុល** **ផ្វ៉ាន** **ត្យូផែន**

អាតូមអាសូតក្នុងម៉ូលេគុលពីរីឌីន និងពីរ៉ុលជាអាតូមអ៊ីប្រ៊ីត sp^2។ ក្នុងពីរីឌីន (រូប១៤.២០) អាសូត sp^2 ឱ្យអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធមួយទៅប្រព័ន្ធπ។ រួមគ្នាជាមួយអេឡិចត្រុងមួយៗពីអាតូមកាបូន៥ អេឡិចត្រុងនេះឱ្យពីរីឌីននូវទម្រង់សិចតេត(sextet)មួយដូចបង់សែន។ អេឡិចត្រុងត្រុងមិនសម្ព័ន្ធពីរបស់អាសូតនៃពីរីឌីនស្ថិតក្នុងអរបីតាល់sp^2មួយដែលស្ថិតក្នុងប្លង់ដូចគ្នានឹងអាតូមរបស់វង់។ អរបីតាល់sp^2នេះមិនបានត្រួតដណ្តប់ជាមួយអរបីតាល់p របស់វង់ទេ (ដូចនេះ គេនិយាយថា វាជាអរតូកូណាល់នៃអរបីតាល់pទាំងនេះ)។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីលើអាសូតមិនមែនជាផ្នែករបស់ប្រព័ន្ធπទេ ហើយអេឡិចត្រុងហើយទាំងនេះធ្វើឱ្យពីរីឌីនមានលក្ខណៈជាបាសខ្សោយមួយ។

ក្នុងពីរ៉ុល (រូប១៤.២១)អេឡិចត្រុងត្រូវបានតម្រៀបខុសគ្នាពីពីរីឌីន។ ដោយសារតែមានអេឡិចត្រុង π តែ៤ ដែលបានមកពីអាតូមកាបូនរបស់វង់ពីរ៉ុល អាសូតអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ត្រូវតែរួមចំណែកនូវ២អេឡិចត្រុងដើម្បីទទួលបានភាពសិចតេអារ៉ូម៉ាទិចមួយ។ ដោយសារតែអេឡិចត្រុងទាំងនេះជាផ្នែកមួយរបស់សិចតេតអារ៉ូម៉ាទិច ពួកវាមិនអាចផ្តល់ទៅឱ្យប្រូតុងមួយទេ។ ដូចនេះ ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ពីរ៉ុលមិនមែនជាបាសទេ។



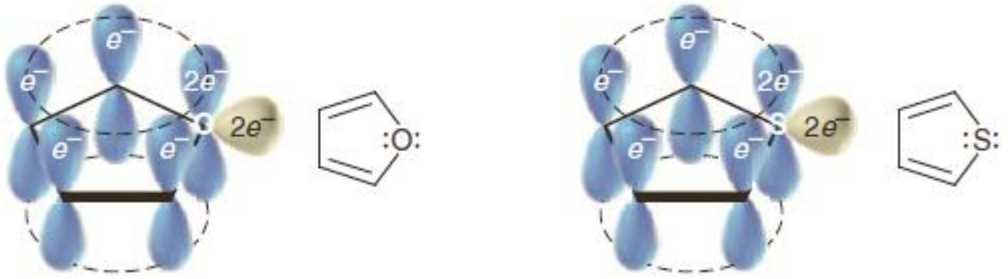
រូប១៤.២០ ពីរីឌីនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច និងជាបាស។ អាសូតរបស់វាមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយ ក្នុងអរបីតាល់sp^2 មួយដែលមិនមែនជាផ្នែករបស់ប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិច



រូប១៤.២១ ពីរ៉ុលជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច តែមិនមែនជាបាស។ វាមិនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីទេ។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងលើអាសូតជាផ្នែកនៃប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិច

ផ្វ៉ាន និងត្យូផែនមានទម្រង់ស្រដៀងគ្នាទៅនឹងពីរ៉ុលណាស់។ អាតូមអុកស៊ីសែនក្នុងផ្វ៉ាន និងអាតូម

ស្ពាន់ធ័រក្នុងត្យូផែនមានភាពអ៊ីប្រ៊ីតsp^2។ ក្នុងសមាសធាតុទាំងពីរ អរប៊ីតាល់p របស់អេតេរ៉ូអាតូមឱ្យ២អេឡិចត្រុងទៅប្រព័ន្ធπ។ អាតូមអុកស៊ីសែនរបស់ផ្លូ៉ាន និងអាតូមស្ពាន់ធ័ររបស់ត្យូផែនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីមួយក្នុងអរប៊ីតាល់sp^2 (រូប១៤.២២) ដែលអរតូកូណាល់ជាមួយប្រព័ន្ធπ។



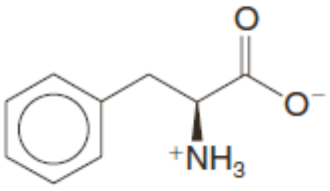
ផ្លូ៉ាន ត្យូផែន

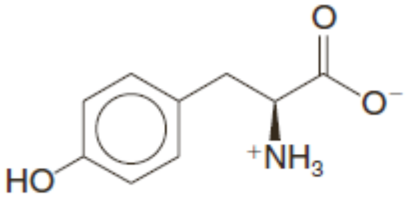
រូប១៤.២២ ផ្លូ៉ាន និងត្យូផែនជាសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច។ ក្នុងករណីនីមួយៗ អេតេរ៉ូអាតូមឱ្យទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយទៅប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិច ប៉ុន្តែអាតូមនីមួយៗក៏មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីក្នុងអរប៊ីតាល់ sp^2 ដែលមិនមែនជាផ្នែករបស់ប្រព័ន្ធπទេ

១០. សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចក្នុងគីមីជីវ:

សមាសធាតុដែលមានវង់អារ៉ូម៉ាទិចមានតួនាទីសំខាន់ៗជាច្រើនក្នុងប្រតិកម្មដែលកើតឡើងក្នុងប្រព័ន្ធភាវរស។ យើងមិនអាចសិក្សាបរិយាយពួកវាក្នុងមេរៀននេះទាំងអស់ទេ។ យើងគ្រាន់តែលើកឧទាហរណ៍ខ្លះប៉ុណ្ណោះ។

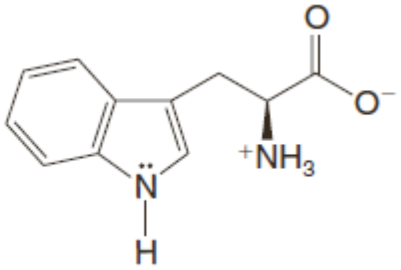
អាស៊ីតអាមីនេ (amino acids) ពីរដែលចាំបាច់សម្រាប់សំយោគប្រូតេអ៊ីនមានវង់បង់សែន៖

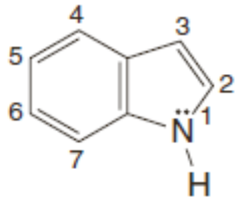




ផេនីលអាឡានីន ទីរ៉ូស៊ីន

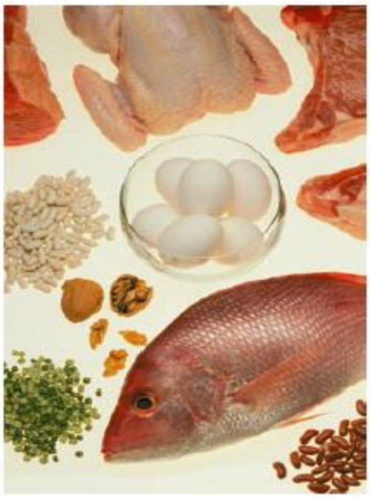
អាស៊ីតអាមីនេអារ៉ូម៉ាទិចទី៣គឺទ្រីតូផានមានវង់បង់សែនមួយលោយជាប់វង់ពីរ៉ុលមួយ (ប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិចនេះត្រូវបានគេហៅថាប្រព័ន្ធអ៊ិនដុល (indole system))។





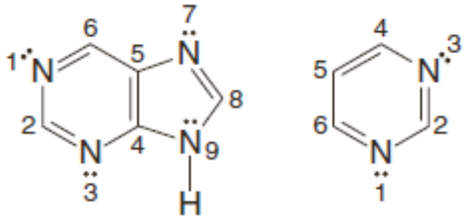
ទ្រីបតូផាន អ៊ិនដុល

ដោយសារតែការវិវត្ត មនុស្សមិនមានលទ្ធភាពជីវសាស្ត្រក្នុងការសំយោគវង់បង់សែនទេ។ ដូចនេះ ស្រលាយផេនីលអាឡានីន និង ទ្រីបតូផានមានសារសំខាន់ក្នុងចំណីអាហាររបស់មនុស្ស។ ដោយសារ តែ ទីរ៉ូស៊ីនអាចត្រូវបានសំយោគពីផេនីលអាឡានីន ក្នុងប្រតិកម្មមួយ ដោយប្រើកាតាលីករអង់ស៊ីមមួយជា *ផេនីលអាឡានីនអ៊ីដ្រុកស៊ីឡាស*។ វាមិនមានសារសំខាន់ក្នុងចំណីអាហារទេ លុះត្រាតែ មានវត្តមានផេនីល អាឡានីន។



ផលិតផលទឹកដោះគោ សណ្តែក ត្រី សាច់ និង ស៊ុត ជាប្រភពរបស់អាស៊ីតអាមីនេសំខាន់ៗ

សមាសធាតុអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចក៏មានវត្តមានក្នុងប្រព័ន្ធជីវគីមីដែរ។ ស្រលាយរបស់ពូរីន និងពីរីឌីនជាផ្នែក សំខាន់របស់ DNA និង RNA៖



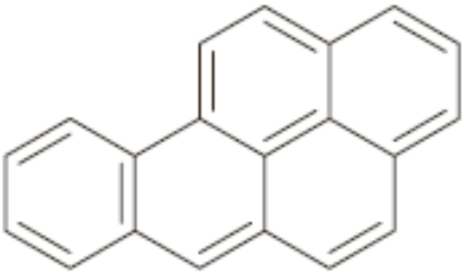
ពូរីន **ពីរីមីឌីន**

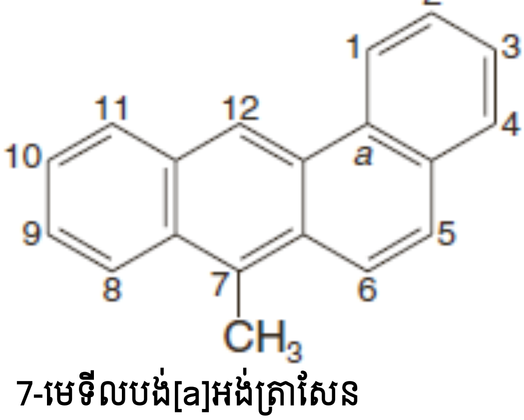
លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១៣៖

a. ជួនកាលគេហៅក្រុម -SH ជា*ក្រុមមែកាប់តូ* ។ 6-មែកាប់តូពូរីនត្រូវបានប្រើក្នុងការព្យាបាលជំងឺមហារីកឈាមធ្ងន់ធ្ងរ (acute leukemia)។ ចូរគូរទម្រង់របស់វា។

b. អាឡូពូរីណុលជាសមាសធាតុដែលគេប្រើដើម្បីព្យាបាលរោគប្រគ្រីវ (gout) គឺ 6-អ៊ីដ្រុកស៊ីពូរីន។ ចូរគូរទម្រង់របស់វា។

ទោះបីសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចជាច្រើនមានសារសំខាន់ចំពោះភាវរស តែសមាសធាតុខ្លះអាចមានគ្រោះថ្នាក់។ សារធាតុខ្លះពុលខ្លាំងណាស់ ហើយសមាសធាតុបង់សែណូអ៊ីតខ្លះ រួមមានបង់សែនផងដែរ ជាសមាសធាតុបង្កមហារីក **(carcinogen)**។ ឧទាហរណ៍ពីរគឺ បង់សូ[a] ពីរ៉ែន និង 7-មេទីលបង់[a]អង់ត្រាសែន៖





បង់សូ[a]ពីរ៉ែន **7-មេទីលបង់[a]អង់ត្រាសែន**

អ៊ីដ្រូកាបួបង់សូ[a]ពីរ៉ែនត្រូវបានរកឃើញក្នុងផ្សែងបារី និងក្នុងផ្សែងចេញពីយានយន្ត។ វាក៏ត្រូវបានបង្កើតក្នុងចំហេះមិនសព្វនៃប្រេងឥន្ទនៈ។ វាត្រូវបានរកឃើញលើសាច់អាំងខ្លោច (charcoal-broiled steaks) និងពីថ្នល់កៅស៊ូនៅរដូវក្តៅខ្លាំង។

១១. ស្បិចត្រូស្កូពីរបស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

១១.១ ស្បិច¹HNMR

- អ៊ីដ្រូសែនវង់របស់ស្រឡាយបង់សែនស្រូបដែនក្រោមក្នុងតំបន់ចន្លោះ δ= 6.0 – 9.5 ។

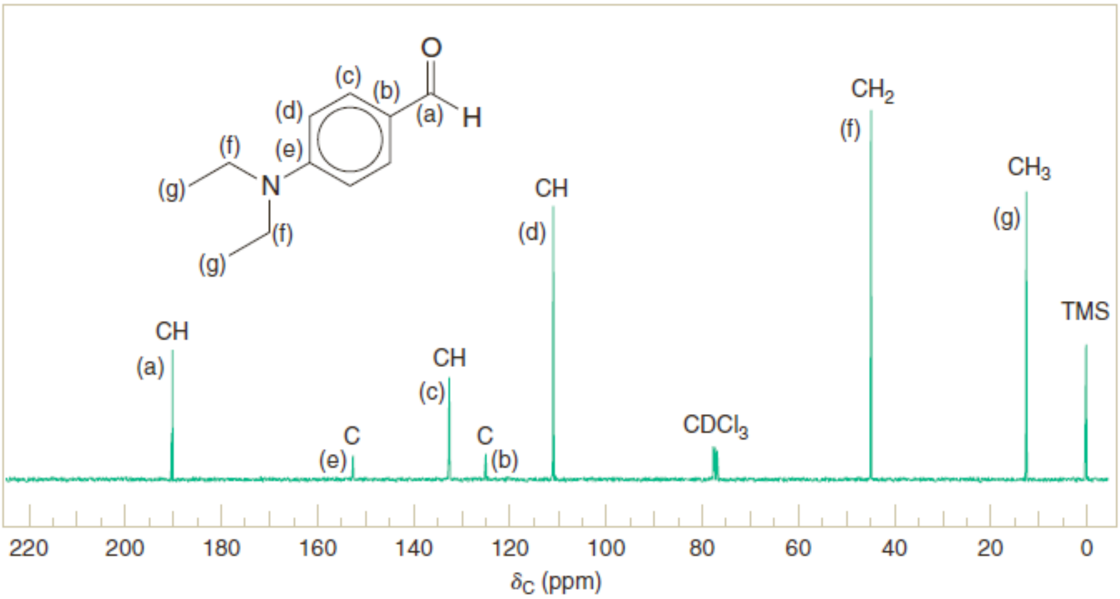
ក្នុងផ្នែកទី១៤.៧គ យើងរកឃើញថា សម្រូបកើតឡើងលើដែនក្រោម ពីព្រោះចរន្តវង់ដែលបានបង្កើត ក្នុងវង់បង់សែនបង្កើតដែនម៉ាញេទិច ហៅថា ដែនម៉ាញេទិចអន្ទោង ដែលបន្ថែមកម្លាំងម៉ាញេទិចបន្ថែមលើដែនម៉ាញេទិចរបស់ម៉ាស៊ីននៅទីតាំងប្រូតុងរបស់វង់។ ការបន្ថែមកម្លាំងម៉ាញេទិចនេះបណ្តាលឱ្យប្រូតុងរបស់ បង់សែនមិនមានរបាំងសោះ។

យើងបានសិក្សាក្នុងផ្នែកទី៧គ រួចហើយ ដែលអ៊ីដ្រូសែនក្នុងរបស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចវង់ធំ ដូចជាអានុយឡែន[18] ដោយសារប្រូតុងរបស់វាមានរបាំងខ្ពស់ដោយដែនម៉ាញេទិចអន្ទោង។ ដូចនេះ វាស្រូបហ្វ្រេកង់ទាបណាស់ តែងតែមានតម្លៃ δ អវិជ្ជមាន។

១១.២ ស្បិច¹CNMR

- អាតូមកាបូនរបស់វង់បង់សែនតែងតែស្រូបក្នុងតំបន់ δ=100 – 170 នៃស្បិច ^{13}CNMR។

រូប១៤.២៥ ឱ្យស្បិច ^{13}C NMR ផ្លូបប្រូតុង នៃ 4-N,N-ឌីអេទីលអាមីណូបង់សាល់ដេអ៊ីត ហើយជាឧទាហរណ៍មួយក្នុងការសិក្សាអំពី^{13}C នៃសមាសធាតុដែលមានទាំងអាតូមកាបូនអារ៉ូម៉ាទិច និងអាលីផាទិច។

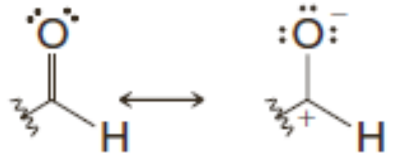


រូប១៤.២៥ ស្បិច ^{13}C NMR ផ្លូបប្រូតុងរបស់ 4-N,N-ឌីអេទីលអាមីណូបង់សាល់ដេអ៊ីត

ស្បិច DEPT (មិនបានបង្ហាញ) បង្ហាញថា ស៊ិញ៉ាល់នៅδ=45 កើតឡើងពីក្រុមCH_2មួយ ហើយស៊ិញ៉ាល់នៅδ=13 បានមកពីក្រុមCH_3មួយ។ ស្បិចនេះអាចជួយឱ្យយើងកំណត់ស៊ិញ៉ាល់ទាំងពីរនេះលើ កាបូនពីររបស់ក្រុមអេទីលសមមូលគ្នា។

ស៊ិញ៉ាល់នៅ δ=126 និង δ=153 កើតឡើងក្នុងស្បិច DEPT នៅពេលអាតូមកាបូនមិនចងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន ហើយត្រូវបានតាងដោយកាបូនb និង e (រូប១៥.២៥)។ កម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់របស់អាសូត (បើប្រៀបធៀបជាមួយកាបូន) បណ្តាលឱ្យស៊ិញ៉ាល់ពី e កាន់តែដែនក្រោម (នៅ δ=153)។ ស៊ិញ៉ាល់នៅ δ=190 កើតឡើងនៅពេលក្រុមCHមួយក្នុងស្បិចDEPT ហើយកើតឡើងពីកាបូនរបស់ក្រុមអាល់ដេអ៊ីត។

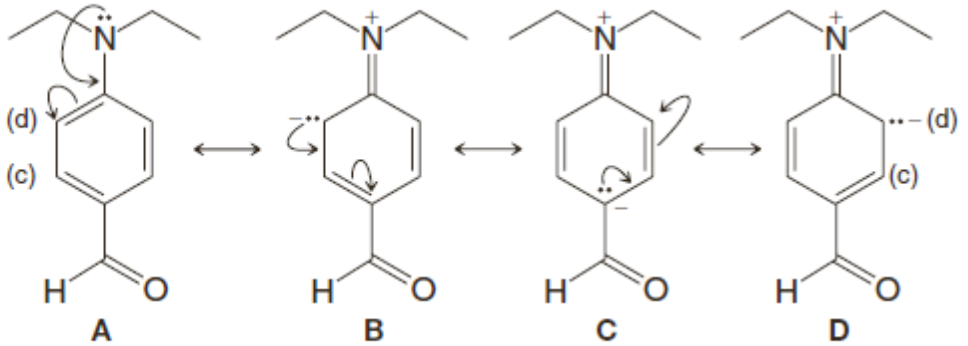
រំកិលគីមីរបស់វាស្ថិតនៅដែនក្រោមនៃពិកទាំងអស់ ដោយសារតែកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់របស់វា ហើយដោយ សារតែទម្រង់រេសូណង់ទី២ចូលរួមបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតខាងក្រោម។ កត្តាទាំងពីរនេះបណ្តាលឱ្យដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងលើកាបូននេះកាន់តែទាប ដូចនេះកាបូនេះកាន់តែមានភាពមិនបាំងខ្ពស់។



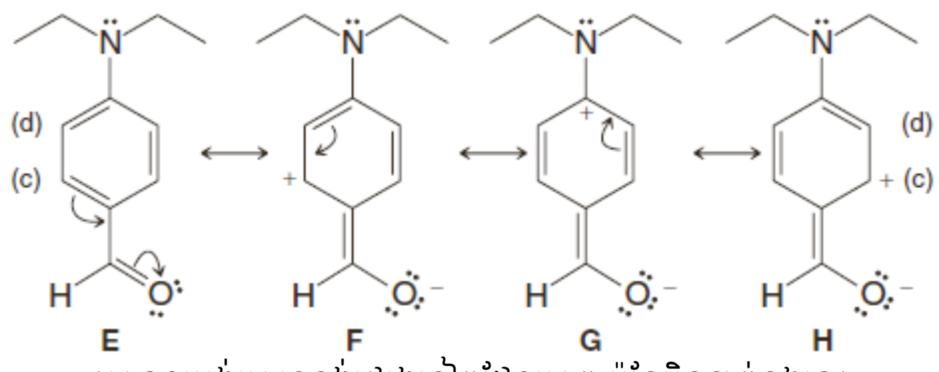
ទម្រង់រេសូណង់របស់ក្រុមអាល់ដេអ៊ីត

មូលហេតុនេះធ្វើឱ្យមានសិញ៉ាល់នៅδ=112 និង δ=133 ហើយអាតូមកាបូនពីរឈុតរបស់វង់បង់សែនតាងដោយ c និង d បង្កើតសិញ៉ាល់ទាំងពីរនេះ។ សិញ៉ាល់ទាំងពីរនេះត្រូវបានកំណត់ជាក្រុមCH ក្នុងស្ប៊ិច DEPT។ ប៉ុន្តែតើសិញ៉ាល់ណាជារបស់ឈុតអាតូមកាបូនណា? ពេលនេះ យើងរកឃើញការអនុវត្តមួយផ្សេងទៀតរបស់ទ្រឹស្តីរេសូណង់។

បើសិនជាយើងសេរសេរទម្រង់រេសូណង់A–Dដែលទាក់ទងនឹងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីរបស់ក្រុមអាមីណូ យើងឃើញថារបាយបង្កើតដោយ B និង D បង្កើនដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងនៅលើឈុតនៃអាតូមកាបូន ដែលតាង ដោយd៖



ម្យ៉ាងវិញទៀត ការគូរទម្រង់ E–H ដែលទាក់ទងនឹងក្រុមអាល់ដេអ៊ីត បង្ហាញថារបាយដែលបង្កើតដោយ F និងH បន្ថយដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងលើឈុតអាតូមកាបូនដែលតាងដោយC៖



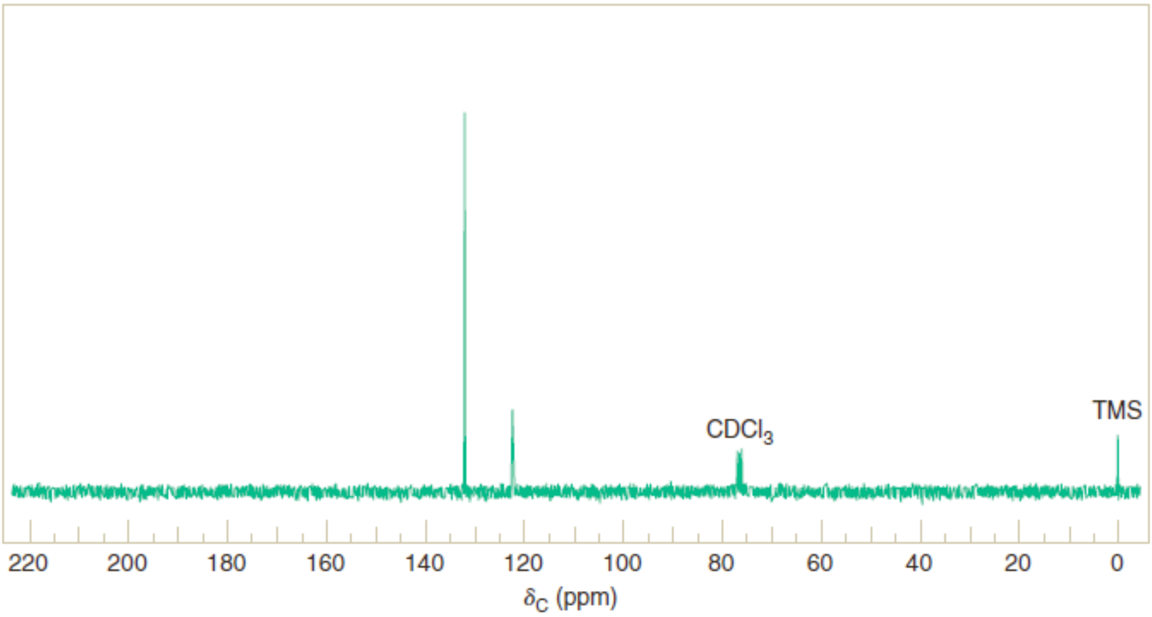
(មានទម្រង់រេសូណង់ផ្សេងទៀតដែលអាច ប៉ុន្តែមិនទាក់ទងទេ)

ការបង្កើនដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងលើអាតូមកាបូនមួយអាចបង្កើនភាពបាំងរបស់វា ហើយអាចរំកិលសិញ៉ាល់ទៅកាន់ដែនលើ។ ដូចនេះ យើងកំណត់សិញ៉ាល់នៅ δ=112 ឱ្យឈុតអាតូមកាបូនតាងដោយd។

ផ្ទុយមកវិញ ការបន្ថយដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងលើអាតូមកាបូនមួយអាចរំកិលស៊ីញ៉ាល់របស់វាទៅកាន់ដែនក្រោម ដូច នេះយើងកំណត់ស៊ីញ៉ាល់នៃδ=133 ជារបស់ឈុតកាបូនតាងដោយc។

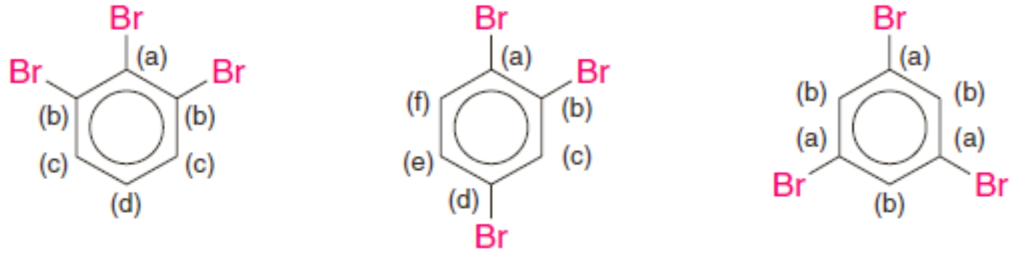
ស្ប៉ិចត្រូស្កូពីកាបូន-13 អាចត្រូវបានប្រើជាពិសេសក្នុងការសម្គាល់សមាសធាតុមួយដែលមានកម្រិតស៊ីមេទ្រីខ្ពស់។

ឧទាហរណ៍៖ ស្ប៉ិច^{13}C NMR បង្គួបប្រូតុងក្នុងរូប១៤.២៦ ជារបស់ ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន ($C_6H_3Br_3$)។ តើវាជា ទ្រីប្រូម៉ូប៊ុយតានមួយណា?



រូប១៤.២៦ ស្ប៉ិច^{13}C NMR បង្គួបប្រូតុងរបស់ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន

អាចមានទ្រីប្រូម៉ូបង់សែនបី៖



1,2,3-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន 1,2,4-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន 1,3,5-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន

ស្ប៉ិចរបស់យើងមានស៊ីញ៉ាល់តែពីរទេ នេះបញ្ជាក់ថាមានប្រភេទអាតូមកាបូនតែពីរខុសគ្នាក្នុងសមាស ធាតុនេះទេ។ មានតែ 1,3,5-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែនទេដែលមានកម្រិតស៊ីមេទ្រីមួយ ដូចនេះ វាត្រូវឱ្យស៊ីញ៉ាល់តែ២ ប៉ុណ្ណោះ ដូចនេះវាជាចម្លើយត្រឹមត្រូវ។ 1,2,3-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែនអាចឱ្យស៊ីញ៉ាល់ ^{13}C NMR ចំនួន៤ និង 1,2,4-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែនអាចឱ្យស៊ីញ៉ាល់៦។

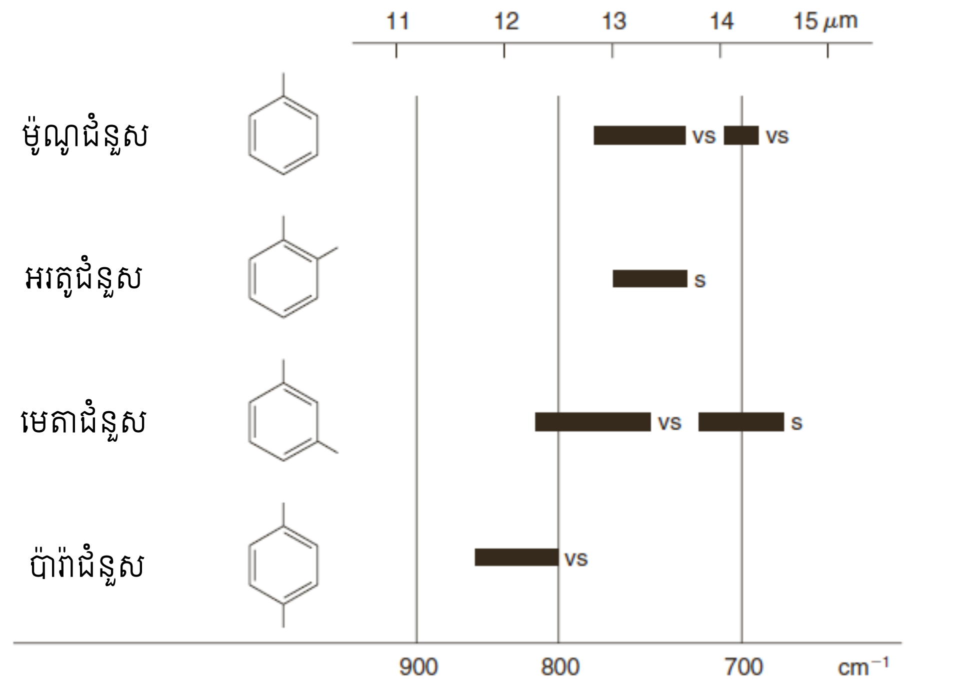
លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១៤៖ ចូរពន្យល់ពីរបៀបដែល ^{13}C NMR អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីញែកភាពខុសគ្នារវាង អរតូ- , មេតា- និង ប៉ារ៉ា-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន។

១១.៣ ស្ប៉ិចIRរបស់បង់សែនជំនួស

ស្រលាយបង់សែនឱ្យពិក C–H ទាញ ជិត 3030cm^{-1} (តារាង២.៧)។ ចលនាទាញរបស់វង់បង់សែនអាចឱ្យបង់សម្រូប៤ ក្នុងតំបន់ 1450 – 1600cm^{-1} ដែលពិកពីរនៅ 1500 និង 1600cm^{-1} ខ្លាំងជាងគេ។

ពិកសម្រូបក្នុងតំបន់ 680-860cm^{-1} ពីការបត់ចេញក្រៅប្លង់នៃសម្ព័ន្ធ C–H អាច (តែមិនមែនជានិច្ចកាល) ត្រូវបានប្រើដើម្បីកំណត់គំរូជំនួសនៃសមាសធាតុបង់សែន (តារាង១៤.១)។ បង់សែនម៉ូណូជំនួសឱ្យពិក ខ្លាំងពីរ ចន្លោះ 690 និង 710cm^{-1} និងរវាង 730 និង 770cm^{-1}។

តារាង១៤.១ សម្រូប IR ក្នុងតំបន់ 680- 860cm^{-1}



បង់សែនអរតូឌីជំនួសបង្ហាញពិកសម្រូបខ្លាំងចន្លោះ735និង770cm^{-1} ដែលកើតឡើងពីចលនាសម្ព័ន្ធរបស់C – H ។ បង់សែនមេតាឌីជំនួសបង្ហាញពិកពីរ៖ ពិកខ្លាំងមួយនៅចន្លោះ 680 និង725cm^{-1} និងពិកខ្លាំងមួយនៅចន្លោះ 750 និង 810cm^{-1}។ បង់សែនប៉ារ៉ាឌីជំនួសឱ្យសម្រូបធំតែមួយចន្លោះ 800– 860cm^{-1}។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៤.១៥៖ ចំពោះសមាសធាតុបង់សែណូអ៊ីតខាងក្រោម ទាំងអស់មានរូបមន្ត C_7H_7Br ឱ្យពិក IR ក្នុងតំបន់ 680-860cm^{-1} ៖

A. 740cm^{-1} (ខ្លាំង)

B. 800cm^{-1} (ខ្លាំងណាស់)

C. 680cm^{-1} (ខ្លាំង) និង 760cm^{-1} (ខ្លាំងណាស់)

D. 693cm^{-1} (ខ្លាំងណាស់) និង 765cm^{-1} (ខ្លាំងណាស់)

ចូរឱ្យទម្រង់ A, B, C, និង D។

១១.៤ ស្ប៉ិចUV-Vis របស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

អេឡិចត្រុងπផ្លាស់រស់វង់បង់សែនមួយឱ្យសម្រូបUV ដែលបញ្ជាក់ពីវត្តមាននៃវង់បង់សែនមួយក្នុងសមាសធាតុមិនស្គាល់មួយ។ បង់សម្រូបអាំងតង់ស៊ីតេមធ្យមកើតឡើងក្បែរ 205nm ហើយបង់សម្រូបផ្សេងទៀតជាងបង់អាំងតង់ស៊ីតេទាប កើតឡើងក្នុងតំបន់250-275nm។ ភាពផ្លាស់ខាងក្រៅវង់បង់សែនធ្វើឱ្យមានសម្រូបប្រវែងរលកខុសពីនេះ។

១១.៥ ស្បិចម៉ាសរបស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

អ៊ីយ៉ុងសំខាន់ក្នុងស្បិចម៉ាសរបស់បង់សែនជួសអាល់គីលគឺតែងតែមាន m/z=91 ($C_6H_5CH_2^+$) ដែលកកើតពីបណ្តាច់រវាងកាបូនទី១ និងទី២នៃខ្សែអាល់គីលដែលភ្ជាប់លើវង់។ អ៊ីយ៉ុងនេះជាប្រភពនៃកាចុងបង់ស៊ី លិច ដែលជារ៉េអាក់ទីបចំពោះកាចុងត្រូពីលីញ៉ូម ($C_7H_7^+$)។ អ៊ីយ៉ុងផ្សេងទៀតដែលតែងតែសង្កេតឃើញក្នុង ស្បិចម៉ាសរបស់សមាសជាតុម៉ូណូអាល់គីលបង់សែនគឺ m/z = 77 ដែលត្រូវនឹង $C_5H_5^+$។

%%%%%%%%%

លំហាត់មេរៀនទី១៤

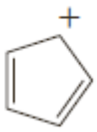
ការហៅឈ្មោះ

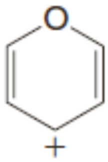
១. ចូរគូរទម្រង់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

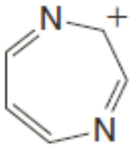
a. អាស៊ីត 3-នីត្រូបង់សូអ៊ិច
b. p-ប្រូម៉ូតូលុយអែន
c. o-ឌីប្រូម៉ូបង់សែន
d. m-ឌីនីត្រូបង់សែន
e. 3,5-ឌីត្រូផេណុល
f. អាស៊ីត p- នីត្រូបង់សូអ៊ិច
g. 3-ក្លរ៉ូ-1-អេតុកស៊ីបង់សែន
h. អាស៊ីត p-ក្លរ៉ូបង់សែនស៊ុលផូនិច
i. មេទីល p-តូលុយអែនស៊ុលផូណាត
j. បង់ស៊ីលប្រូមួ
k. p-នីត្រូអានីលីន
l. o-ស៊ីឡែន
m. ទែរ-ប៊ុយទីលបង់សែន
n. p-មេទីលផេណុល
o. p-ប្រូម៉ូអាសេតូផេណូន
p. 3-ផេនីលស៊ីក្លូអិចសាណុល
q. 2-មេទីល-3-ផេនីល-1-ប៊ុយតាណុល
r. o-ក្លរ៉ូអានីសុល

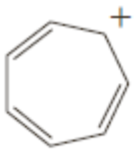
ភាពអារ៉ូម៉ាទិច

២. តើម៉ូលេគុលខាងក្រោមណាខ្លះ ដែលអ្នករំពឹងថាមានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច?

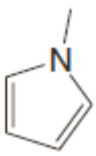
(a)


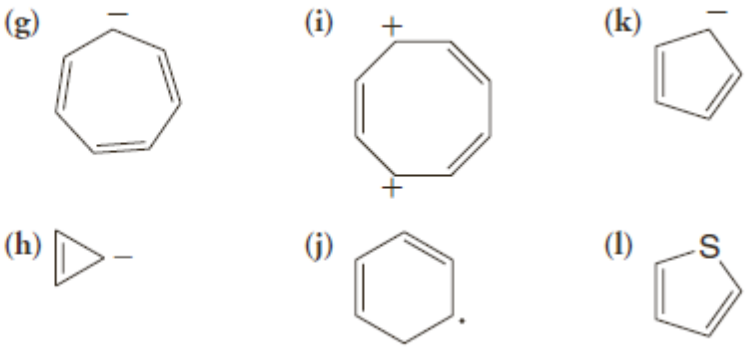
(c)


(e)


(b)


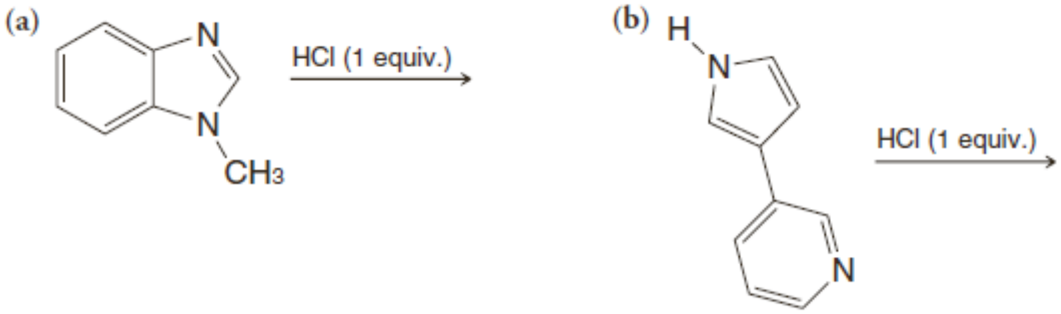
(d)

(f)




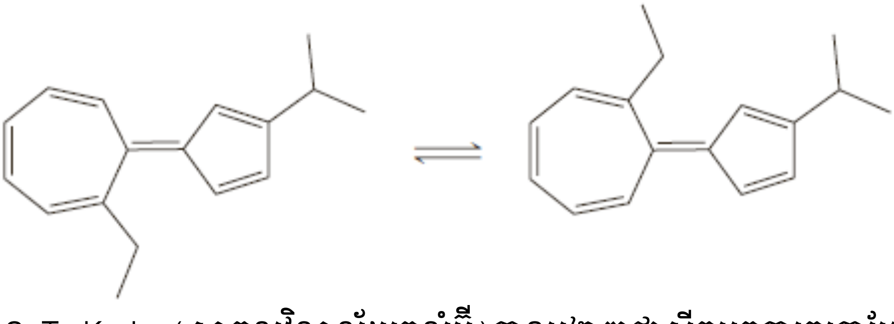
៣. ចូរប្រើវិធីពហុកោណ-រង្វង់ គូរដ្យាក្រាមអរប៊ីតាល់របស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

៤. ចូរគូរទម្រង់ផលិតផលដែលកកើតនៅពេលសមាសធាតុខាងក្រោមមានប្រតិកម្មជាមួយHCl១ម៉ូល៖

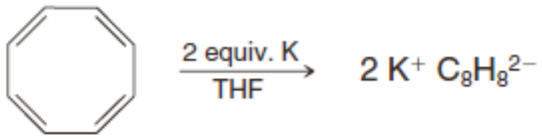


៥. តើអ៊ីដ្រូសែនមួយណាក្នុងសមាសធាតុខាងក្រោមមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងជាងគេ? ចូរពន្យល់។

៦. វង់ខាងក្រោមត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយដែលរងអ៊ីសូមែរកម្មស៊ីស-ត្រង្យជាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុងអាល់សែនមួយ។ ចូរពន្យល់។

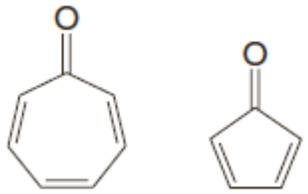


៧. ក្នុងឆ្នាំ១៩៦០ T. Kartz (សាកលវិទ្យាល័យគូឡុំប៊ី)បានបង្ហាញថាស៊ីក្លូអុកតាតេត្រាអែនបូកពីរអេឡិចត្រុងនៅពេលប្រតិកម្មជាមួយលោហៈប៉ូតាស្យូម និងបង្កើតឌីអាញ៉ុងប្លង់មានស្ថេរភាពមួយ៖



ដោយប្រើដ្យាក្រាមអរបីតាល់ម៉ូលេគុលក្នុងរូប១៤.៧ ពន្យល់ពីលទ្ធផលនេះ។

៨. ស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអេណូន (I) មានស្ថេរភាពណាស់។ ប៉ុន្តែស៊ីក្លូបង់តាឌីអេណូនមិនមានស្ថេរភាពទេ វា មានប្រតិកម្ម Diels-Alder យ៉ាងងាយស្រួលជាមួយខ្លួនវា។



I II

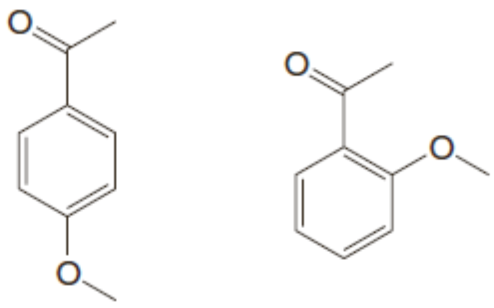
a. ចូរពន្យល់អំពីស្ថេរភាពខុសគ្នានៃសមាសធាតុទាំងពីរនេះ។

b. ចូរគូរទម្រង់អាដាក់Diels-Alder របស់ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអេណូន។

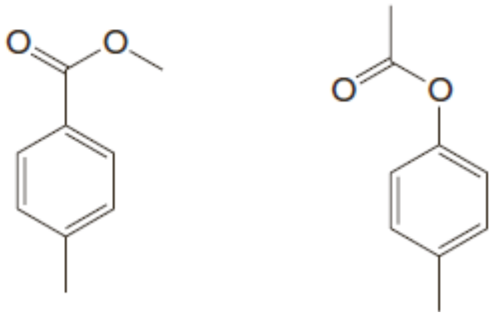
ស្បិចត្រូស្កូពី និងការទាញរកទម្រង់

៩. ចំពោះគូសមាសធាតុខាងក្រោម ចូរប៉ាន់ស្មានទិដ្ឋភាពស្បិច ^{1}H NMR ដែលអ្នកអាចញែកភាពខុស គ្នានៃគូសមាសធាតុនេះ៖

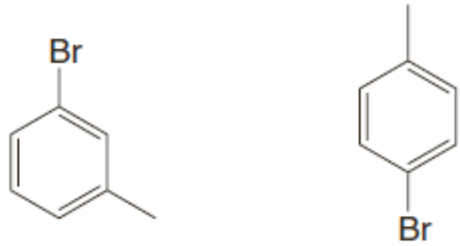
(a)



(b)



(c)



១០. សមាសធាតុ Lដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_9H_{10} មានប្រតិកម្មជាមួយប្រូម និងឱ្យស្បិចសម្រូប IR ដែលមានពិកដូចតទៅនេះ៖ 3035cm^{-1}(m), 3020cm^{-1}(m), 2925cm^{-1}(m), 2853cm^{-}

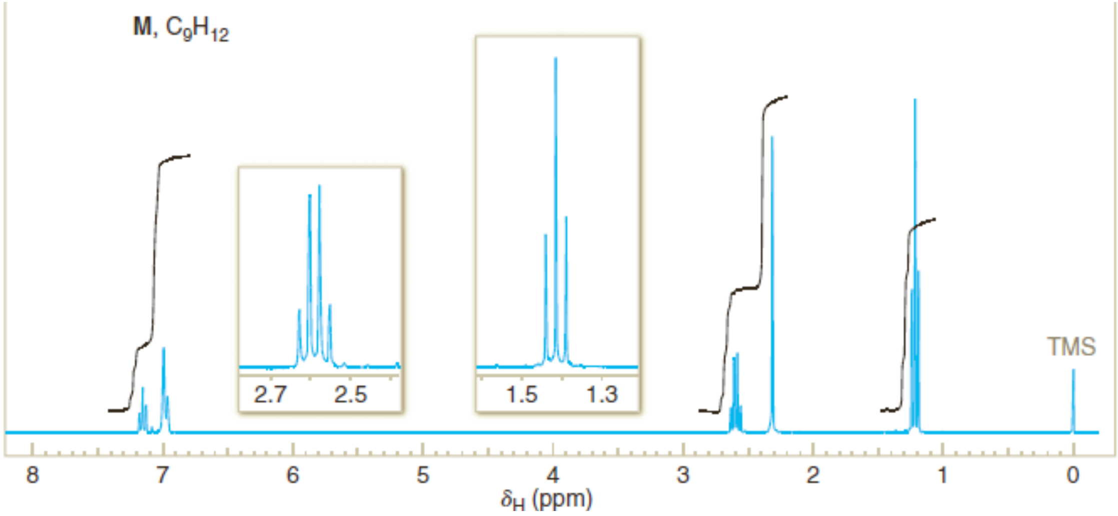
^{1}(w),   1640cm^{-1}(m), 990cm^{-1}(s), 915cm^{-1}(s), 740cm^{-1}(s), 695cm^{-1}(s)។ ស្បិច ^{1}H NMR របស់Lមាន៖

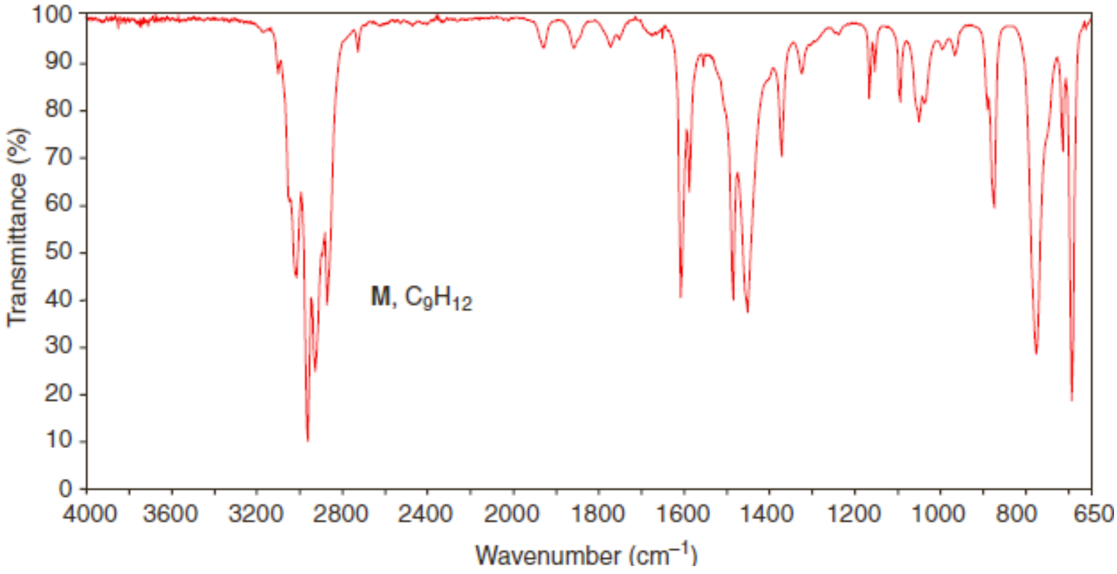
ឌុបព្លេត δ=3.1 (2H)   ពហុព្លេត δ=5.1   ពហុព្លេត δ=7.1 (5H)

ពហុព្លេត δ=4.8   ពហុព្លេត δ=5.8

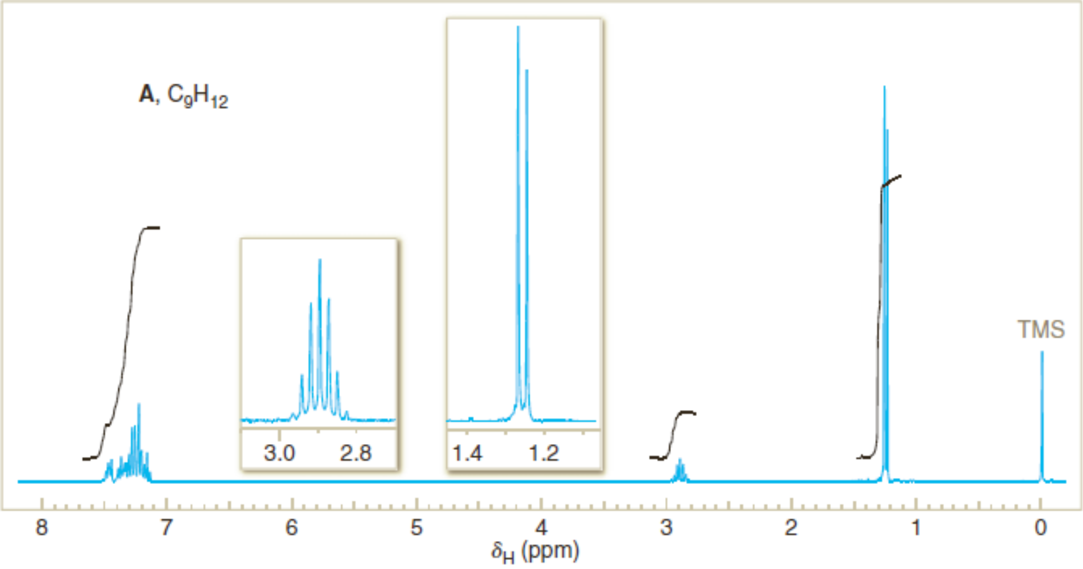
ស្បិច UV បង្ហាញសម្រូបអតិបរមានៅ 255nm។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់សមាសធាតុ L និងឱ្យរបាយការណ៍នៃពិក IRនីមួយៗ។

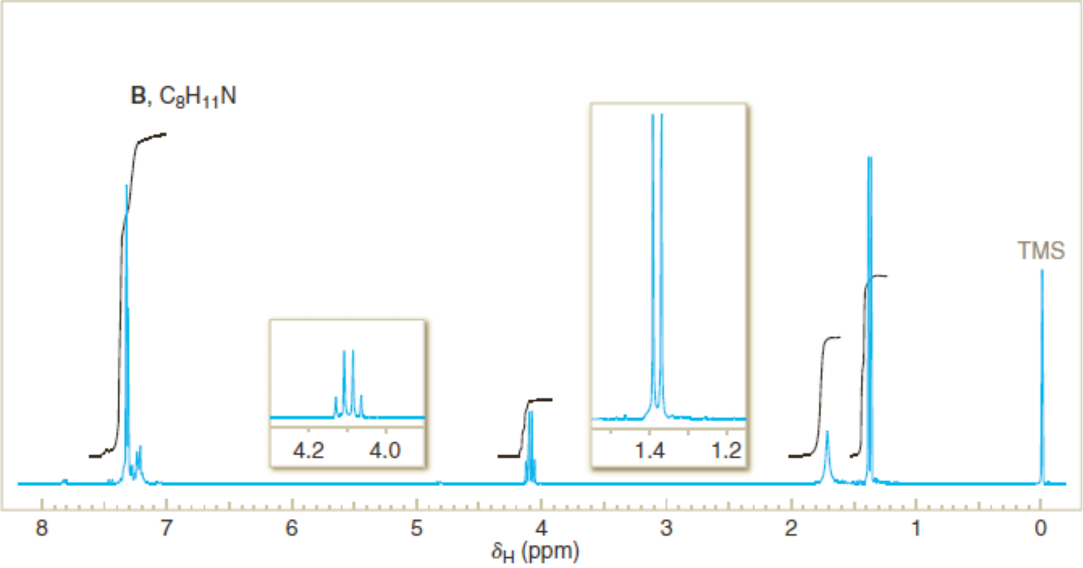
១១. សមាសធាតុ M មានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_9H_{12}។ ស្បិច ^{1}H NMR និងស្បិច IR របស់វាត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម។ ចូរគូរទម្រង់របស់ M។

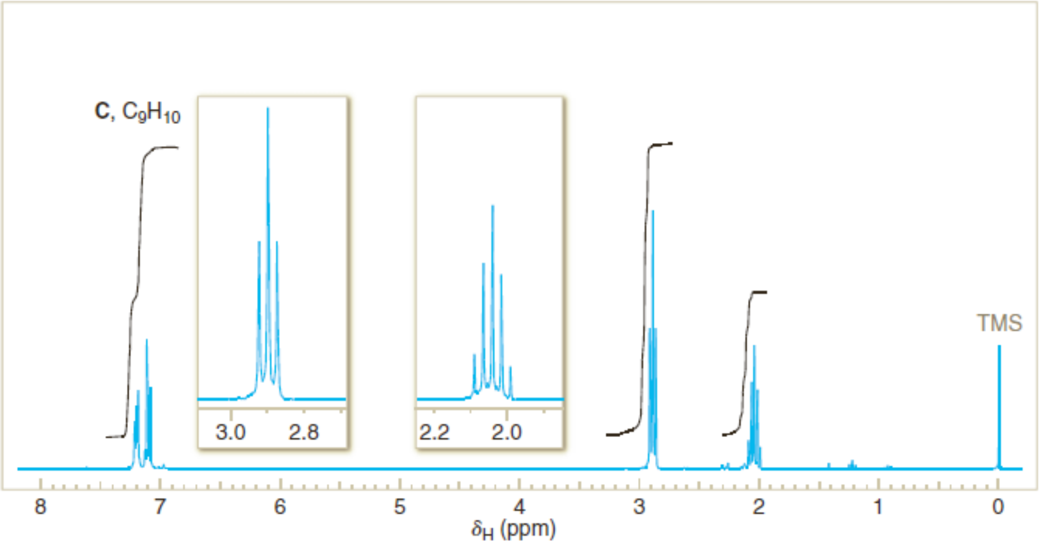




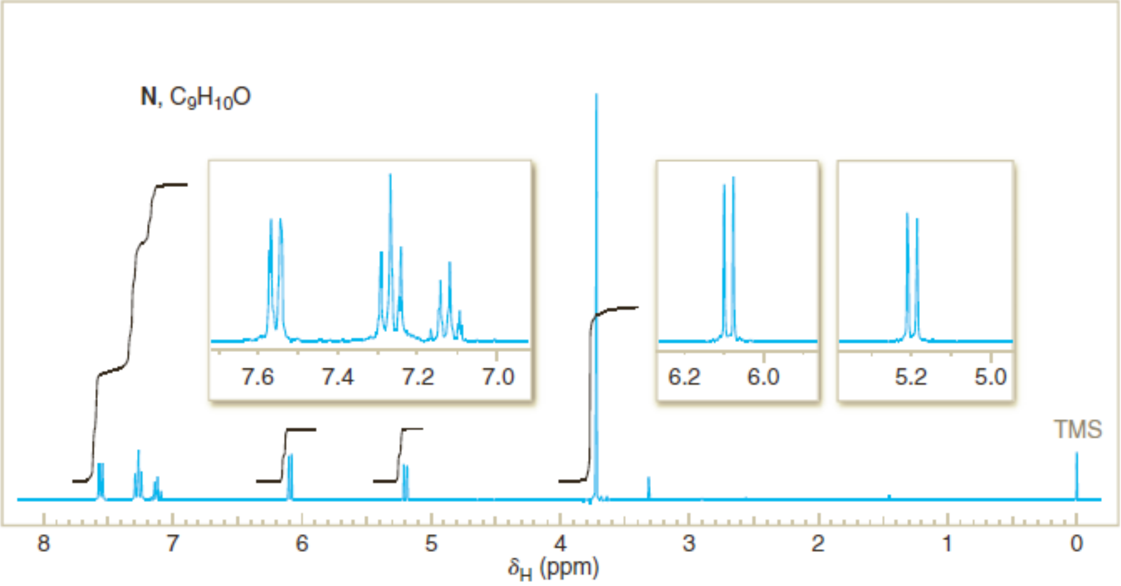
១២. ចូរកំណត់ទម្រង់របស់ A, B, និង C ដែលមានស្ប៉ិច ^{1}H NMR ដូចខាងក្រោម៖

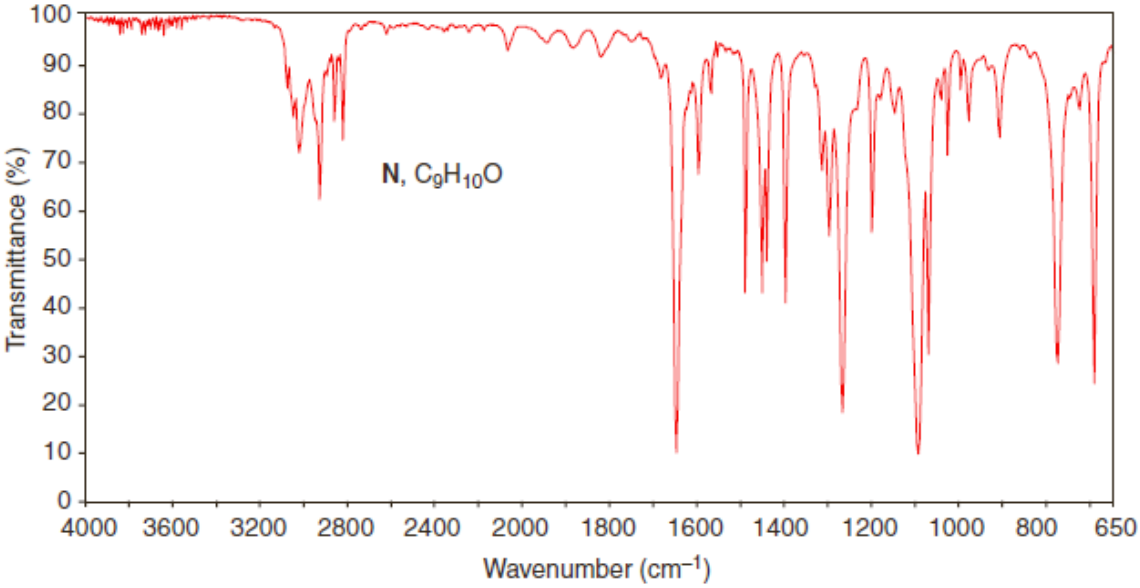




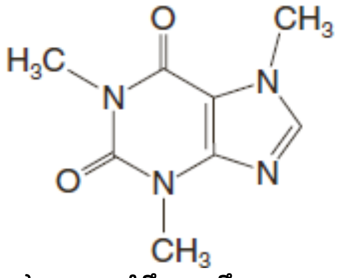


១៣. សមាសធាតុ N មានរូបមន្តម៉ូលេគុល $C_9H_{10}O$។ ស្បិច ^{1}H NMR និងស្បិចIR របស់វាត្រូវបាន បង្ហាញដូចខាងក្រោម។ ចូរគូរទម្រង់របស់ N។





១៤. កាហ្វេអ៊ីនមានទម្រង់ដូចខាងក្រោម៖

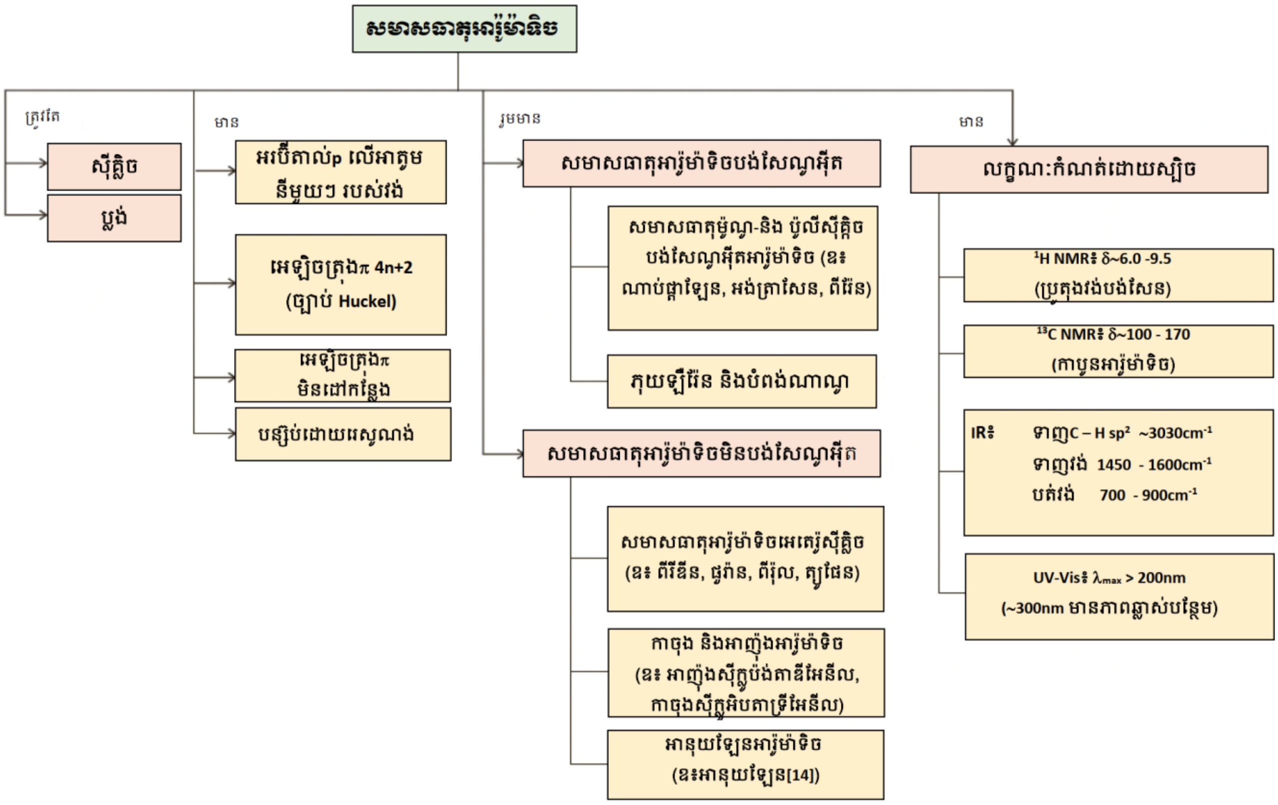


a. តើមានស៊ិញ៉ាល់ប៉ុន្មានដែលអ្នករំពឹងថានឹងមានក្នុងស្បិច ^{1}H NMR របស់កាហ្វេអ៊ីន ?

b. តើពិកណាខ្លះដែលអ្នករំពឹងថានឹងមានក្នុងស្បិច IR របស់កាហ្វេអ៊ីន ?

$$$$$$$$$

ផែនទីបញ្ញត្តិ



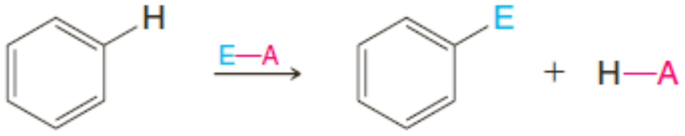
សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច
ត្រូវតែ
ស៊ីគ្លិច
ប្លង់
មាន
អរប៊ីតាល់p លើអាតូមនីមួយៗ របស់វង់
អេឡិចត្រុងπ 4n+2 (ច្បាប់ Huckel)
អេឡិចត្រុងπ មិនដៅកន្លែង
បន្សើបដោយរេសូណង់
រួមមាន
សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចបង់សៃណូអ៊ីត
សមាសធាតុម៉ូណូ-និង ប៉ូលីស៊ីគ្លិចបង់សៃណូអ៊ីតអារ៉ូម៉ាទិច (ឧ៖ ណាប់ថាឡែន, អង់ត្រាសែន, ពីរ៉ែន)
ភុយឡឺរ៉ែន និងបំពង់ណាណូ
សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមិនបង់សៃណូអ៊ីត
សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច (ឧ៖ ពីរីឌីន, ផូរ៉ាន, ពីរ៉ុល, ត្យូផែន)
កាចុង និងអាញ៉ុងអារ៉ូម៉ាទិច (ឧ៖ អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែនីល, កាចុងស៊ីក្លូអិបតាទ្រីអែនីល)
អានុយឡែនអារ៉ូម៉ាទិច (ឧ៖អានុយឡែន[14])
មាន
លក្ខណៈកំណត់ដោយស្ប៉ិច
^{1}H NMR៖ δ~6.0 -9.5 (ប្រូតុងវង់បង់សែន)
^{13}C NMR៖ δ~100 - 170 (កាបូនអារ៉ូម៉ាទិច)
IR៖ ទាញC – H sp^2 ~3030cm^{-1}
ទាញវង់ 1450 - 1600cm^{-1}
បត់វង់ 700 - 900cm^{-1}
UV-Vis៖ λ_{max} > 200nm (~300nm មានភាពឆ្លាស់បន្ថែម)

មេរៀនទី១៥

ប្រតិកម្មសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច

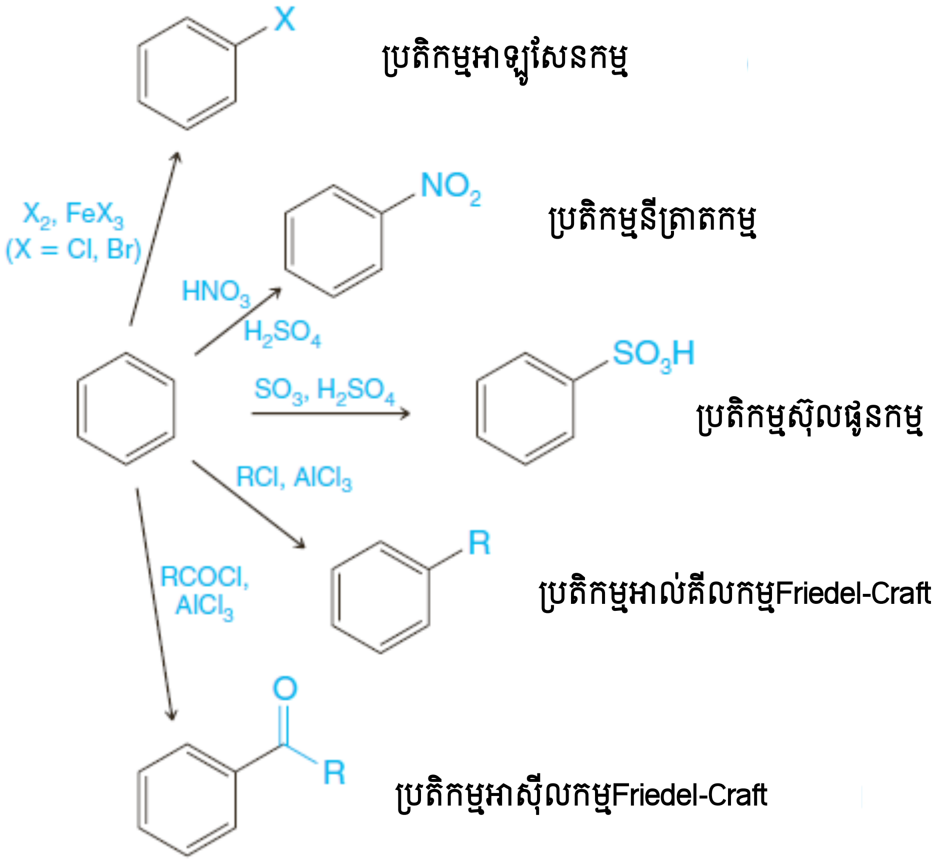
១. ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច

ប្រតិកម្មសំខាន់ៗខ្លះរបស់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច គឺជាប្រតិកម្មដែលអេឡិចត្រូភីលមួយជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់វង់។

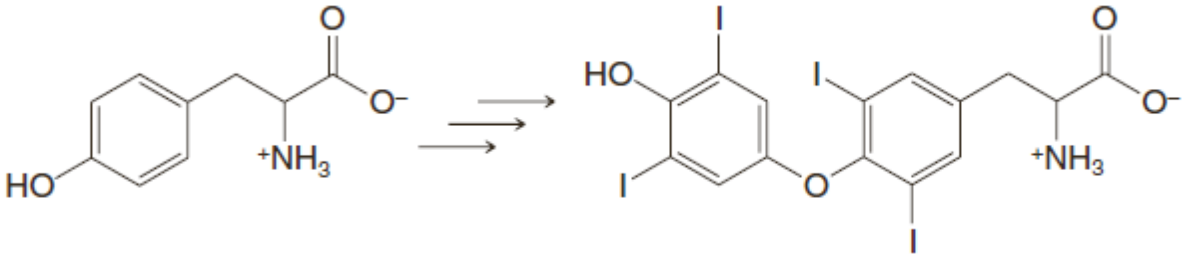


ដែល E – A ជាប្រតិករអេឡិចត្រូភីលមួយ

ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច** (electrophilic aromatic subs-tutions, EAS) អាចឱ្យគេបញ្ចូលក្រុមជាច្រើនទៅលើវង់អារ៉ូម៉ាទិច ដូចជាបង់សែន ហើយពួកវាផ្ដល់ជាមធ្យោបាយសំយោគសមាសធាតុសំខាន់ៗជាច្រើន។ រូប១៥.១បង្ហាញប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ៥ប្រភេទខុសគ្នា ដែលយើងនឹងសិក្សាក្នុងមេរៀននេះ រួមទាំងប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន និងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្ម។



ឧទាហរណ៍សំខាន់មួយនៃប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលក្នុងធម្មជាតិ គឺប្រតិកម្មសំយោគជីវៈនៃអរម៉ូនទីរ៉ូអ៊ីតទីរ៉ូកស៊ីន ដែលអ៊ីយ៉ូតត្រូវបានបញ្ចូលលើវង់បង់សែនដែលបានមកពីទីរ៉ូស៊ីន។



ទីរ៉ូស៊ីន (Tyrosine)
(អាស៊ីតអាមីនេក្នុងអាហារមួយ)

ធីរ៉ូស៊ីន (Thyroxine)
(អរម៉ូនទីរ៉ូអ៊ីតមួយ)

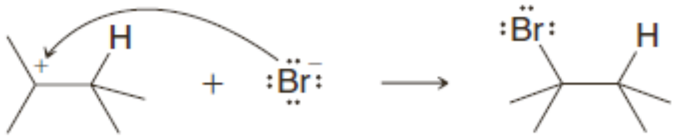
ក្នុងផ្នែកបន្ទាប់ទៀត យើងនឹងសិក្សាចលនការទូទៅសម្រាប់មធ្យោបាយដែលអេឡិចត្រូភីលមានប្រតិកម្មជាមួយវង់បង់សែនមួយ។ បន្ទាប់មក ក្នុងផ្នែកទី៣- ទី៧ យើងនឹងឃើញឧទាហរណ៍ជាក់លាក់នៃ អេឡិចត្រូភីល និងរបៀបដែលវានីមួយៗត្រូវបានកកើតក្នុងល្បាយប្រតិកម្ម។

២. ចលនការទូទៅរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច

អេឡិចត្រុងπរបស់បង់សែនប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូភីលខ្លាំង។ ក្នុងទិដ្ឋភាពនេះ បង់សែនមានចំនុចរួមជាមួយអាល់សែន។ នៅពេលអាល់សែនមួយមានប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូភីលមួយ ដូចជាក្នុងប្រតិកម្មបូកHBrអេឡិចត្រុងពីសម្ព័ន្ធπអាល់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូភីល បង្កើតអង្គធាតុកណ្ដាលកាបូកាចុងមួយ។

អាល់សែន **អេឡិចត្រូភីល** **កាបូកាចុង**

បន្ទាប់មកកាបូកាចុងដែលកកើតពីអាល់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលអ៊ីយ៉ុងប្រូម បង្កើតផលិតផលប្រតិកម្មបូក។



កាបូកាចុង **ផលិតផលប្រតិកម្មបូក**

ប៉ុន្តែភាពស្រដៀងគ្នានៃប្រតិកម្មភាពរបស់បង់សែនទៅនឹងចុងអាល់សែនមួយ គឺជំណាក់កាលកាបូកាចុង បន្ទាប់មកមានការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល។ ដូចដែលយើងបានឃើញក្នុងមេរៀនទី១៤ស្រទាប់នៃអេឡិចត្រុងπ៦ របស់បង់សែនធ្វើឱ្យវាមានស្ថេរភាពពិសេសមួយ។

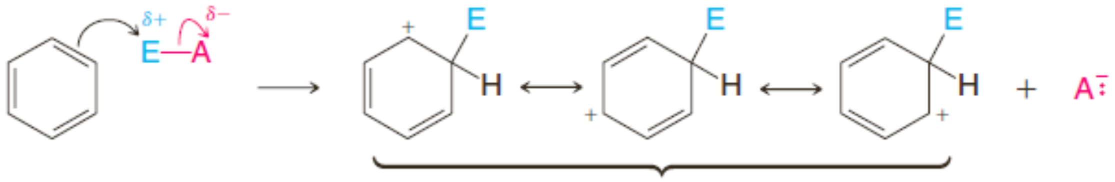
- ទោះបីជាបង់សែនអាចទទួលការប្រយុទ្ធពីអេឡិចត្រូភីល វារងប្រតិកម្មជំនួសជាជាងប្រតិកម្មបូក។

ប្រតិកម្មជំនួសធ្វើឱ្យភាពសិចតេតនៃអេឡិចត្រុងπរបស់បង់សែន ត្រូវតែរងរជើណើរតបន្ទាប់ពីប្រយុទ្ធដោយអេឡិចត្រូភីល។ យើងអាចឃើញពីរបៀបវាកើតឡើង បើសិនជាយើងសិក្សាពីចលនការរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។

ភស្តុតាងនៃការពិសោធន៍បញ្ជាក់ថាអេឡិចត្រូភីលប្រយុទ្ធលើប្រព័ន្ធπរបស់បង់សែនបង្កើតកាបូកាចុងស៊ីក្លូអិចសាឌីអែនីលមិនអារ៉ូម៉ាទិច ដែលគេហៅថា**អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម** (arenium ion)។ ក្នុងការបង្ហាញជំណាក់

កាលនេះ វាមានភាពងាយស្រួលដែលយើងប្រើទម្រង់Kekulé ពីព្រោះទម្រង់ទាំងនេះនឹងធ្វើឱ្យភាពងាយស្រួលដើម្បីរក្សាគន្លងរបស់អេឡិចត្រុងπ៖

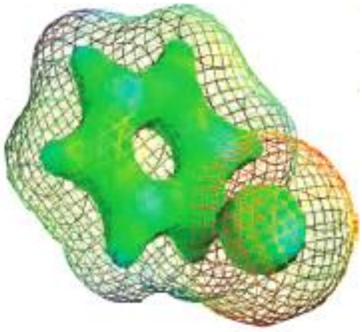
ដំណាក់កាលទី១៖



អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម

- ក្នុងដំណាក់កាលទី១ អេឡិចត្រូភីលចាប់យកពីរអេឡិចត្រុងរបស់ប្រព័ន្ធអេឡិចត្រុងπ បង្កើតសម្ព័ន្ធσជាមួយអាតូមកាបូនមួយរបស់វង់បង់សែន។

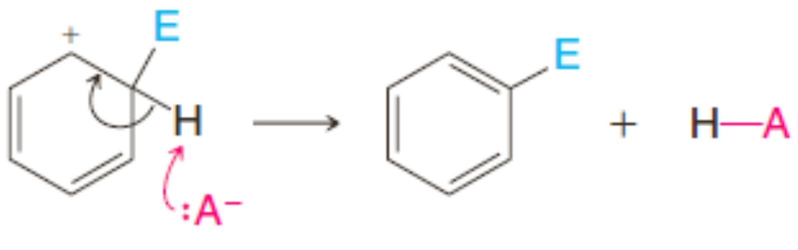
ការកកើតសម្ព័ន្ធនេះធ្វើឱ្យខូចដល់ប្រព័ន្ធស៊ីគ្លិចអេឡិចត្រុងπ ដោយសារតែការកកើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម កាបូនដែលបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអេឡិចត្រូភីលក្លាយជាកាបូនsp^3 ដូចនេះវាមិនមានអរបីតាល់p ទំនេរទៀតទេ ឥឡូវនេះមានតែអាតូមកាបូន៥ របស់វង់ដែលមានភាពអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 និងនៅមានអរបីតាល់pទំនេរ។ អេឡិចត្រុងπ ចំនួន៤ត្រូវបានមិនដោកន្លែងជុំវិញអរបីតាល់pទាំង៥នេះ។ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចគណនារបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបង្កើតដោយការបូកអេឡិចត្រូភីលប្រូមលើបង់សែន បញ្ជាក់ថាបន្ទុកវិជ្ជមានត្រូវបានរាយប៉ាយក្នុងវង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម (រូប១៥.២) ដែលដែលទើបនឹងបានបង្ហាញក្នុងទម្រង់រេសូណង់ខាងលើ។



រូប១៥.២ ទម្រង់គណនារបស់អង្គធាតុកណ្តាលអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម ដែលបង្កើតដោយប្រតិកម្មបូកអេឡិចត្រូភីលនៃប្រូមលើបង់សែន។គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់កាចុងនៃអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ (តាងដោយផ្ទៃជិត) បង្ហាញថាបន្ទុកវិជ្ជមាន (ខៀវ) ស្ថិតនៅលើទីតាំងកាបូនអរតូ និងប៉ារ៉ា ធៀបនឹងកាបូនដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយអេឡិចត្រូភីល។ របាយបន្ទុកនេះត្រូវបានបង្ហាញក្នុងគំរូរេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម។ ផ្ទៃ van der Waals ត្រូវបានតាងដោយក្រលាសំណាញ់។

- ក្នុងដំណាក់កាលទី២ ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអាតូមកាបូនរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលចង សម្ព័ន្ធជាមួយអេឡិចត្រូភីល ហើយធ្វើឱ្យវង់មានភាពអារ៉ូម៉ាទិចឡើងវិញ។

ដំណាក់ទី២៖

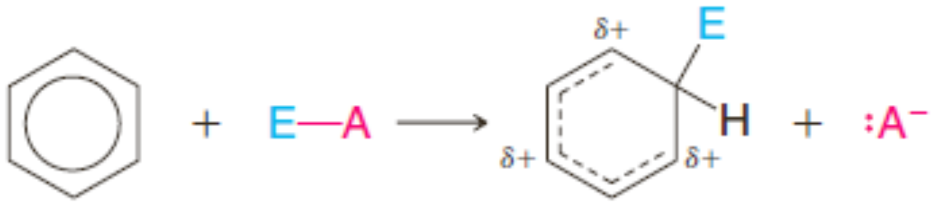


អេឡិចត្រុងពីរដែលប្រូតុងនេះប្រើដើម្បីចងសម្ព័ន្ធជាមួយវង់ក្លាយជាផ្នែកមួយនៃប្រព័ន្ធπ។ អាតូម កាបូនដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយអេឡិចត្រូភីលក្លាយជាកាបូនអ៊ីប្រ៊ីតsp^2វិញ ហើយស្រលាយបង់សែនដែលមាន អេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែង៦កកើតឡើង។ ប្រូតុងនេះត្រូវបានដកដោយវត្ថុមានបាសណាមួយ ឧទាហរណ៍ដោយអាញ៉ុងដែលបានពីអេឡិចត្រូភីល។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបបោះបង់ប្រូតុងមួយពីទម្រង់រេសូណង់បីរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម និងបង្ហាញពីរបៀបដែលតំណាងនីមួយៗធ្វើឱ្យកកើតវង់បង់សែនដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់បី (គឺថាអេឡិចត្រុងπមិនដៅកន្លែង៦)។

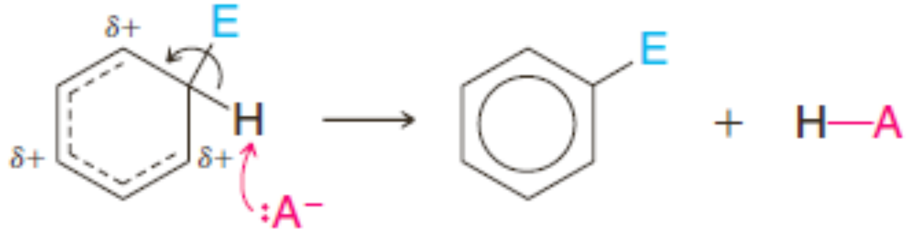
ទម្រង់Kekuléសមស្របសម្រាប់សរសេរចលនការប្រតិកម្ម ដូចជាប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះពួកវាអាចប្រើទ្រឹស្តីរេសូណង់ ដែលយើងនឹងឃើញ ដែលជាជំនួយឱ្យយើងយល់។ ប៉ុន្តែដើម្បីឱ្យខ្លី យើងចង់បង្ហាញចលនការប្រតិកម្មដោយប្រើរូបមន្តអ៊ីប្រ៊ីតរបស់បង់សែន យើងអាចធ្វើតាមមធ្យោបាយខាង ក្រោម។ យើងគូរអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជាកាចុងស៊ីក្លូអិចសាឌីអែនីលមិនដៅកន្លែងមួយ៖

ដំណាក់កាលទី១៖



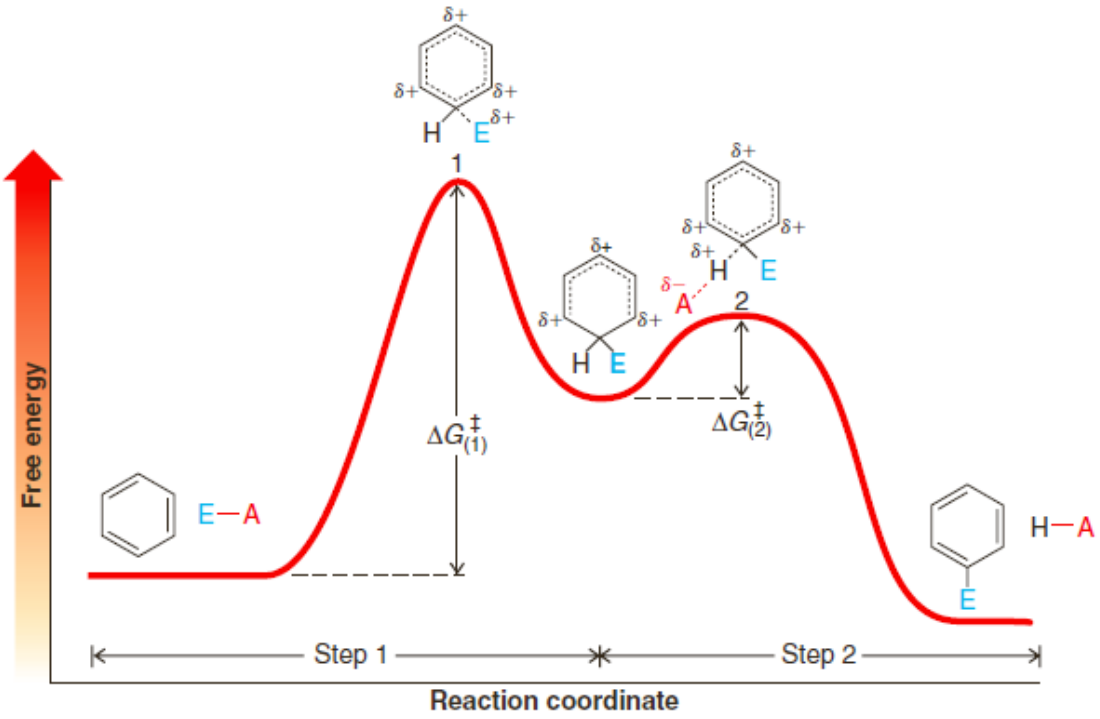
អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម

ដំណាក់កាលទី២៖



មានភស្តុតាងពិសោធន៍បញ្ជាក់ថា អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជាអង្គធាតុកណ្តាលពិតមួយក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីល។ វាមិនមែនជាអន្តរភាពទេ។ នេះមានន័យថា ក្នុងដ្យាក្រាមថាមពលសេរី (រូប១៥.៣) អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមស្ថិតជ្រលងថាមពលចន្លោះអន្តរភាពពីរ។

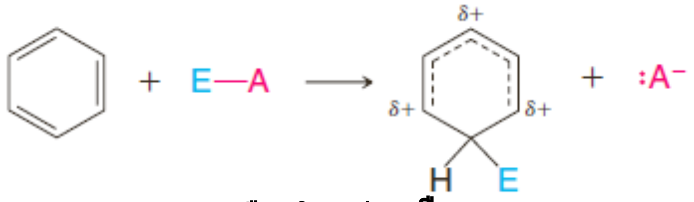
ថាមពលសេរីសកម្មសម្រាប់ដំណាក់កាលទី១, $\Delta G_1^{\neq}$ ត្រូវបានបង្ហាញថាមានថាមពលធំជាងថាមពលសេរីសកម្មសម្រាប់ដំណាក់កាលទី២,$\Delta G_2^{\neq}$ ដូចដែលបានតាងក្នុងរូប១៥.៣។ នេះបញ្ជាក់អំពីអ្វីដែលយើងរំពឹងទុក។ ប្រតិកម្មពីបង់សែន និងអេឡិចត្រូភីលទៅអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅខ្លាំង ពីព្រោះស្ថេរភាព អារ៉ូម៉ាទិចរបស់វង់បង់សែនត្រូវបានបាត់បង់។ ផ្ទុយមកវិញ ប្រតិកម្មពីអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមទៅបង់សែនជួសជា ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅខ្ពស់ ពីព្រោះវាស្តារឡើងវិញនូវភាពអារ៉ូម៉ាទិចទៅឱ្យប្រព័ន្ធ។



រូប១៥.៣ ដ្យាក្រាមថាមពលរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច

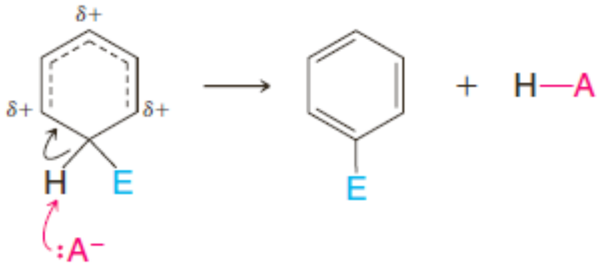
ក្នុងដំណាក់កាលពីរខាងក្រោម ដំណាក់កាលទី១ (ការកកើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម) តែងតែជាដំណាក់កាល កំណត់ល្បឿនក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះវាមានថាមពលសេរីសកម្មខ្ពស់ជាងគេ៖

ដំណាក់កាលទី១៖



យឺត កំណត់ល្បឿន

ដំណាក់កាលទី២៖

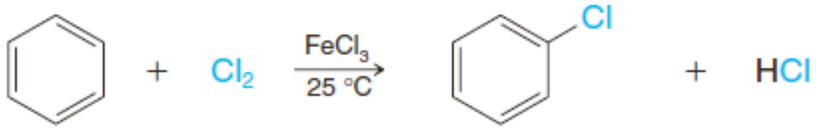


រហ័ស

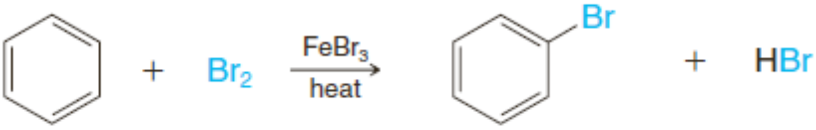
ដំណាក់កាលទី២ ការដកប្រូតុងមួយ កើតឡើងលឿនជាងដំណាក់កាលទី១ ហើយមិនមានឥទ្ធិពលដល់ល្បឿនប្រតិកម្មសរុបទេ។

៣. ប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មបង់សែន

បង់សែនប្រតិកម្មជាមួយប្រូម និងក្លរក្រោមវត្តមានអាស៊ីតឡឺវីសបង្កើតផលិតផលជំនួសអាឡូសែនកម្ម ក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។



ក្លរ៉ូបង់សែន (90%)

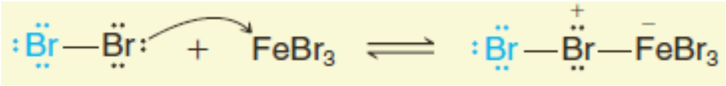


ប្រូម៉ូបង់សែន (75%)

អាស៊ីតឡឺវីសដែលគេនិយមប្រើគឺអាលុយមីញ៉ូមក្លរួ ($AlCl_3$) និងដែកក្លរួ ($FeCl_3$) សម្រាប់ប្រតិកម្មក្លរកម្ម និងដែកប្រូម្ម($FeBr_3$)សម្រាប់ប្រតិកម្មប្រូមកម្ម។ គោលបំណងនៃការប្រើអាស៊ីតឡឺវីសគឺដើម្បីធ្វើឱ្យអាឡូសែនកាន់តែមានលក្ខណៈអេឡិចត្រូភីលខ្លាំង។ ចលនការនៃប្រតិកម្មប្រូមកម្មត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។

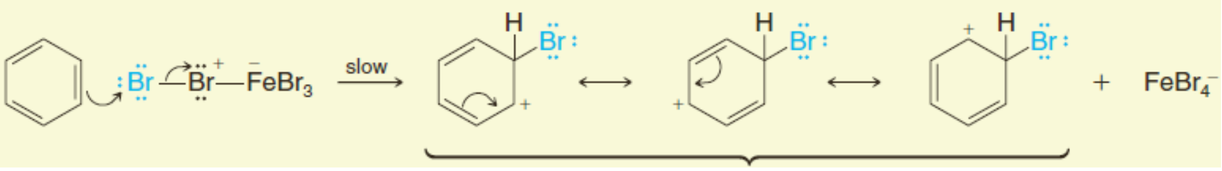
- *ចលនការប្រតិកម្មប្រូមកម្មអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច*

ដំណាក់កាលទី១៖



ប្រូមផ្គុំជាមួយ $FeBr_3$បង្កើតជាកំផ្លិចមួយ

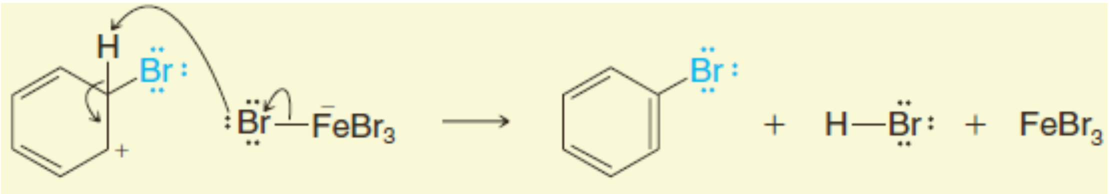
ដំណាក់កាលទី២៖



អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម

វង់បង់សែនឱ្យទ្វេតាអេឡិចត្រុងទៅប្រូមបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម ហើយធ្វើឱ្យណឹតដល់បន្ទុកវិជ្ជមានលើប្រូមមួយទៀត

ដំណាក់កាលទី៣៖

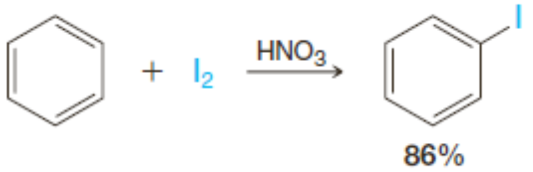


ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមបង្កើតប្រូម៉ូបង់សែន និងបង្កើតកាតាលីករមកវិញ

ចលនការរបស់ប្រតិកម្មក្លរកម្មបង់សែនក្រោមវត្តមានដែក(III)ក្លរួ ស្រដៀងគ្នានឹងចលនការប្រូមកម្មនេះដែរ។

ភ្លុយអរមានប្រតិកម្មហើសណាស់ជាមួយបង់សែនដែលភ្លុយអរកម្មអារ៉ូម៉ាទិចត្រូវការល័ក្ខខ័ណ្ឌពិសេស និងប្រភេទឧបករណ៍ពិសេស។ ប៉ុន្តែមានភាពលំបាកក្នុងការលើមីតប្រតិកម្មត្រឹមម៉ូណូភ្លុយអរកម្ម។ ប៉ុន្តែភ្លុយអរ៉ូបង់សែនអាចត្រូវបានបង្កើតដោយវិធីសាស្ត្រមិនផ្ទាល់ ដែលយើងនឹងឃើញក្នុងមេរៀនទី២០។

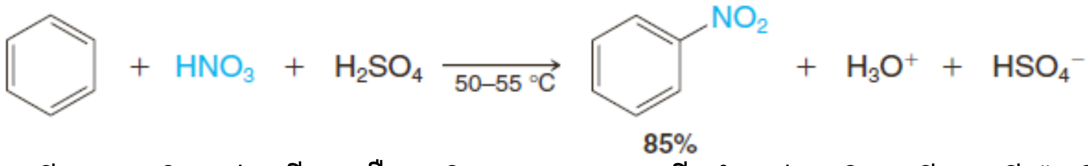
ម្យ៉ាងវិញទៀត អ៊ីយ៉ូតមានប្រតិកម្មខ្សោយណាស់ ដែលត្រូវការប្រើបច្ចេកទេសពិសេស ដើម្បីឱ្យមានប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ូតកម្មដោយផ្ទាល់ ប្រតិកម្មត្រូវតែធ្វើក្នុងវត្តមានភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មមួយ ដូចជាអាស៊ីតនីទ្រិច៖



ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ូតកម្មគីមីជីវៈ ដូចជាក្នុងការសំយោគជីវៈនៃធីរ៉ូស៊ីន កើតឡើងដោយប្រើកាតាលីករ អង់ស៊ីម។

៤. ប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មបង់សែន

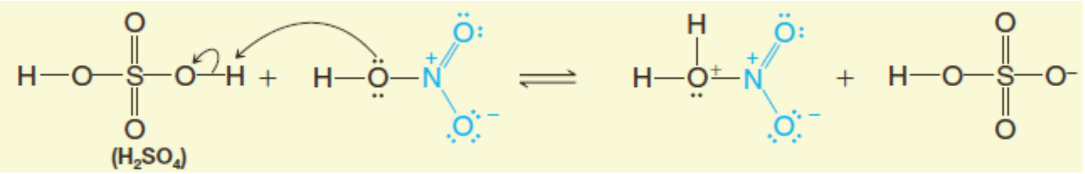
បង់សែនរងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម ក្នុងល្បាយអាស៊ីតនីទ្រិច និងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់។



អាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់បង្កើនល្បឿនប្រតិកម្ម ដោយបង្កើនកំហាប់អេឡិចត្រូភីលជាអ៊ីយ៉ុងនីត្រូញ៉ូម (NO_2^+) ដូចបានបង្ហាញក្នុងដំណាក់កាលទី១នៃចលនការខាងក្រោម។

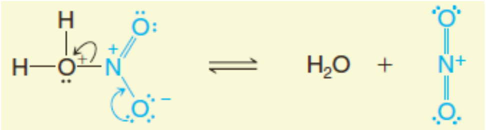
➢ *ចលនការប្រតិកម្មនីត្រាកម្មបង់សែន*

ដំណាក់កាលទី១៖



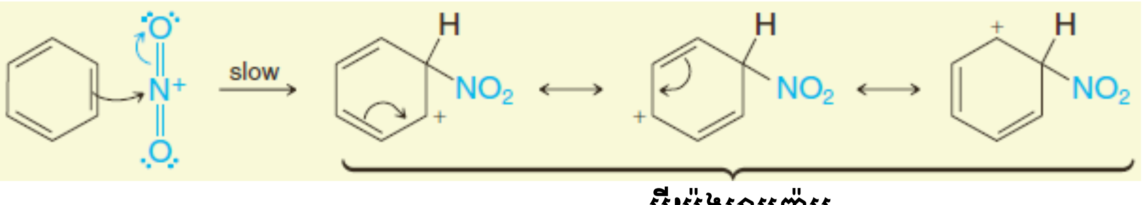
ក្នុងដំណាក់កាលនេះ អាស៊ីតនីទ្រិចទទួលប្រូតុងមួយពីអាស៊ីតខ្លាំងជាង គឺអាស៊ីតស៊ុលផួរិច

ដំណាក់កាលទី២៖



អាស៊ីតនីទ្រិចដែលរងប្រូតុងកម្មរួចហើយអាចបំបែកបង្កើតអ៊ីយ៉ុងនីត្រូញ៉ូមមួយ

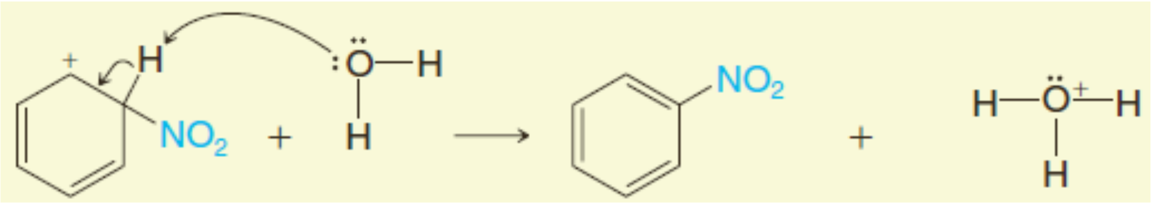
ដំណាក់កាលទី៣៖



អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម

អ៊ីយ៉ុងនីត្រូញ៉ូមជាអេឡិចត្រូភីលក្នុងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម វាប្រតិកម្មជាមួយបង់សែន បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមស្ថេរភាពដោយផលរេសូណង់មួយ

ដំណាក់កាលទី៤៖

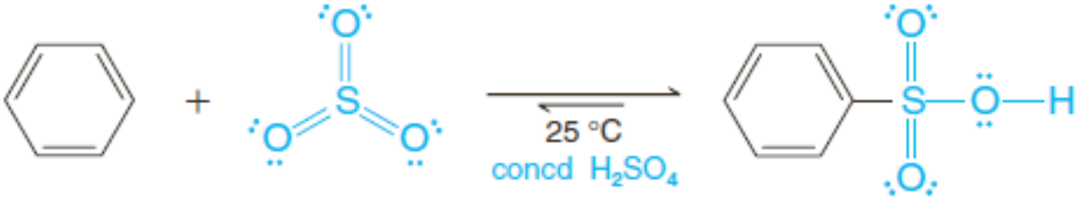


បន្ទាប់មកអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមបោះបង់ប្រូតុងមួយទៅឱ្យបាសឡឺវីស ក្លាយជានីត្រូបង់សែន

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.២៖ គេឱ្យ pK_a (H_2SO_4) = -9 និង pK_a (HNO_3) = -1.4 ។ ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាប្រតិកម្មកើតឡើងក្នុងល្បាយមួយនៃអាស៊ីតនីទ្រិច និងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ លឿនជាងក្នុងអាស៊ីតនីទ្រិចខាប់តែឯង។

៥. ប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្មបង់សែន

បង់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយចំហាយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ បង្កើតអាស៊ីតបង់សែនស៊ុលផូនិច។ ចំហាយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចគឺជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិចដែលមានបន្ថែមស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត(SO_3)។ ប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្ម(sulfonation)ក៏អាចកើតឡើងក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់តែឯងបានដែរប៉ុន្តែយឺតជាង។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងពីរ អេឡិចត្រូភីលជាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត។

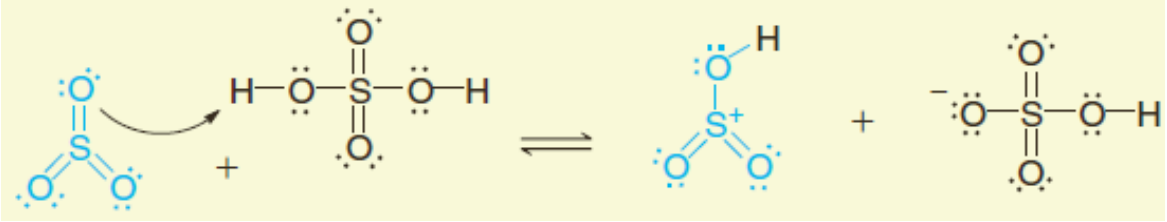


ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត **អាស៊ីតបង់សែនស៊ុលផូនិច (56%)**

ក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតត្រូវបានបង្កើតក្នុងលំនឹងមួយ ដែល H_2SO_4 មានអំពើជាអាស៊ីតផង និងជាបាសផង (មើលដំណាក់កាលទី១ក្នុងចលនការខាងក្រោម)។

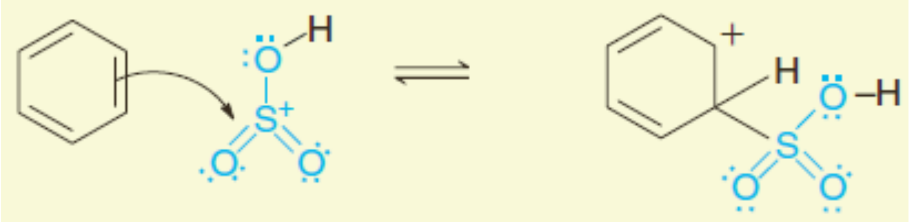
➢ *ចលនការប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្មបង់សែន*

ដំណាក់កាលទី១៖



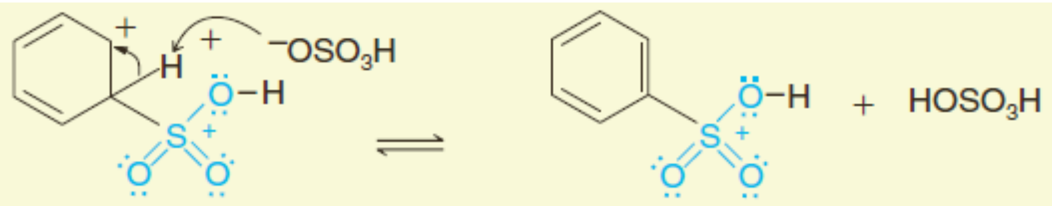
SO_3រងប្រូតុងកម្មបង្កើត SO_3H^+

ដំណាក់កាលទី២៖



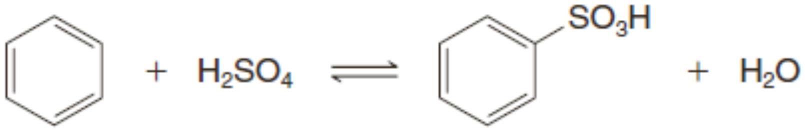
SO_3H^+ ប្រតិកម្មជាអេឡិចត្រូភីលមួយជាមួយវង់បង់សែនបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមួយ

ដំណាក់កាលទី៣៖



ការបោះបង់ប្រូតុងមួយពីអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមស្តារភាពអារ៉ូម៉ាទិចទៅឱ្យវង់វិញ និងបង្កើតកាតាលីការអាស៊ីតមកវិញ

គ្រប់ដំណាក់កាលទាំងអស់ក្នុងប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្មជាប្រតិកម្មលំនឹង ដែលមានន័យថាប្រតិកម្មសរុបអាចត្រលប់វិញបាន។ ទីតាំងលំនឹងអាចជះឥទ្ធិពលដោយល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលយើងប្រើ។



- បើសិនជាយើងចង់ធ្វើស៊ុលផូនកម្មលើវង់ (បញ្ចូលក្រុមអាស៊ីតស៊ុលផូនិច) យើងប្រើអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ ឬយកល្អត្រូវប្រើចំហាយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ ទីតាំងលំនឹងរំកិលទៅខាងស្តាំ ហើយយើងទទួលបានអាស៊ីតបង់សែនស៊ុលផូនិចក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។
- បើសិនជាយើងចង់ធ្វើដេស៊ុលផូនកម្ម (ដកក្រុមអាស៊ីតស៊ុលផូនិច) ចេញពីវង់ យើងត្រូវប្រើអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវនិងឱ្យចរន្តចំហាយទឹកក្តៅឆ្លងកាត់ល្បាយប្រតិកម្ម។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌនេះដែលមានកំហាប់ទឹកខ្ពស់ លំនឹងរំកិលទៅខាងឆ្វេង ហើយប្រតិកម្មដេស៊ុលផូនកម្មនឹងកកើតឡើង។

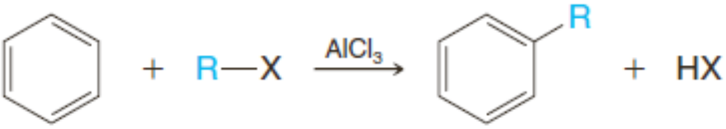
យើងនឹងឃើញពេលក្រោយថា ប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្ម និងដេស៊ុលផូនកម្មតែងតែត្រូវបានប្រើក្នុងការងារ សំយោគ។

- ជូនកាល យើងចង់បញ្ចូលក្រុមស៊ុលផូណាតជាក្រុមការពារមួយ ដើម្បីរាំងទីតាំងរបស់វាពីប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ឬ ជា**ក្រុមដំណៅទិស** (a directing group) ដើម្បីធ្វើឱ្យមានឥទ្ធិពលលើទីតាំងនៃការជំនួសផ្សេងទៀតធៀបទៅនឹងវា។ នៅពេលគេលែងត្រូវការវា យើងត្រូវអាចក្រុមស៊ុលផូណាតនេះចេញបាន។

៦. ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts

Charles Friedel អ្នកគីមីបារាំង និងសហការីរបស់គាត់ James M. Crafts បានរកឃើញវិធីសាស្ត្រថ្មីសម្រាប់ទធ្វើអាល់គីលបង់សែន (ArR) និងអាស៊ីលបង់សែន (ArCOR) ក្នុងឆ្នាំ១៨៧៧។ ឥឡូវនេះប្រតិកម្មទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា **អាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts** (Friedel-Crafts alkylation) និង **ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម** (acylation reaction) ។ យើងនឹងសិក្សាប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មFriedel-Crafts នៅចំណុចនេះ និងសិក្សាអំពី ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ក្នុងផ្នែកទី៧។

- ខាងក្រោមនេះជាសមីការទូទៅមួយរបស់ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts៖

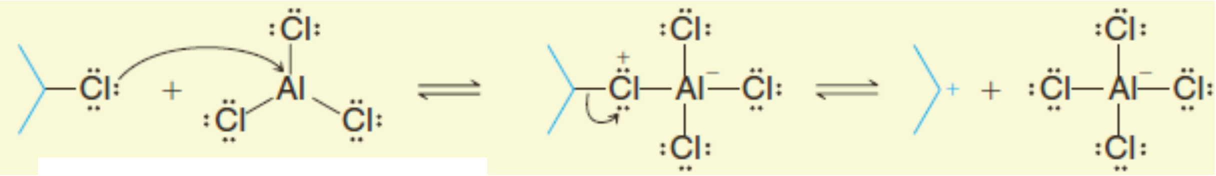


- ចលនការប្រតិកម្មនេះចាប់ផ្តើមពីការកកើតកាបូកាចុងមួយ។

- បន្ទាប់មកកាបូកាចុងមានអំពើជាអេឡិចត្រូភីលប្រយុទ្ធលើវង់បង់សែនបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមួយ។
- បន្ទាប់មក អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមបោះបង់ប្រូតុងមួយ។

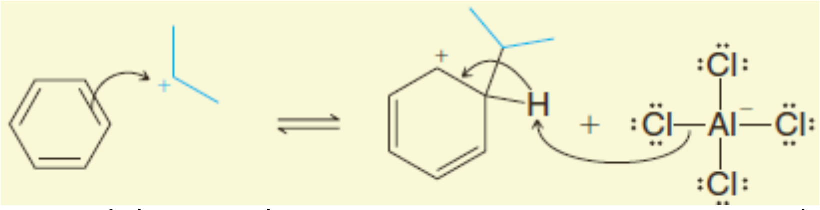
➢ *ចលនការប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts*

ដំណាក់កាលទី១៖



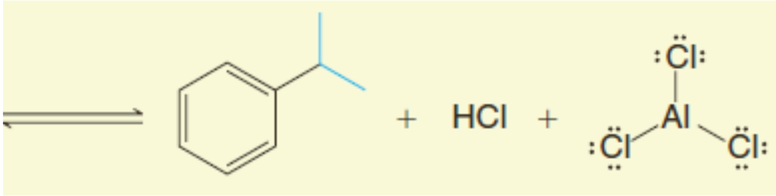
នេះជាប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសឡឺវីស ការបំបែកកំផ្លិចបង្កើតជាកាបូកាចុងមួយ និង $AlCl_4^-$

ដំណាក់កាលទី២៖



កាបូកាចុងមានអំពើជាអេឡិចត្រូភីលប្រតិកម្មជាមួយបង់សែន បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមួយ។

ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមបង្កើត អ៊ីសូប្រូពីល បង់សែនមួយ។ ដំណាក់កាល នេះបង្កើត $AlCl_3$ឡើងវិញ និងបំភាយ HCl



- នៅពេលR–X ជាអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ កាបូកាចុងងាយមួយប្រហែលជាមិនអាចកកើតទេ។ ប៉ុន្តែអាលុយមីញ៉ូមក្លរួបង្កើតជាកំផ្លិចមួយជាមួយអាល់គីលអាឡូសែន ហើយកំផ្លិចនេះមានអំពើជាអេឡិចត្រូភីល។

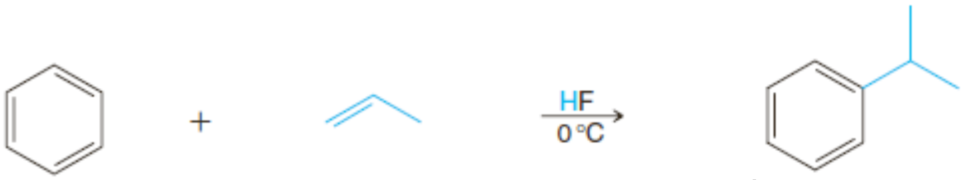
កំផ្លិចនេះមានសម្ព័ន្ធកាបូន-អាឡូសែនជិតដាច់ ហើយជាកំផ្លិចមួយដែលអាតូមកាបូនមានបន្ទុកវិជ្ជមានមួយ៖

$$\overset{\delta+}{RCH_2}\text{----}\ddot{Cl}:\overset{\delta-}{AlCl_3}$$

ទោះបីជាកំផ្លិចនេះមិនមែនជាកាចុងធម្មតា វាមានអំពើដូចគ្នា ហើយវាផ្ទេរក្រុមអាល់គីលវិជ្ជមានមួយទៅវង់អារ៉ូម៉ាទិចមួយ។

- កំផ្លិចទាំងនេះមានប្រតិកម្មដូចគ្នាទៅនឹងកាបូកាចុងធម្មតា ហើយវាអាចរងនូវប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងដែរ។
- ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មFriedel-Crafts មិនមានកម្រិតក្នុងការប្រើអាល់គីលអាឡូសែន និង អាលុយមីញ៉ូមក្លរួទេ។ គូរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀតដែលបង្កើតកាបូកាចុង (ឬប្រភេទដូចកាបូកាចុង) អាចត្រូវបានប្រើក្នុងប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ផងដែរ។

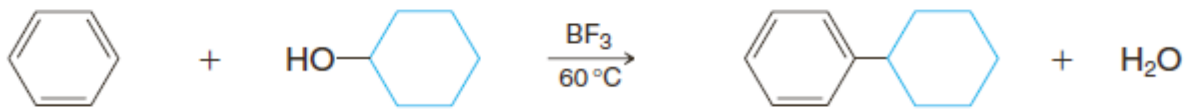
លទ្ធភាពទាំងនេះរួមមានការប្រើប្រាស់ល្បាយនៃអាល់សែន និងអាស៊ីតមួយ៖



ប្រូប៉ែន　　អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន (គុយមែន) (84%)

ស៊ីក្លូអិចសែន　　ស៊ីក្លូអិចស៊ីលបង់សែន (62%)

គេក៏អាចប្រើល្បាយអាល់កុល និងអាស៊ីតផងដែរ៖



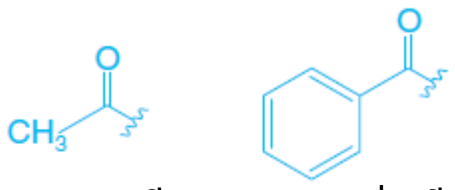
ស៊ីក្លូអិចសាណុល　　ស៊ីក្លូអិចស៊ីលបង់សែន (56%)

មានលីមីតសំខាន់ៗរបស់ប្រតិកម្ម Friedel-Crafts។ យើងនឹងសិក្សាពួកវាក្នុងផ្នែកទី៨។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៣៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនៃដំណាក់កាលទាំងអស់ក្នុងការបង្កើតអ៊ីសូប្រូពីលបង់សែនពីប្រូប៉ែន និងបង់សែនក្នុងHF រាវ។

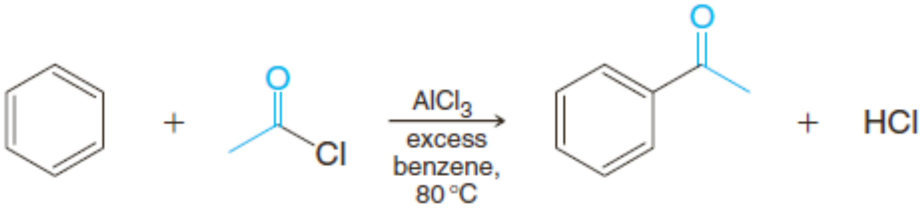
៧. ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts

ក្រុម R –CO- ជា**ក្រុមអាស៊ីល** (acyl group) ហើយប្រតិកម្មដែលក្រុមអាស៊ីលត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងសមាសធាតុមួយត្រូវបានគេហៅថា**ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម** (acylation reaction)។ ក្រុមអាស៊ីលសំខាន់ពីរគឺក្រុម អាសេទីល និងក្រុមបង់សូអ៊ីល (អាចច្រលំនឹងក្រុមបង់ស៊ីល -$CH_2C_6H_5$)។



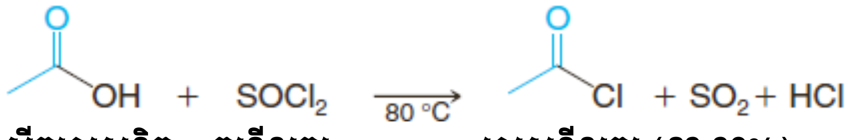
ក្រុមអាសេទីល　　ក្រុមបង់សូអ៊ីល

ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មFriedel-Crafts តែងតែត្រូវបានធ្វើឡើងដោយដាក់សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលអាឡូសែនមួយ (តែងតែជាអាស៊ីលក្លរួ)។ ដោយសារតែ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ ប្រតិកម្មត្រូវការបន្ថែមយ៉ាងហោចណាស់១សមមូលនៃអាស៊ីតឡឺវីសមួយដែរ (ដូចជា $AlCl_3$)។ ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មជាអារីលសេតូនមួយ៖

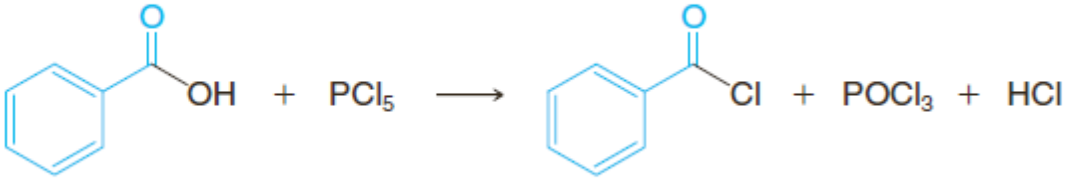


អាសេទីលក្លរួ　　អាសេតូផេណូន(97%)
(មេទីលផេនីលសេតូន)

គេក៏អាចហៅអាស៊ីលក្លរួថា **អាស៊ីតក្លរួ** (acid chlorides) ហើយវាត្រូវបានទធ្វើយ៉ាងងាយស្រួល ដោយ ដាក់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយត្យូនីលក្លរួ ($SOCl_2$) ឬ ផូស្វរប៉េង់តាក្លរួ (PCl_5)៖

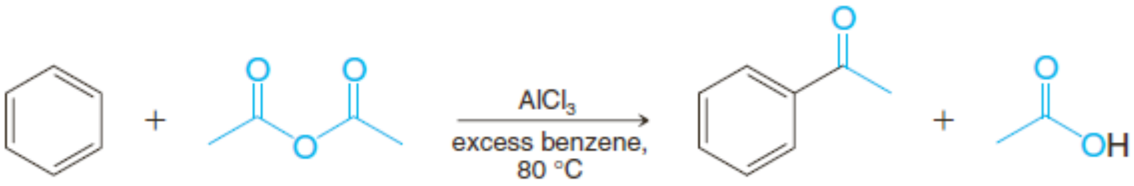


អាស៊ីតអាសេទិច ត្យូនីលក្លរួ អាសេទីលក្លរួ (89-90%)



អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច ផូស្វរប៉េង់តាក្លរួ បង់សូអ៊ីលក្លរួ (90%)

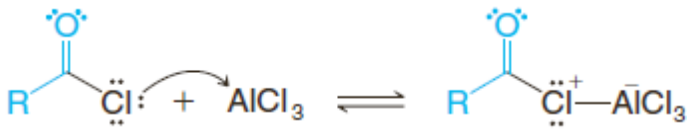
ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ក៏អាចធ្វើឡើងដោយប្រើអានីឌ្រីតកាបុកស៊ីលិចដែរ។ ឧទាហរណ៍៖



អានីឌ្រីកាបុកស៊ីលិច អាសេតូផេណូន (82-85%)

ក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ស្ទើរតែទាំងអស់ អេឡិចត្រូភីលជា**អ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលីញ៉ូម** (acy-lium ion) ដែលកកើតពីអាស៊ីលអាឡូសែនមួយតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម៖

ដំណាក់កាលទី១៖

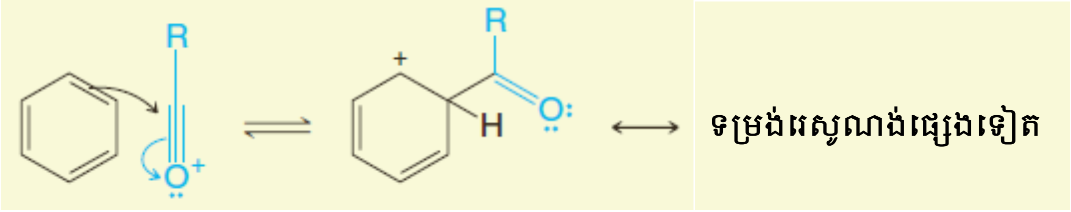


ដំណាក់កាលទី២៖

អ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលីញ៉ូម

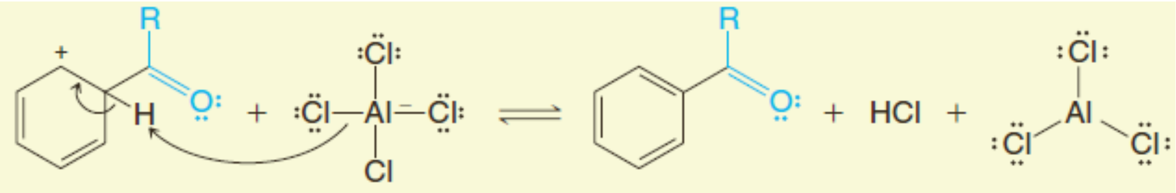
ដំណាក់កាលនៅសល់ក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts នៃបង់សែនមានដូចខាងក្រោម៖

ដំណាក់កាលទី៣៖



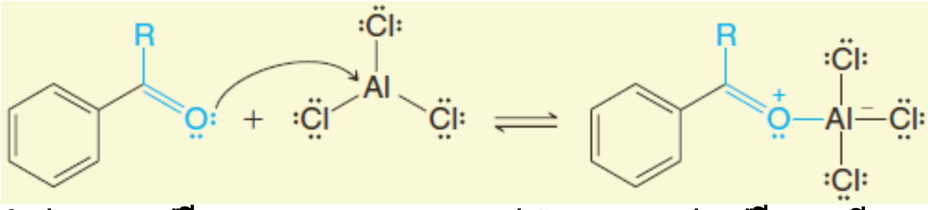
អ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលីញ៉ូមមានអំពើជាអេឡិចត្រូភីលមួយ ប្រតិកម្មជាមួយបង់សែនបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមួយ

ដំណាក់កាលទី៤៖



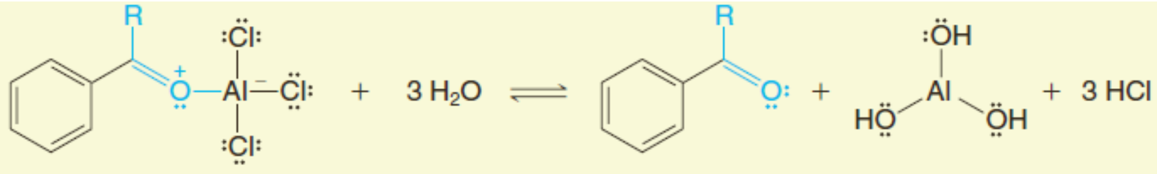
ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម បង្កើតជាអារីលសេតូន

ដំណាក់កាលទី៥៖



សេតូនមានអំពើជាបាសឡឺវីសប្រតិកម្មជាមួយអាលុយមីញ៉ូមក្លរួ (អាស៊ីតឡឺវីស)បង្កើតជាកំផ្លិចមួយ

ដំណាក់កាលទី៦៖



ប្រតិកម្មនៃទឹកលើកំផ្លិចរំដោះសេតូន និងអ៊ីដ្រូលីសអាស៊ីតឡឺវីស

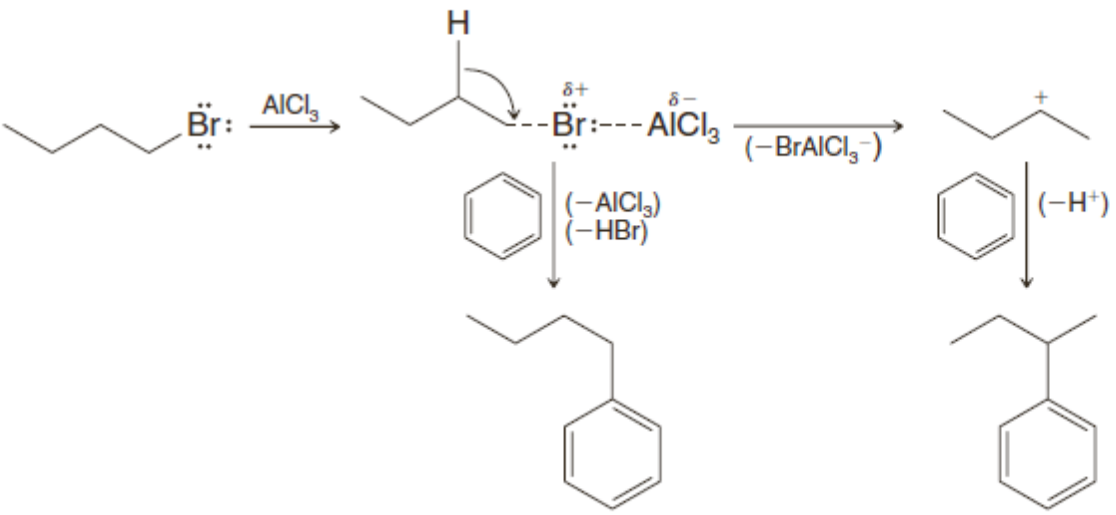
ការអនុវត្តន៍សំយោគជាច្រើននៃប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts មានក្នុងផ្នែកទី៩។

៨. លីមីតនៃប្រតិកម្ម Friedel-Crafts

លីមីតជាច្រើនដែលធ្វើឱ្យប្រតិកម្ម Friedel-Crafts គ្មានប្រយោជន៍គឺ៖

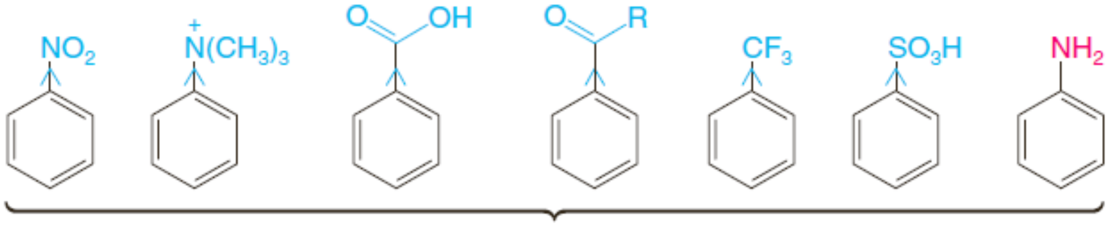
១. នៅពេលកាបូកាចុងដែលកកើតពីអាល់គីលអាឡូសែនូ អាល់សែន ឬអាល់កុលមួយអាចធ្វើបណ្តូរទីតាំងទៅជាកាបូកាចុងមួយ ឬច្រើនដែលមានស្ថេរភាពជាង វាតែងតែកើតឡើងដូចនេះ ហើយផលិតផលឧត្តមភាពដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មនេះ តែងតែទទួលបានពីកាបូកាចុងដែលមានស្ថេរភាពជាងគេ។

ឧទាហរហ៍ នៅពេលបង់សែនរងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មជាមួយប៊ុយទីប្រូមួ កាចុងប៊ុយទីលបណ្តូរទីតាំង ដោយរំកិលអ៊ីដ្រូ។ កាបូកាចុងថ្នាក់ទី១ ដែលកកើតបានក្លាយជាកាបូកាចុងថ្នាក់ទី២ដែលមានស្ថេរភាព ជាង។ បន្ទាប់មក បង់សែនប្រតិកម្មជាមួយកាបូកាចុងទាំងពីរនេះបង្កើតជាប៊ុយទីលបង់សែន និង សិក-ប៊ុយទីលបង់សែន។



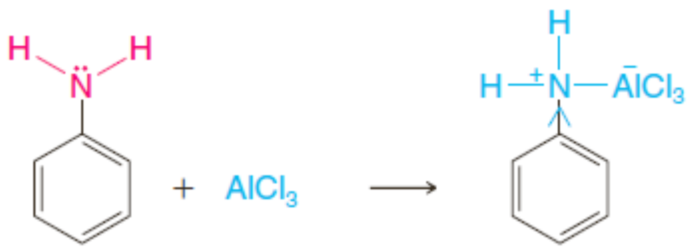
ប៊ុយទីលបងសែន (32-36%)   សិក-ប៊ុយទីល
បង់សែន(64-88%)

២. **ប្រតិកម្ម Friedel-Crafts តែងតែឱ្យទិន្នផលទាប នៅពេលមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងលើវង់ អារ៉ូម៉ាទិច ឬនៅពេលវង់ចងជាមួយក្រុម** $-NH_2$, -NHR, ឬ $-NH_2$។ លីមីតនេះអាចកើតឡើង ទាំងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម និងអាស៊ីលកម្ម។



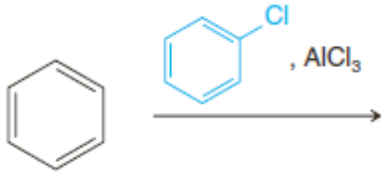
ប្រភេទគីមីទាំងនេះតែងតែឱ្យទិន្នផលទាបក្នុងប្រតិកម្ម Friedel-Crafts

យើងនឹងសិក្សាក្នុងផ្នែកទី១០ថា ក្រុមលើបង់សែនអាចមានឥទ្ធិពលធំធេងលើប្រតិកម្មភាពរបស់វង់ចំពោះប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។ **ក្រុមទាញអេឡិចត្រុង** (Electron-withdrawing groups) **ធ្វើឱ្យវង់អន់ប្រតិកម្មភាពដោយធ្វើឱ្យវាខ្វះអេឡិចត្រុង**។ ក្រុមជួសណាមួយដែលទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងជាងអាឡូសែនមួយ ដែលជា**ក្រុមដៅទិសមេតា** (meta-directing group) (មើល ផ្នែកទី១១) **ធ្វើឱ្យវង់អារ៉ូម៉ាទិចខ្វះអេឡិចត្រុងកាន់តែខ្លាំងដើម្បីធ្វើប្រតិកម្ម Friedel-Craft**។ ក្រុម អាមីណូ $-NH_2$, -NHR និង $-NR_2$ ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងយ៉ាងខ្លាំងដោយអាស៊ីតឡឺវីសដែលបានប្រើក្នុងប្រតិកម្មFriedel-Crafts។
ឧទាហរណ៍៖

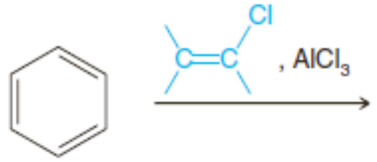


មិនរងប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ទេ

៣. **អារីល និងវីនីលអាឡូសែនមិនអាចប្រើជាដៃគូអាឡូសែន ពីព្រោះពួកវាមិនអាចបង្កើតកាបូកាចុង ទេ៖**

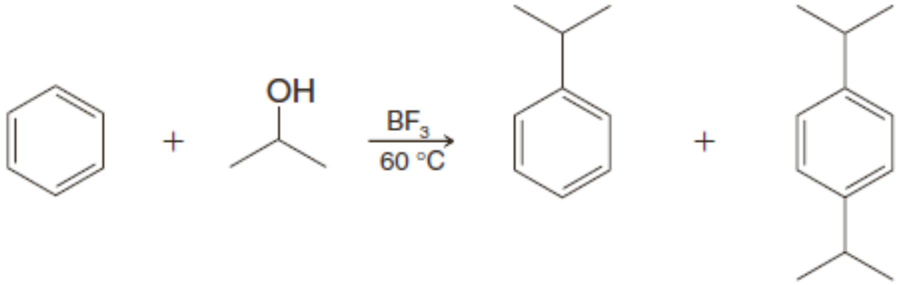


មិនមានប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ទេ ពីព្រោះអាឡូសែនជាអារីលអាឡូសែន



មិនមានប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ទេ ពីព្រោះ អាឡូសែនជាវីនីលអាឡូសែន

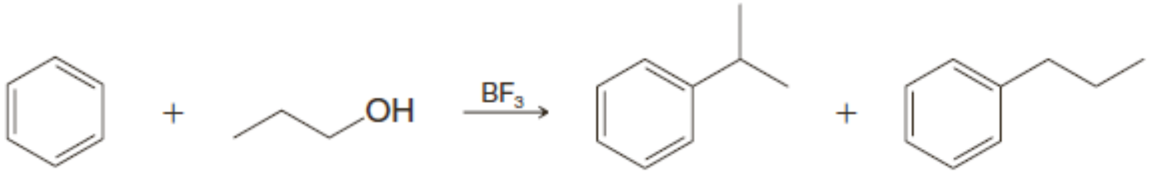
៤. ប៉ូលីអាល់គីលកម្មតែងតែកើតឡើង។ ក្រុមអាល់គីលជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងតាមផលអាំងឌុចទីវ ហើយនៅពេលគេបញ្ចូលវាទៅលើវង់បង់សែន វាបន្ថែមសកម្មភាពប្រតិកម្មជំនួសទៅឱ្យវង់ (មើលផ្នែកទី១០)៖



អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន (24%)　**p-ឌីអ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន** (14%)

ប៉ូលីអាស៊ីលកម្មមិនមែនជាបញ្ហាក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ទេ។ក្រុមអាស៊ីល (RCO-) ជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លួនវា និងនៅពេលវាបង្កើតកំផ្លិចមួយជាមួយ $AlCl_3$ ក្នុងដំណាក់កាលចុង ក្រោយ (ផ្នែកទី៧) វាត្រូវបានបង្កើត ទោះបីជាវាទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងក៏ដោយ។ ការទាញអេឡិច ត្រុងនេះរារាំងប្រតិកម្មជំនួសបន្ថែម និងធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលដល់ប្រតិកម្មម៉ូណូអាស៊ីលកម្ម។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៤៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



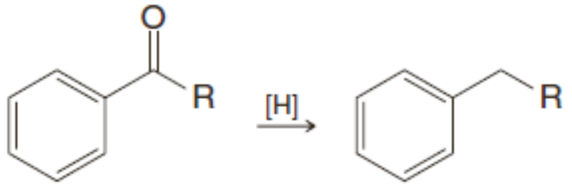
៩. ការអនុវត្តន៍សំយោគនៃប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ៖ ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Clemmensen និង Wolff-Kishner

- ប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងរបស់ខ្សែកាបូនមិនកើតឡើងក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ទេ។

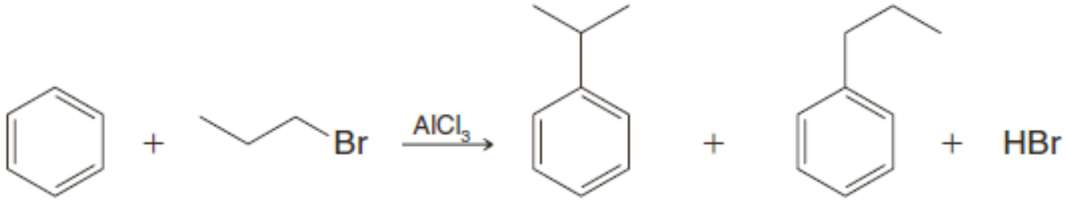
ដោយសារតែអ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលីញ៉ូមត្រូវបានបន្ស៊ប់ដោយផលរេសូណង់ វាមានស្ថេរភាពជាងកាបូកាចុងផ្សេងទៀត។ ដូចនេះ វាគ្មានកម្លាំងបង្ខំឱ្យមានប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងទេ។ ដោយសារតែប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងមិន កើតឡើង ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ដែលបន្តដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មក្រុមកាបូនីលទៅជាក្រុម

CH_2តែងតែផ្ដល់ឱ្យយើងនូវមធ្យោបាយបង្កើតអាល់គីលបង់សែនមិនមានខ្នែង ជាងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel- Crafts ។

- ក្រុមកាបូនីលនៃអារីលសេតូនមួយអាចរងរេដុកម្មទៅជាក្រុម CH_2 មួយ។

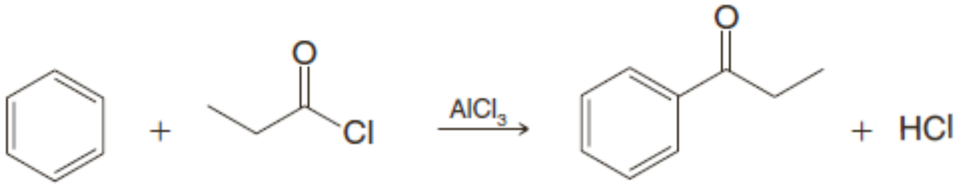


ជាឧទាហរណ៍ ចូរយើងពិចារណាលើការសំយោគប្រូពីលបង់សែន។ បើសិនជាយើងចង់សំយោគវាតាមប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts ប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងអាចកើតឡើង ហើយផលិតផលឧត្តមភាពជា អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន៖



អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន (ផលិតផលឧត្តមភាព) **ប្រូពីលបង់សែន (ផលិតផលតិចតួច)**

ផ្ទុយមកវិញ ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មFriedel-Crafts នៃបង់សែនជាមួយប្រូប៉ាណូអ៊ីលក្លរួបង្កើតសេតូនមួយ ដែលមានខ្សែកាបូនមិនអាចរងបណ្ដូរទីតាំងក្នុងទិន្នផលខ្ពស់៖

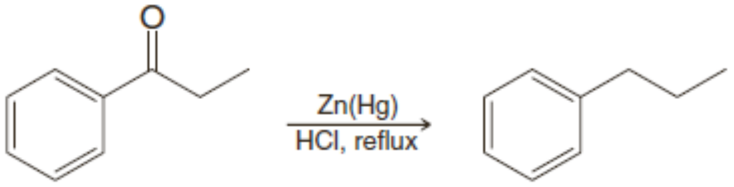


ប្រូប៉ាណូអ៊ីលក្លរួ **អេទីលផេនីលសេតូន** (90%)

បន្ទាប់មក សេតូននេះអាចរងរេដុកម្មទៅជាប្រូពីលបង់សែនដោយវិធីសាស្ត្រជាច្រើន។

៩.១ ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Clemmensen

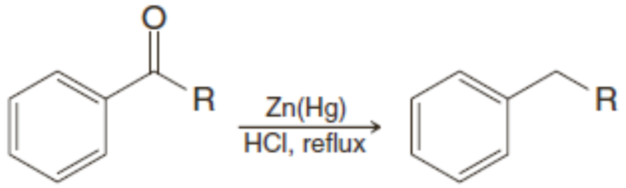
វិធីសាស្ត្រទូទៅមួយសម្រាប់ធ្វើរេដុកម្មសេតូនមួយទៅជាក្រុមមេទីឡែនមួយ ហៅថា**ប្រតិកម្មរេដុកម្ម** Clemmensen ដែលក្នុងសេតូនត្រូវបានធ្វើភ្លុច (reflux) ជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចមានស័ង្កសីអាម៉ាល់ហ្គាម (បំរាម៖ ដូចដែលយើងនឹងឃើញ ស័ង្កសី និងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចនឹងធ្វើរេដុកម្មក្រុមនីត្រូទៅជាក្រុមអាមីណូ)។



អេទីលផេនីលសេតូន **ប្រូពីលបង់សែន** (80%)

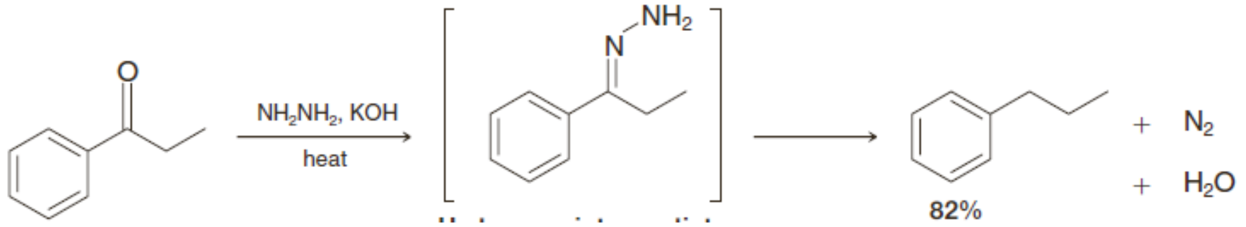
ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Clemmensen

ជាទូទៅ៖



៩.២ ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner

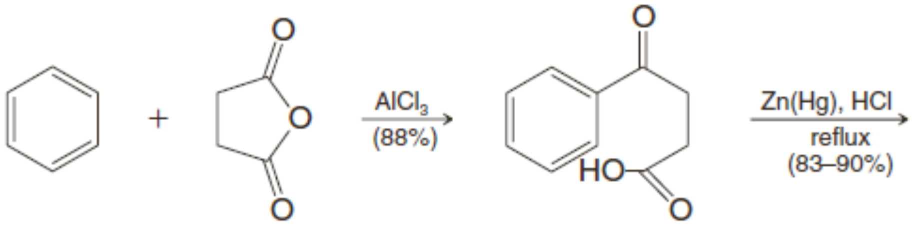
វិធីសាស្ត្រមួយទៀតក្នុងការធ្វើរេដុកម្មសេតូនមួយទៅជាក្រុមមេទីឡែនមួយជាប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner ដែលទាក់ទងនឹងការកម្ដៅសេតូនជាមួយអ៊ីដ្រាស៊ីន និងបាស។ ប្រតិកម្មរេដុកម្មWolff-Kishner ជា ប្រតិកម្មបំពេញប្រតិកម្មរេដុកម្មClemmensen ត្រង់ថា វាត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស តែប្រតិកម្មរេដុកម្ម Clemmensenត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត។ ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner ឆ្លងកាត់អង្គធាតុអ៊ីដ្រា សូនមួយ ដែលមិនអាចញែកចេញក្នុងពេលប្រតិកម្ម។ ឧទាហរណ៍ អេទីលផេនីលសេតូនអាចរងរេដុកម្មទៅជា ប្រូពីលបង់សែនដោយប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner ខាងក្រោម៖



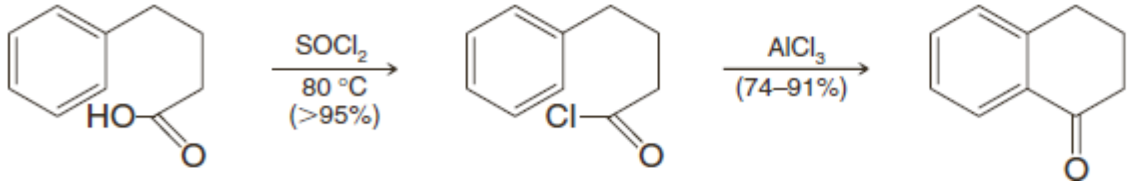
អង្គធាតុកណ្ដាលអ៊ីដ្រាសូន

ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner

នៅពេលអានីឌ្រីតវង់ត្រូវបានប្រើជាដៃគូមួយ ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts ផ្ដល់ជាមធ្យោបាយមួយក្នុងការបូកវង់ថ្មីមួយទៅលើសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមួយ។ ប្រតិកម្មដូចនេះមួយត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរកត់សម្គាល់ថា សេតូនរងរេដុកម្មក្នុងដំណាក់កាលរេដុកម្ម Clemmensen។ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនមានរង រេដុកម្មនេះទេ។ គេទទួលបានលទ្ធផលដូចគ្នា បើគេប្រើរេដុកម្ម Wolff-Kishner។



បង់សែន(លើស) អានីឌ្រីតស៊ុយស៊ីនិច អាស៊ីត 3-បង់សូអ៊ីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច

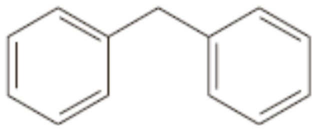


អាស៊ីត 4-ផេនីលប៊ុយតាណូអ៊ិច 4-ផេនីលប៊ុយតាណូអ៊ីលក្លរួ α-តេត្រាឡូន

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៥៖ ដោយផ្ដើមពីបង់សែន និងអាស៊ីលក្លរួសមស្រប ឬអាស៊ីតអានីឌ្រិច ចូរសរសេរសមីការ សំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖

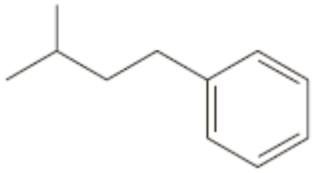
(a) ប៊ុយទីលបង់សែន

(c)

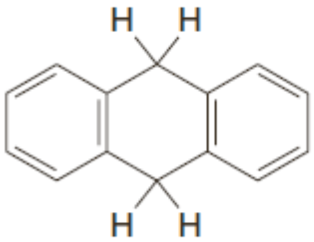


ឌីផេនីលមេតាន

(b)



(d)



9,10 -ឌីអ៊ីដ្រូអង់ត្រាសែន

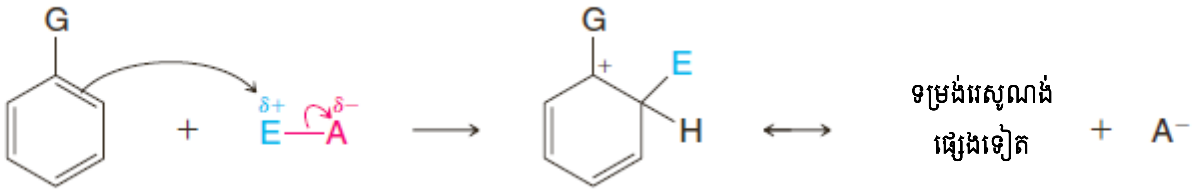
១០. ឥទ្ធិពលនៃក្រុមជួសលើប្រតិកម្មភាពវង់ និងដំណៅទិសក្រុមចំណូល

ក្រុមជួសមួយដែលមានវត្តមានលើវង់បង់សែនរួចហើយអាចប៉ះពាល់ទាំង**ប្រតិកម្មភាព**របស់វង់ចំពោះប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីល និង**ដំណៅទិស**ដែលក្រុមចំណូល (incoming group) ត្រូវចូលលើវង់។

- ក្រុមជួសអាចធ្វើឱ្យវង់កាន់តែមានប្រតិកម្មភាពជាងបង់សែន (គឺថា វាអាចធ្វើឱ្យសមាសធាតុនេះមានប្រតិកម្មកាន់តែលឿនជាងប្រតិកម្មរបស់បង់សែន)។ ក្រុមទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា **ក្រុមសកម្ម** (activating groups)។
- ក្រុមជួសអាចធ្វើឱ្យវង់កាន់តែអន់ប្រតិកម្មភាពជាងបង់សែន (គឺថា វាអាចធ្វើឱ្យសមាសធាតុនេះ ប្រតិកម្មយឺតជាងប្រតិកម្មរបស់បង់សែន)។ ក្រុមទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា**ក្រុមអសកម្ម** (deactivating groups)។

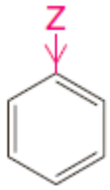
១០.១ តើក្រុមជួសមានឥទ្ធិពលដល់ប្រតិកម្មភាពយ៉ាងម៉េច?

មើលរូប១៥.៣ និង១៥.២ ឡើងវិញ ដែលដំណាក់កាលយឺតក្នុងប្រតិកម្មអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច និងជាដំណាក់កាលកំណត់ល្បឿនជាដំណាក់កាលទី១។ ក្នុងដំណាក់កាលនេះ ភ្នាក់ងារស្វែងរកអេឡិចត្រុងមានប្រតិកម្មដោយទទួលយកទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយពីវង់បង់សែន។



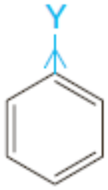
បង់សែនជួសមួយ **អេឡិចត្រូភីល** **អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម**

បើសិនជាក្រុមជួសមួយដែលមានលើវង់រួចហើយធ្វើឱ្យវង់កាន់តែសំបូរអេឡិចត្រុង ដោយឱ្យអេឡិចត្រុងទៅវា នោះវង់នឹងមានលក្ខណៈនុយក្លេអូភីលកាន់តែខ្លាំង កាន់តែមានប្រតិកម្មភាពចំពោះអេឡិចត្រូភីល ហើយប្រតិកម្មនឹងកើតឡើងកាន់តែលឿន។



បើ Z ឱ្យអេឡិចត្រុង វង់កាន់តែសំបូរអេឡិចត្រុង ហើយ មានប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូភីលកាន់តែលឿន

ម្យ៉ាងវិញ បើសិនជាក្រុមជួសនៅលើវង់ទាញអេឡិចត្រុង វង់នឹងកាន់តែខ្សត់អេឡិចត្រុង ហើយអេឡិចត្រូភីលមួយនឹងប្រតិកម្មជាមួយវង់នេះកាន់តែយឺត។

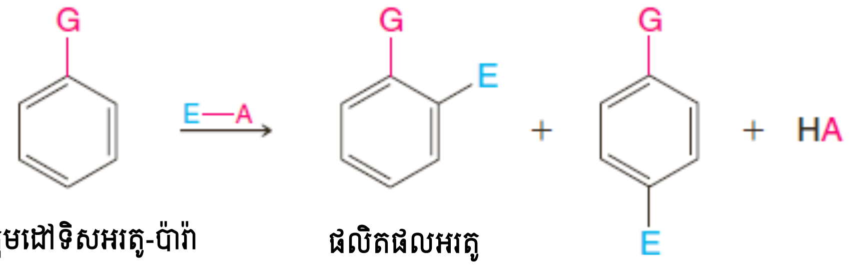


បើ Y ទាញអេឡិចត្រុង វង់កាន់តែខ្សត់អេឡិចត្រុង ហើយវាប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូភីលកាន់តែយឺត

១០.២ ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា និងក្រុមដៅទិសមេតា

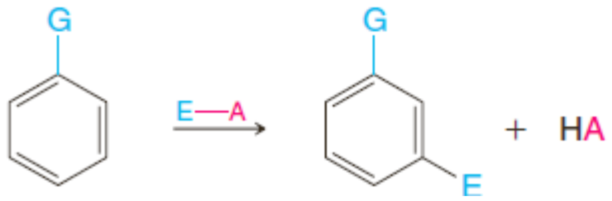
ក្រុមជួសនៅលើវង់អាចមានឥទ្ធិពលដល់ដំណៅទិសនៃក្រុមចូល នៅពេលវាជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនលើវង់នោះ។ ក្រុមជួសទាំងនេះមានពីរថ្នាក់៖

- **ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា**(Orto-Para directors) ដៅទិសក្រុមចូលទៅកាន់ទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ាធៀប នឹងខ្លួនវា។



G: ជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា ផលិតផលអរតូ ផលិតផលប៉ារ៉ា

- **ក្រុមដៅទិសមេតា** (Meta directors) ដៅទិសក្រុមចូលលើទីតាំងមេតាធៀបនឹងខ្លួនវា។

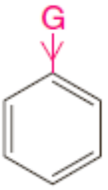


G ជាក្រុមដៅទិសមេតា ផលិតផលមេតា

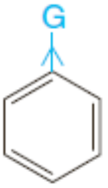
១០.៣ ក្រុមជួសឱ្យអេឡិចត្រុង និងទាញអេឡិចត្រុង

ក្រុមជួសមួយជាក្រុមជួសអសកម្ម និងសកម្ម ឬក្រុមជួសមួយជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា ឬក្រុមដៅទិស មេតា អាស្រ័យលើថាតើក្រុមជួសនោះឱ្យអេឡិចត្រុងទៅវង់ ឬទាញអេឡិចត្រុងពីវង់។

- ក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងទាំងអស់ជាក្រុមសកម្ម និងជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។
- លើកលែងតែក្រុមជួសជាអាឡូសែន ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងទាំងអស់ជាក្រុមអសកម្ម ហើយពួកវាទាំងអស់ជាក្រុមដៅទិសមេតា។
- ក្រុមជួសអាឡូសែនជាក្រុមអសកម្មខ្សោយ និងជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។



បើសិនជា G ឱ្យអេឡិចត្រុង វង់ត្រូវបាន ធ្វើឱ្យសកម្ម វាប្រតិកម្មលឿនជាងមុន ហើយប្រតិកម្មកើតឡើងលើទីតាំងអរតូ ឬប៉ារ៉ា

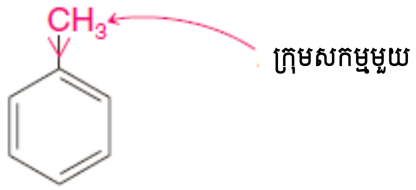


បើសិនជា G ទាញអេឡិចត្រុង វង់ត្រូវបាន បង្អាក់សកម្ម វាប្រតិកម្មយឺតជាងមុន ហើយ ប្រតិកម្មកើតលើទីតាំងមេតា (លើកលែង G ជា អាឡូសែន)

១០.៤ ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា

- ក្រុមជួសអាល់គីលជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង ហើយពួកវាជាក្រុមសកម្ម។ ពួកវាក៏ជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារាដែរ។

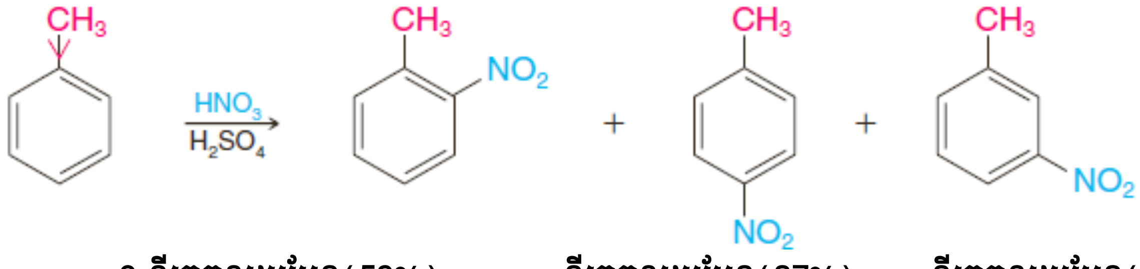
ឧទាហរណ៍ តូលុយអែនប្រតិកម្មលឿនជាងបង់សែនក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីល៖



តូលុយអែនមានប្រតិកម្មជំនួស
អេឡិចត្រូភីលខ្លាំងជាងបង់សែន

យើងសង្កេតឃើញ ប្រតិកម្មភាពខ្លាំងរបស់តូលុយអែនក្នុងមធ្យោបាយជាច្រើន។ ឧទាហរណ៍ យើងរកឃើញថា ជាមួយតូលុយអែន គេអាចប្រើលក្ខខ័ណ្ឌរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីល ដូចជាសីតុណ្ហភាពទាប និងកំហាប់ទាបរបស់អេឡិចត្រូភីល ងាយជាងបង់សែន។ យើងក៏រកឃើញដែរថា ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌដូចគ្នា តូលុយអែនមានប្រតិកម្មលឿនជាងបង់សែន។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងប្រតិកម្មនីត្រាកម្ម តូលុយអែនប្រតិកម្មលឿនជាងបង់សែន២៥ដង។

បន្ថែមនេះទៀត យើងក៏រកឃើញដែរថា នៅពេលតូលុយអែនរងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលការជំនួសស្ទើរតែទាំងអស់កើតឡើងលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ារបស់វា។ នៅពេលយើងធ្វើប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មតូលុយអែនដោយអាស៊ីតនីទ្រិច និងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច យើងទទួលបានម៉ូណូនីត្រូតូលុយអែនតាមសមាមាត្រដូចខាងក្រោម៖



o-នីត្រូតូលុយអែន(59%)　　p-នីត្រូតូលុយអែន(37%)　　m-នីត្រូតូលុយអែន(4%)

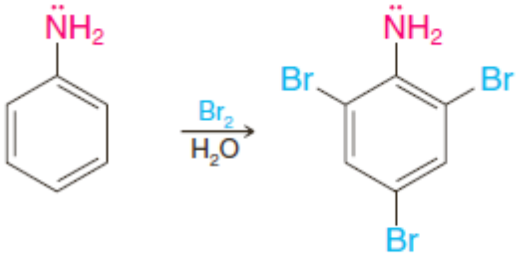
ម៉ូណូនីត្រូតូលុយអែនដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មនេះគឺ 96% (59%+37%) មានក្រុមនីត្រូលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ា។ មានតែ 4% ទេដែលក្រុមនីត្រូស្ថិតលើទីតាំងមេតា។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៦៖ ចូរពន្យល់ពីរបៀបដែលភាគរយខាងលើបង្ហាញថាក្រុមមេទីលដៅទិសទីតាំងអរតូ-ប៉ារ៉ា ដោយចាត់ទុកថាភាគរយទាំងនេះនឹងទទួលបានពីក្រុមមេទីលដែលគ្មានឥទ្ធិពលលើដំណៅទិសលើអេឡិចត្រូភីលចូលទេ។

ការជំនួសឧត្តមភាពរបស់តូលុយអែនលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ាមិនត្រូវបានកម្រិតតែចំពោះប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មទេ។ គេសង្កេតឃើញលក្ខណៈដូចគ្នានេះក្នុងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្ម ស៊ុលផូនកម្ម និងប្រតិកម្មផ្សេងទៀត។

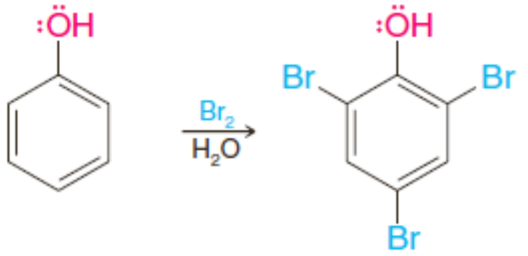
- ក្រុមដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីលើអាតូមចងសម្ព័ន្ធជាមួយវង់អារ៉ូម៉ាទិច ដូចជាក្រុមអាមីណូ អ៊ីដ្រុកស៊ីល អាល់កុកស៊ីល និងអាមីត ឬអេស្ទែរ ដែលមានអុកស៊ីសែន ឬអាសូតចងសម្ព័ន្ធផ្ទាល់ជាមួយវង់ ជាក្រុមសកម្មខ្លាំង និងជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាខ្លាំង។

ផេណុល និងអានីលីនមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមក្នុងទឹក (មិនត្រូវការកាតាលីករ) នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ បង្កើតសមាសធាតុដែលទីតាំងទាំងអរតូ និងប៉ារ៉ាត្រូវបានជំនួសទាំងពីរ។



2,4,6-ទ្រីប្រូម៉ូអានីលីន

(~100%)



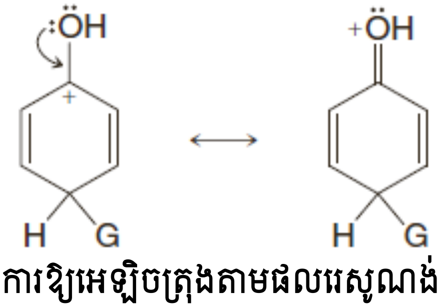
2,4,6-ទ្រីប្រូម៉ូផេណុល

(~100%)

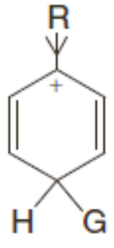
- ជាទូទៅ ក្រុមជំនួសដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីលើអាតូមជាប់ជាមួយវង់បង់សែន (ដូចជាអ៊ីដ្រុកស៊ីល , អាមីណូ) ជាក្រុមសកម្មខ្លាំងជាងក្រុមដែលគ្មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី (ដូចជាក្រុមអាល់គីល)។
- របាយដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងទៅកាន់វង់បង់សែនតាមរេសូណង់ជាទូទៅខ្លាំងជាងរបាយអេឡិចត្រុងតាមផលអាំងឌុចទីវ។

ដូចមូលហេតុខាងលើ ទោះបីអាមីត និងអេស្ទែរមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីមួយលើអាតូមជាប់នឹងវង់ ឥទ្ធិពលសកម្មរបស់វាត្រូវបានលុបបាត់ ពីព្រោះក្រុមកាបូនីលផ្ដល់ទម្រង់រេសូណង់មួយដែលដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងរាយចេញពីវង់បង់សែន។ មូលហេតុនេះធ្វើឱ្យអាមីត និងអេស្ទែរសកម្មតិចជាងក្រុមដែលមានលទ្ធភាពរេសូណង់ទាក់ទងនឹងការឱ្យអេឡិចត្រុងទៅវង់បង់សែន។

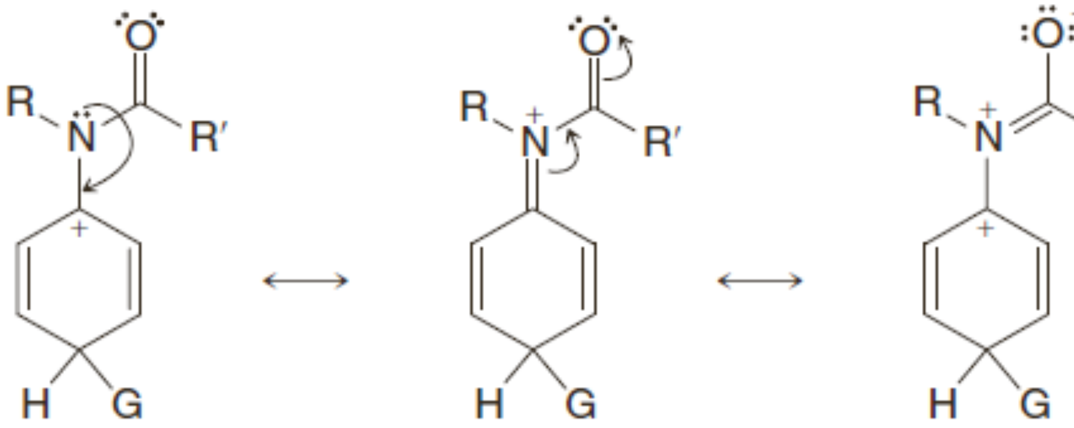
ឧទាហរណ៍នៃការបន្ស៊ីបអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដោយផលរេសូណង់ និងផលអាំងឌុចទីវ



ការឱ្យអេឡិចត្រុងតាមផលរេសូណង់



ការឱ្យអេឡិចត្រុងតាមផលអាំងឌុចទីវ

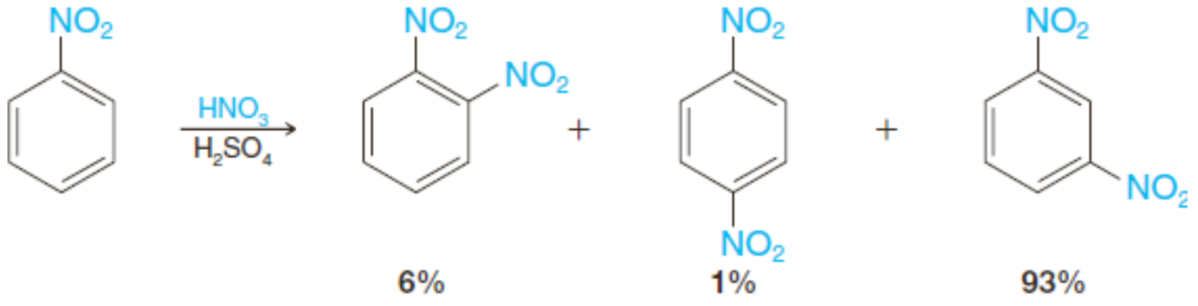


ការឱ្យអេឡិចត្រុងទៅវង់ដោយរេសូណង់ត្រូវបានកាត់បន្ថយ
នៅពេលមានផ្លូវរេសូណង់មួយផ្សេងទៀតដែលចេញពីវង់

១០.៥ ក្រុមអសកម្មៈ ក្រុមដៅទិសមេតា

- ក្រុមនីត្រូជាក្រុមអសកម្មខ្លាំងបំផុតមួយ ដោយសារតែកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានផ្ទួបគ្នានៃអាតូមអុកស៊ីសែន និងអាសូត។ វាជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងយ៉ាងខ្លាំងមួយ។

នីត្រូបង់សែនរងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មក្នុងល្បឿន10^{-4}ដងនៃបង់សែន។ ក្រុមនីត្រូជាក្រុមដៅទិសមេតា។ នៅពេលនីត្រូបង់សែនរងនីត្រាតកម្មជាមួយអាស៊ីតនីទ្រិច និងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ជំនួសលើទីតាំងមេតាកើតឡើង 93%៖



- ក្រុមកាបុកស៊ីល($-CO_2H$) ក្រុមអាស៊ីតស៊ុលផូនិច($-SO_3H$) និងក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីល($-CF_3$) ក៏ជាក្រុមអសកម្មដែរ ហើយពួកវាក៏ជាក្រុមដៅទិសមេតាដែរ។

១០.៦ ក្រុមជួសអាឡូសែនៈ ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាអសកម្ម

- ក្រុមភ្លូរ៉ូ ប្រូម៉ូ និងអ៊ីយ៉ូដូជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។ ប៉ុន្តែ ទោះបីពួកវាមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី ពួកវាអសកម្មចំពោះប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះតែឥទ្ធិពលនៃកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានរបស់អាឡូសែន។

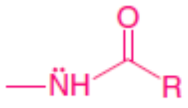
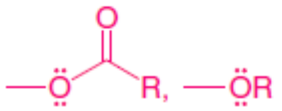
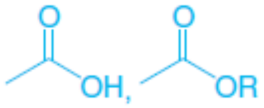
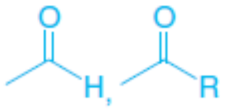
ឧទាហរណ៍ ក្លរ៉ូបង់សែន និងប្រូម៉ូបង់សែនរងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មក្នុងល្បឿនយឺតជាងបង់សែន៣០ដង ភាគរយនៃផលិតផលម៉ូណូជំនួសដែលទទួលបាននៅពេលក្លរ៉ូបង់សែនរងប្រតិកម្មក្លរកម្ម ប្រូមកម្ម នីត្រាកម្ម និងស៊ុលផូនកម្មត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង១៥.១។

តារាង១៥.១ ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលនៃក្លរ៉ូបង់សែន				
ប្រតិកម្ម	ផលិតផលអរតូ(%)	ផលិតផលប៉ារ៉ា(%)	សរុបអរតូនិងប៉ារ៉ា(%)	ផលិតផលមេតា(%)
ក្លរកម្ម	39	55	94	6
ប្រូមកម្ម	11	87	98	2
នីត្រាតកម្ម	30	70	100	
ស៊ុលផូនកម្ម		100	100	

គេទទួលបានលទ្ធផលស្រដៀងគ្នាពីប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលប្រូម៉ូបង់សែន។

១០.៧ ចំណាត់ថ្នាក់ក្រុមជួស

ការសង្កេបពីឥទ្ធិពលនៃក្រុមជួសមួយចំនួនលើប្រតិកម្មភាព និងដំណៅទិសត្រូវបានសង្ខេបក្នុងតារាង ១៥.២។

តារាង១៥.២ ឥទ្ធិពលនៃក្រុមជួសលើប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច	
ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា	ក្រុមដៅទិសមេតា
សកម្មខ្លាំង $-\ddot{N}H_2$, $-\ddot{N}HR$, $-\ddot{N}R_2$ $-\ddot{O}H$, $-\ddot{O}:^-$ **សកម្មមធ្យម**   **សកម្មខ្សោយ** $-R$ (alkyl) $-C_6H_5$ (phenyl) **អសកម្មខ្សោយ** $-\ddot{F}:$, $-\ddot{Cl}:$, $-\ddot{Br}:$, $-\ddot{I}:$	**អសកម្មមធ្យម** $-C\equiv N$ $-SO_3H$   **អសកម្មខ្លាំង** $-NO_2$ $-NR_3^+$ $-CF_3$, CCl_3

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៧៖ ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពដែលកកើតនៅពេល៖

a. តូលុយអែនរងប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្ម

b. អាស៊ីតបង់សូអ៊ិចរងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម

c. នីត្រូបង់សែនរងប្រតិកម្មប្រូមកម្ម

d. អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែនប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួ និង $AlCl_3$

បើសិនផលិតផលឧត្តមភាពអាចជាល្បាយនៃអ៊ីសូមែរអរតូ និងប៉ារ៉ា អ្នកត្រូវបញ្ជាក់។

១១. របៀបដែលក្រុមជួសមានឥទ្ធិពលលើប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចៈការសិក្សាលម្អិត

១១.១ ប្រតិកម្មភាពៈ ឥទ្ធិពលនៃក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង និងទាញអេឡិចត្រុង

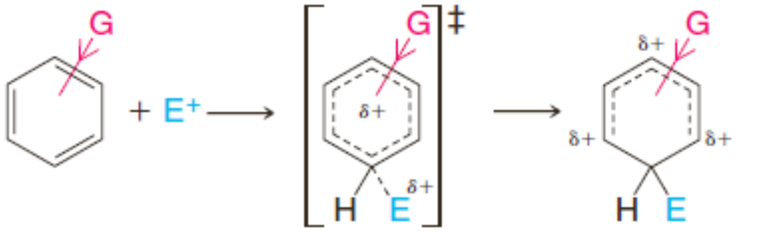
យើងអាចសិក្សាអំពីល្បឿនប្រតិកម្មដោយបញ្ជាក់អន្តរភាពរបស់ដំណាក់កាលកំណត់ល្បឿន។

- កត្តាណាមួយដែលកាត់បន្ថយថាមពលអន្តរភាពធៀបទៅនឹងអង្គធាតុប្រតិករ ធ្វើឱ្យថយចុះនូវ ថាមពលសេរីសកម្ម និងបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្ម។
- កត្តាណាមួយដែលបង្កើនថាមពលអន្តរភាពធៀបនឹងអង្គធាតុប្រតិករធ្វើឱ្យកើនឡើងនូវថាមពលសេរីសកម្ម និងបន្ថយល្បឿនប្រតិកម្ម។

ដំណាក់កាលកំណត់ល្បឿនក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលនៃបង់សែនជួស ជាដំណាក់កាលដែលបានមកពីការកកើតនៃអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម។ យើងអាចសរសេររូបមន្តបង់សែនជួសមួយតាមវិធីទូទៅមួយ បើសិនយើងប្រើអក្សរ G តាងឱ្យក្រុមជួសរង់មួយ រួមទាំងអ៊ីដ្រូសែនផងដែរ។

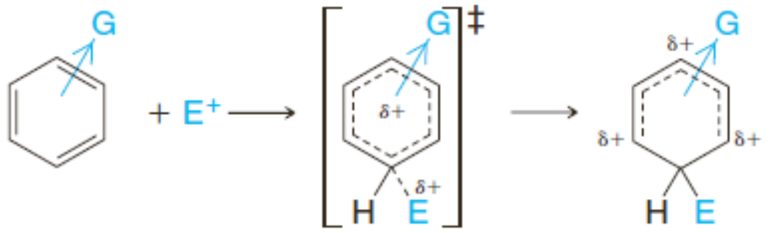
នៅពេលយើងធ្វើរបៀបនេះសម្រាប់ប្រតិកម្មជាច្រើន យើងឃើញថា ល្បឿនប្រតិកម្មអាស្រ័យលើ G **ឱ្យ ឬ ទាញអេឡិចត្រុង។**

- បើសិនជា G ជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង (ធៀបនឹងអ៊ីដ្រូសែន) ប្រតិកម្មកើតឡើងរហ័សជាងប្រតិកម្ម របស់បង់សែន។
- បើសិនជា G ជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុង ប្រតិកម្មនឹងយឺតជាងប្រតិកម្មរបស់បង់សែន។



ពេល G ជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង
ប្រតិកម្មនឹងលឿនជាង

G ឱ្យអេឡិចត្រុង អន្តរភាពត្រូវបានបន្ស៊ប់ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមត្រូវបានបន្ស៊ប់



ពេល G ជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុង
ប្រតិកម្មនឹងយឺតជាង

G ទាញអេឡិចត្រុង អន្តរភាពមិនបានបន្ស៊ប់ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមិនបានបន្ស៊ប់

វាទំនោងថាក្រុមជួស (G) ត្រូវតែប៉ះពាល់លើស្ថេរភាពរបស់អន្តរភាពធៀបនឹងស្ថេរភាពរបស់អង្គធាតុប្រតិករ។

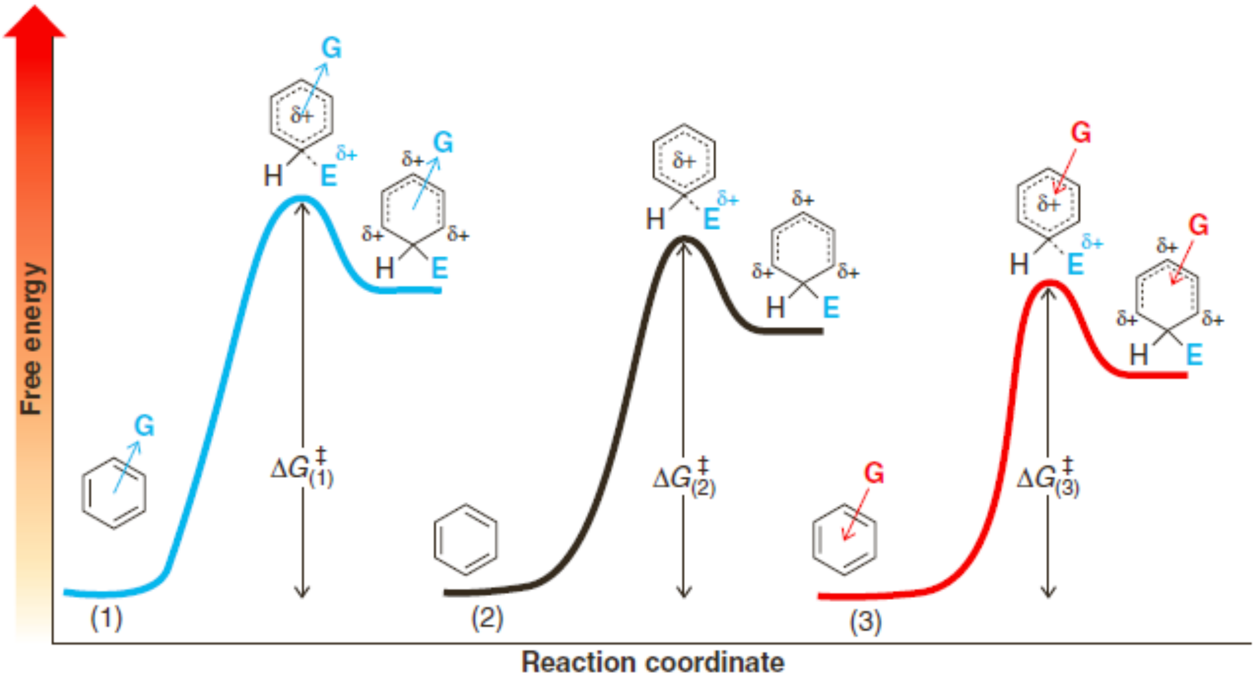
- ក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងធ្វើឱ្យអន្តរភាពកាន់តែមានស្ថេរភាព តែក្រុមទាញអេឡិចត្រុងធ្វើឱ្យអន្តរភាពកាន់តែអន់ស្ថេរភាព។

ពំនោលសមហេតុផល ពីព្រោះអន្តរភាពដូចគ្នាទៅនឹងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម ហើយអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជា កាបូចុងមិនដៅកន្លែងមួយ។

ឥទ្ធិពលនេះបង្ហាញការអនុវត្តមួយទៀតនៃទ្រឹស្តី Hammond-Leffler ។ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជាអង្គធាតុកណ្តាលមានថាមពលខ្ពស់ ហើយដំណាក់កាលបង្កើតវា ជាដំណាក់កាលស្រូបកម្តៅខ្ពស់។ ដូចនេះ ដោយយោងលើទ្រឹស្តីHammond-Leffler វាគួរតែមានភាពដូចគ្នាខ្លាំងរវាងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម និងអន្តរភាពដែលបង្កើតវា។

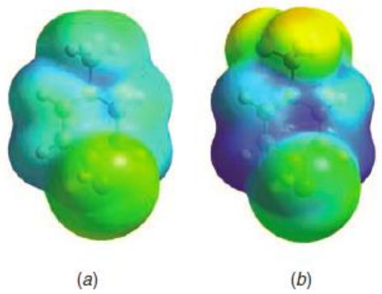
ដោយសារតែអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន យើងអាចរំពឹងថាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងអាចបន្សប់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម *និងអន្តរភាពដែលបង្កើតវា* ចំពោះអន្តរភាពដែលបង្កើតជាកាបូកាចុងមិនដៅកន្លែង។ យើងអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានដូចគ្នាអំពីឥទ្ធិពលនៃក្រុមទាញអេឡិចត្រុង។ ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងមួយអាចធ្វើឱ្យអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម*អន់ស្ថេរភាព* ហើយតាមមធ្យោបាយត្រូវគ្នា វាអាចធ្វើឱ្យអន្តរភាពដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម *អន់ស្ថេរភាព*ដែរ។

រូប១៥.៤ បង្ហាញអំពីរបៀបដែលលទ្ធភាពក្រុមជួសឱ្យអេឡិចត្រុង និងទាញអេឡិចត្រុងប៉ះពាល់ដល់ថាមពលសេរីសកម្មរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។



រូប១៥.៤ ការប្រៀបធៀបថាមពលសេរីនៃការកកើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមក្នុងវង់មួយដែលមានមានក្រុមជួសទាញអេឡិចត្រុងគ្មានក្រុមជួស និងក្រុមជួសឱ្យអេឡិចត្រុង។ របាំងថាមពលសកម្មខ្ពស់ជាងគេ ប្រតិកម្មយឺតជាងគេ។ ប្រតិកម្ម(2) ដែលគ្មានក្រុមជួស ត្រូវបានប្រើជាប្រតិកម្មយោងសម្រាប់ប្រៀបធៀប។ ក្នុងប្រតិកម្ម(3) ក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង G បន្សប់អន្តរភាព របាំងថាមពលវាទាបជាងគេ ដូចនេះប្រតិកម្មលឿនជាងគេ។

គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចគណនារបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមពីរ ដែលប្រៀបធៀបឥទ្ធិពលបន្សប់បន្ទុករបស់ក្រុមមេទីលឱ្យអេឡិចត្រុង ជាមួយឥទ្ធិពលមិនបន្សប់បន្ទុករបស់ក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលទាញអេឡិច ត្រុងត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប១៥.៥។ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមខាងឆ្វេង (រូប១៥.៥a) គឺជាអ៊ីយ៉ុងបានមកពីការបូកអេឡិចត្រូភីលនៃប្រូមលើមេទីលបង់សែន(តូលុយអែន)លើទីតាំងប៉ារ៉ា។ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមខាងស្តាំ(រូប១៥.៥b) គឺជាអ៊ីយ៉ុងដែលបានមកពីការបូកប្រូមលើទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែនលើទីតាំងមេតា។ ចូរកត់សម្គាល់ថា អាតូមរបស់វង់ក្នុងរូប១៥.៥a មានពណ៌ខៀវតិចជាង ដែលបង្ហាញថា ពួកវាមានបន្ទុកវិជ្ជមានតិច ហើយវង់ត្រូវបានបន្សប់។



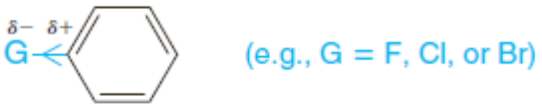
រូប១៥.៥ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចគណនារបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមពីកាបូកអេឡិចត្រូភីលនៃប្រូមលើ (a)មេទីលបង់សែន (តូលុយអែន) និង (b) ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែន

១១.២ ផលរេសូណង់ និងផលអាំងឌុចទីវះ ទ្រឹស្តីដំណៅទិស

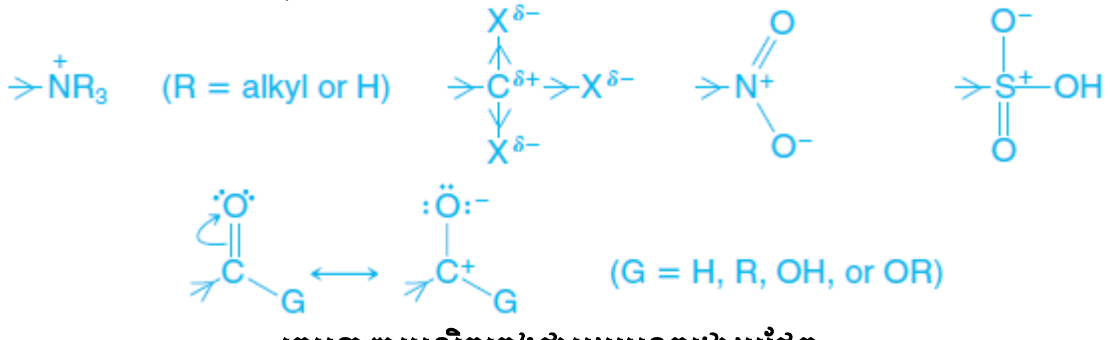
យើងអាចពិចារណាអំពីលក្ខណៈឱ្យអេឡិចត្រុង និងទាញអេឡិចត្រុងរបស់ក្រុមជាច្រើនដោយផ្អែកលើមូលដ្ឋានពីរ៖ *ផលអាំងឌុចទីវ* និង *ផលរេសូណង់*។ យើងក៏នឹងឃើញដែរថា កត្តាទាំងពីរនេះកំណត់ដំណៅ ទិសក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអារ៉ូម៉ាទិច។

➢ ផលអាំងឌុចទីវ

ផលអាំងឌុចទីវនៃក្រុមជួស G កើតឡើងពីអន្តរកម្មអេឡិចត្រូស្តាទិចនៃសម្ព័ន្ធប៉ូលែកម្មរបស់ G ជាមួយ បន្ទុកវិជ្ជមានក្នុងវង់ នៅពេលវាវងការប្រយុទ្ធដោយអេឡិចត្រូភីលមួយ។ ឧទាហរណ៍ បើសិនជា G ជាអាតូម (ឬក្រុម) មានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ជាងកាបូន នោះវង់នឹងមានចុងវិជ្ជមាននៃឌីប៉ូល៖



ការប្រយុទ្ធដោយអេឡិចត្រូភីលនឹងកាន់តែយឺត ពីព្រោះការប្រយុទ្ធនេះនឹងនាំឱ្យកើតបន្ទុកវិជ្ជមានពេញបន្ថែមមួយទៀតលើវង់។ អាឡូសែនទាំងអស់មានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ជាងកាបូន និងបញ្ចេញផលអាំងឌុចទីវទាញអេឡិចត្រុងមួយ។ ក្រុមផ្សេងទៀតមានផលអាំងឌុចទីវទាញអេឡិចត្រុង ពីព្រោះអាតូមចងផ្ទាល់ជាមួយវង់ដែលមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្អែក ឬពេញលេញមួយ។ ឧទាហរណ៍៖

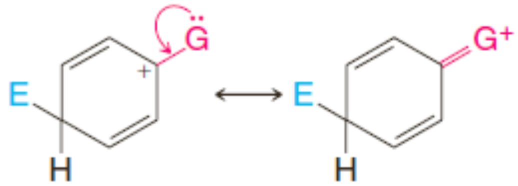


ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងជាមួយបន្ទុកដោយផ្អែក ឬពេញនៅលើអាតូមចងជាមួយវង់

➢ ផលរេសូណង់

ផលរេសូណង់របស់ក្រុមជួស Gមួយសំដៅលើលទ្ធភាពដែលវត្តមានរបស់ G អាចបង្កើន ឬបន្ថយការបន្សាប់រេសូណង់របស់អង្គធាតុកណ្តាលអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម។ ឧទាហរណ៍ ក្រុមជួសGអាចបណ្តាលឱ្យរេសូណង់មួយក្នុងចំនោមរេសូណង់ទាំងបីដែលបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម កាន់តែមានស្ថេរភាព ឬកាន់តែអន់

ស្ថេរភាពជាងក្នុងករណីGជាអ៊ីដ្រូសែន។ បន្ថែមនេះទៀត នៅពេល Gជាអាតូមដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនចងសម្ព័ន្ធមួយឬច្រើន វាអាចធ្វើឱ្យអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមកាន់តែមានស្ថេរភាព ដោយផ្តល់ឱ្យវានូវទម្រង់រេសូណង់ទី៤ ដែលមានបន្ទុកវិជ្ជមានស្ថិតលើ G៖



ផលរេសូណង់ឱ្យអេឡិចត្រុងថយចុះទៅតាមលំដាប់ខាងក្រោម៖

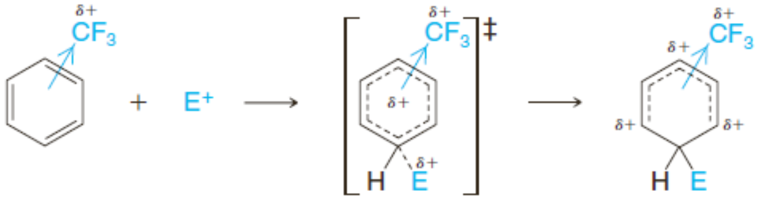
- ក្រុមអាមីណូជាក្រុមសកម្មខ្លាំង ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល និងអាល់កុកស៊ីលជាក្រុមសកម្មតិច ហើយក្រុមជួសអាឡូសែនជាការក្រុមអសកម្មខ្សោយ។

នៅពេល X=F លំដាប់នេះទាក់ទងនឹងកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃអាតូមដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនចងសម្ព័ន្ធ។ អាតូមមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានកាន់តែធំ វាកាន់តែមានលទ្ធភាពទទួលយកបន្ទុកវិជ្ជមាន (ភ្លុយអរមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ជាងគេ អាសូតតិចជាងគេ)។ នៅពេល X= Cl, Br, ឬ I លទ្ធភាពឱ្យ អេឡិចត្រុងខ្សោយនៃអាឡូសែនដោយផលរេសូណង់អាចយល់តាមមូលដ្ឋានខុសគ្នាមួយ។ អាតូមទាំងនេះ (Cl, Br, និង I) មានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានធំជាងកាបូន ដូចនេះ អរប៊ីតាល់ដែលមានទ្វេតាមិនចងសម្ព័ន្ធនៅ ឆ្ងាយពីណ្វៃយ៉ូ ហើយមិនគ្របដណ្តប់បានល្អជាមួយអរប៊ីតាល់2pរបស់កាបូនទេ។ នេះជាបាតុភូតទូទៅមួយ៖ ផលរេសូណង់មិនត្រូវបានសាយកាយល្អចន្លោះអាតូមនៃខួបខុសគ្នាក្នុងតារាងខួបទេ។

១១.៣ ក្រុមដៅទិសមេតា

- ក្រុមដៅទិសមេតាទាំងអស់មានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែក ឬពេញលើអាតូមដែលចង់សម្ព័ន្ធផ្ទាល់ជាមួយវង់។

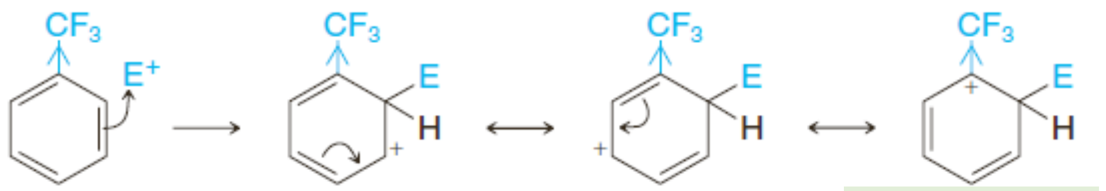
ជាឧទាហរណ៍មួយ ចូរយើងពិចារណាលើក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីល។ ដោយសារតែមានអាតូមភ្លុយអរកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ចំនួនបី ក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង។ វាជាក្រុមអសកម្មខ្លាំងមួយ ហើយជាក្រុមដៅទិសមេតាខ្លាំងមួយក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។ យើងអាចពិចារណាលើលក្ខណៈទាំងពីរនេះរបស់ក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម។



ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែន **អន្តរភាព** **អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម**

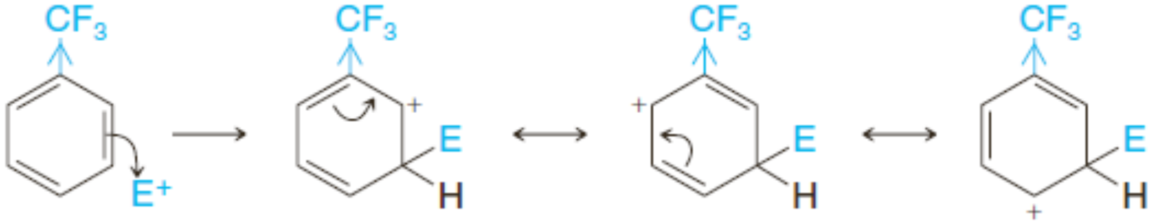
យើងអាចយល់អំពីរបៀបដែលក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលជះឥទ្ធិពលលើដំណៅទិស ក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច បើសិនជាយើងគិតអំពីទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលអាចត្រូវបានកកើត នៅពេលមានការប្រយុទ្ធអេឡិចត្រូភីលលើទីតាំងអរតូ មេតា និងប៉ារ៉ារបស់ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែន។

ការប្រយុទ្ធអរតូ

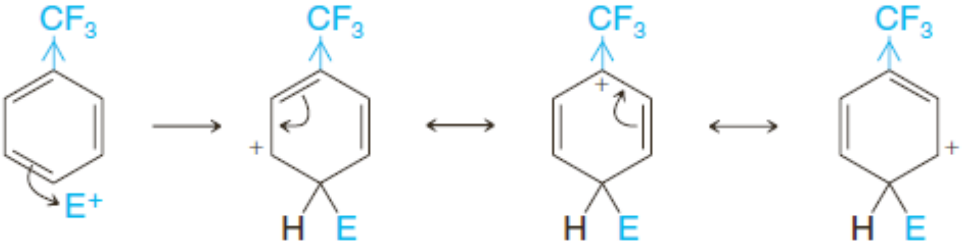


ទម្រង់រេសូណង់
គ្មានស្ថេរភាព

ការប្រយុទ្ធមេតា



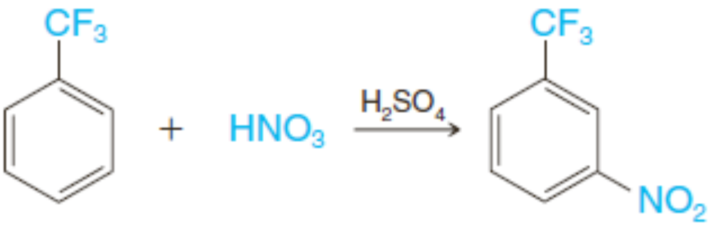
ការប្រយុទ្ធប៉ារ៉ា



ទម្រង់រេសូណង់
គ្មានស្ថេរភាព

- អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលកើតពីការប្រយុទ្ធអរតូ និងប៉ារ៉ានីមួយៗមាន *ទម្រង់របាយរេសូណង់មួយដែលមិនមានស្ថេរភាពខ្ពស់ធៀបទៅនឹងទម្រង់ទាំងអស់ ពីព្រោះបន្ទុកវិជ្ជមានមានទីតាំងលើកាបូនវង់ដែលចងក្រុមទាញអេឡិចត្រុង។*
- អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបានពីការប្រយុទ្ធមេតាមិនមានទម្រង់រេសូណង់ដែលគ្មានស្ថេរភាពទេ។
- ដោយហេតុផលធម្មតានេះ យើងអាចរំពឹងថាអន្តរភាពដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជំនួសមេតា មានស្ថេរភាពទាបជាងគេ ដូចនេះការប្រយុទ្ធមេតាអាចមិនសម្របសម្រួល។

ហេតុផលនេះពិតប្រាកដដែលអាចសង្កេតឃើញតាមពិសោធន៍។ ក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូជាក្រុមដៅទិសមេតាខ្លាំងមួយ៖



ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែន ~100%

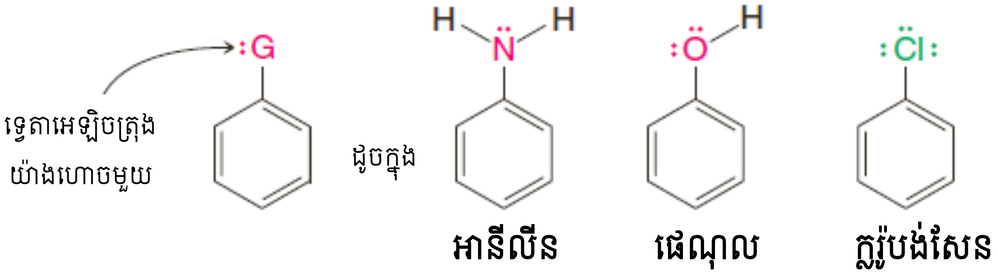
ចូរចងចាំថា ការជំនួសមេតាត្រូវបានសម្របសម្រួលតែក្នុងន័យថា *វាសម្របសម្រួលតិចជាងគេក្នុងចំណោមការជំនួសដែលមិនសម្របសម្រួលទាំងបី*។ ថាមពលសេរីសកម្មសម្រាប់ការជំនួសលើទីតាំងមេតានៃទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែនគឺទាបជាងថាមពលសេរីសកម្មសម្រាប់ការប្រយុទ្ធលើទីតាំងអរតូ ឬប៉ារ៉ា ប៉ុន្តែវានៅ

តែធំជាងថាមពលសេរីសកម្មនៃការប្រយុទ្ធលើបង់សែន។ ការជំនួសកើតឡើងលើទីតាំងមេតានៃទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបង់សែនលឿនជាងការជំនួសដែលកើតឡើងលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ា ប៉ុន្តែវាកើតឡើងយឺតជាងការជំនួសលើបង់សែនណាស់។

- ក្រុមនីត្រូ ក្រុមកាបុកស៊ីល និងក្រុមដៅទិសមេតាផ្សេងទៀត (មើលតារាង១៥.២) ជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង ហើយមានអំពើក្នុងមធ្យោបាយស្រដៀងគ្នាមួយ។

១១.៤ ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា

លើកលែងតែក្រុមជួសអាល់គីល និងផេនីល ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាទាំងអស់ក្នុងតារាង១៥.២ជាប្រភេទទូទៅដូចខាងក្រោម៖



លក្ខណៈទម្រង់ ដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងលើអាតូមជាប់ជាមួយវង់ កំណត់ដំណៅទិស និងជះឥទ្ធិពលដល់ប្រតិកម្មភាពក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីល។

ឥទ្ធិពលផ្ទាល់នៃក្រុមដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយ គឺបណ្តាលមកពីផលរេសូណង់ឱ្យអេឡិចត្រុងមួយ។ ប៉ុន្តែ ផលរេសូណង់មានឥទ្ធិពលជាចំបងក្នុងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម និងអន្តរភាពដែលបង្កើតវា។

លើកលែងតែអាឡូសែន ឥទ្ធិពលចំបងរបស់ក្រុមនេះលើប្រតិកម្មភាពរបស់វង់បង់សែនក៏បណ្តាលមកពីផលរេសូណង់ឱ្យអេឡិចត្រុងមួយដែរ។ ហើយ ផលនេះមានឥទ្ធិពលជាចំបងក្នុងអន្តរភាពដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម។

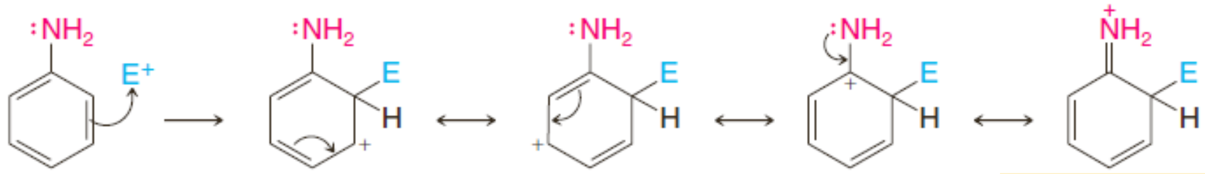
ដើម្បីយល់អំពីផលរេសូណង់ទាំងនេះ ចូរយើងចាប់ផ្តើមដោយរំលឹកអំពីឥទ្ធិពលនៃក្រុមអាមីណូលើប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។ ក្រុមអាមីណូមិនត្រឹមតែជាក្រុមសកម្មខ្លាំងទេ វាថែមទាំងជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាខ្លាំងផងដែរ។ យើងបានឃើញរួចហើយថា អានីលីនមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមក្នុងសូលុយស្យុងទឹកនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ និងអវត្តមានកាតាលីករមួយបង្កើតជាផលិតផលមួយដែលមានការជំនួសទាំងទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ា។

ផលអាំងឌុចទីវរបស់ក្រុមអាមីណូធ្វើឱ្យវាទាញអេឡិចត្រុងតិចតួច។ ដូចដែលយើងដឹង អាសូតមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានធំជាងកាបូន។ ប៉ុន្តែ ផលសងនៃកម្រិតអេឡិចត្រូវិជ្ជមានរវាងអាសូត និងកាបូនក្នុងអានីលីនមិនធំទេ ពីព្រោះកាបូនរបស់វង់បង់សែនមានភាពអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ហើយវាជាកាបូនដែលមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានធំជាងកាបូនអ៊ីប្រ៊ីតsp^3។

- ផលរេសូណង់របស់ក្រុមអាមីណូមានសារសំខាន់ជាងផលអាំងឌុចទីវរបស់វាក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច ហើយផលរេសូណង់ធ្វើឱ្យក្រុមអាមីណូឱ្យអេឡិចត្រុង។

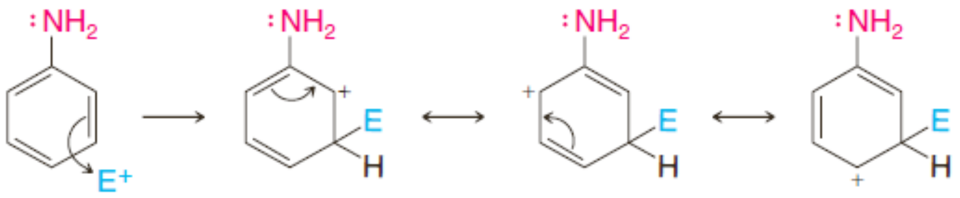
យើងអាចយល់អំពីផលនេះ បើសិនជាយើងពិចារណាលើទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម ដែលកើតពីការប្រយុទ្ធអរតូ មេតា និងប៉ារ៉ាលើអានីលីន៖

ការប្រយុទ្ធអរតូ៖

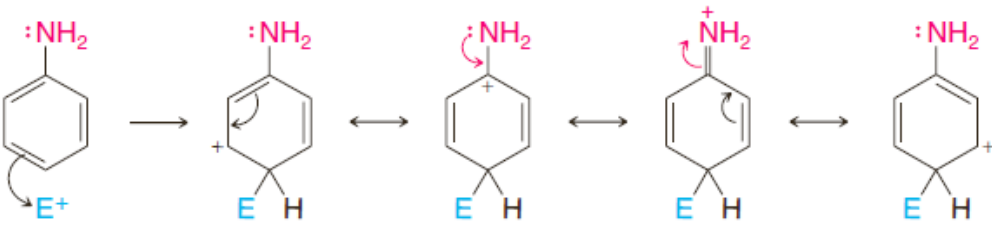


ទម្រង់រេសូណង់ស្ថេរភាពជាងគេ

ការប្រយុទ្ធមេតា៖



ការប្រយុទ្ធប៉ារ៉ា

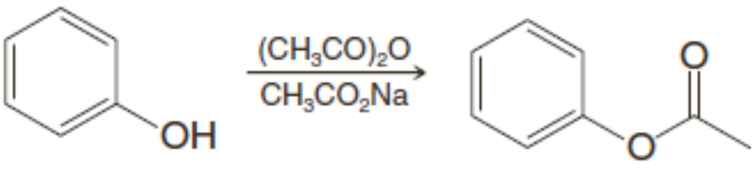


ទម្រង់រេសូណង់ស្ថេរភាពជាងគេ

គេអាចសរសេរទម្រង់រេសូណង់ចំនួន៤របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបានមកពីការប្រយុទ្ធអរតូ និងប៉ារ៉ា តែគេអាចសរសេរទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមបានតែបីពីការប្រយុទ្ធមេតា។ ការសង្កេតនេះបញ្ជាក់ថា អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជំនួសអរតូ និងប៉ារ៉ា អាចមានស្ថេរភាពជាង។ ប៉ុន្តែសារសំខាន់បំផុត គឺទម្រង់ស្ថេរភាពដែលចូលរួមបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជំនួសអរតូ និងប៉ារ៉ា។ ក្នុងទម្រង់ទាំងនេះ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធពីអាសូតបង្កើតសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មួយថែមទៀតជាមួយកាបូនរបស់វង់។ សម្ព័ន្ធបន្ថែម និងការពិតដែលអាតូមទាំងអស់ក្នុងទម្រង់ទាំងនេះមានអេឡិចត្រុងអដ្ឋតាពេញលេញ ធ្វើឱ្យទម្រង់ទាំងនេះមានស្ថេរភាពជាងទម្រង់ផ្សេងទៀត។ ដោយសារតែទម្រង់ទាំងនេះមានស្ថេរភាពមិនធម្មតា ពួកវាធ្វើឱ្យមានរបាយធំនិង*បន្សៀប់*អ៊ីប្រ៊ីតរបស់វា។ នេះមានន័យថា អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ និងប៉ារ៉ាខ្លួនវាមានស្ថេរភាពជាងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបានពីការប្រយុទ្ធមេតា។ អន្តរភាពដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ និងប៉ារ៉ាកើតឡើងនៅថាមពលសេរីទាបណាស់។ ដូចនេះ អេឡិចត្រូភីលមានប្រតិកម្មលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារាលឿនណាស់។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៨៖ ដោយប្រើទ្រឹស្តីរេសូណង់ ចូរពន្យល់ពីមូលហេតុដែលក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់ផេណុលជាក្រុមសកម្ម និងជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។ ចូរបង្ហាញការពន្យល់ដោយបង្ហាញអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបង្កើតនៅពេលផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង Br^+ មួយនៅទីតាំងអរតូ មេតា និងប៉ារ៉ា។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៩៖ ផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអាសេទិចអានីឌ្រីតក្រោមវត្តមាននៃសូដ្យូមអាសេតាតបង្កើតអេស្ទែរផេនីលអាសេតាត៖

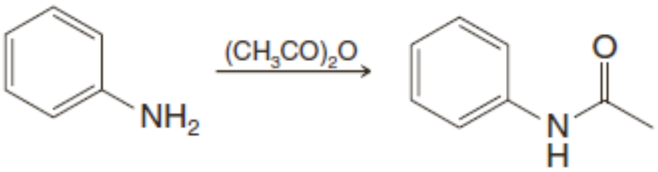


ក្រុម CH_3COO- នៃផេនីលអាសេតាត ដូចក្រុម -OH នៃផេណុល (លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.៨) ជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។

a. តើលក្ខណៈទម្រង់នៃក្រុម CH_3COO- ពន្យល់ពីបាតុភូតនេះយ៉ាងម៉េច?

b. ផេនីលអាសេតាត ទោះបីរងប្រតិកម្មនៅទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ា មានប្រតិកម្មភាពចំពោះប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចខ្សោយជាងផេណុល។ ចូរប្រើទ្រឹស្តីរេសូណង់ពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាដូច្នេះ?

c. អានីលីនតែងតែមានប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចដែលគេមិនចង់បានមួយខ្លាំង។ មធ្យោបាយមួយដើម្បីជៀសវាងប្រតិកម្មមិនចង់បាននេះ គឺត្រូវបម្លែងអានីលីនជាអាសេតានីលីត (ខាង ក្រោម) ដោយដាក់អានីលីនឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាសេទីលក្លរួ ឬអាសេទិចអានីឌ្រីតៈ



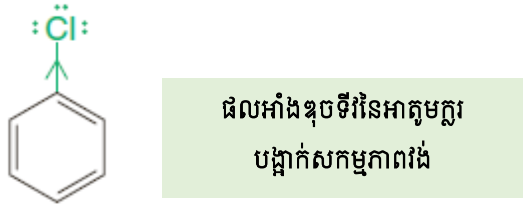
អានីលីន **អាសេតានីលីត**

តើឥទ្ធិពលផ្ទាល់អ្វីដែលអ្នករំពឹងថាក្រុមអាសេតាមីដូ (CH_3CONH-) មាន?

d. ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាវាសកម្មខ្សោយជាងក្រុមអាមីណូ - NH_2។

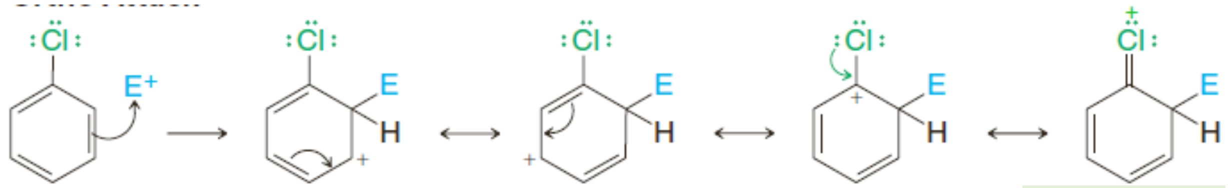
ជាដំបូង ឥទ្ធិពលផ្ទាល់ និងប្រតិកម្មភាពនៃក្រុមជួសអាឡូសែនទំនោងជាមានភាពផ្ទុយគ្នា។ *ក្រុមអាឡូសែនជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា* (ក្នុងតារាង១៥.២) *ដែលជាក្រុមអសកម្ម* ។ ក្រុមអសកម្មទាំងអស់ជាក្រុមដៅ ទិសមេតា។ ប៉ុន្តែ យើងបានសិក្សាលក្ខណៈក្រុមជួសអាឡូសែន បើសិនយើងសន្មត់ថា ផលអាំងឌុចទីវទាញអេឡិចត្រុងរបស់ពួកវាប៉ះពាល់ដល់*ប្រតិកម្មភាព* និងផលរេសូណង់ឱ្យអេឡិចត្រុងទាក់ទងនឹង*ដំណៅទិស*។

ចូរយើងប្រើការសន្មត់ទាំងនេះជាពិសេសក្លរ៉ូបង់សែន។ អាតូមក្លរមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន។ ដូចនេះ យើងអាចរំពឹងថាអាតូមក្លរទាញអេឡិចត្រុងពីវង់បង់សែន និងស្រឡាយរបស់វាៈ



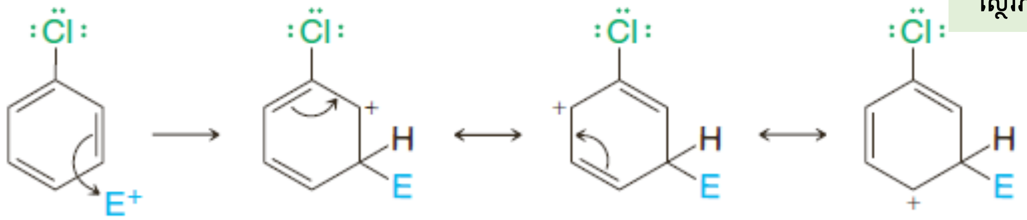
ម្យ៉ាងវិញទៀត នៅពេលការប្រយុទ្ធអេឡិចត្រូភីលកើតឡើង អាតូមក្លរបន្ស៊ប់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលបានពីការប្រយុទ្ធអរតូ និងប៉ារ៉ា ធៀបនឹងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលទទួលបានពីការប្រយុទ្ធលើទីតាំងមេតា។ អាតូមក្លរធ្វើដូចនឹងរបៀបដែលក្រុមអាមីណូ និងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលធ្វើដែរ ***ដោយឱ្យទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីមួយ***។ អេឡិចត្រុងទាំងនេះធ្វើឱ្យកើតទម្រង់រេសូណង់ស្ថេរភាពដែលចូលរួមបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ និង ប៉ារ៉ា។

ការប្រយុទ្ធអរតូ

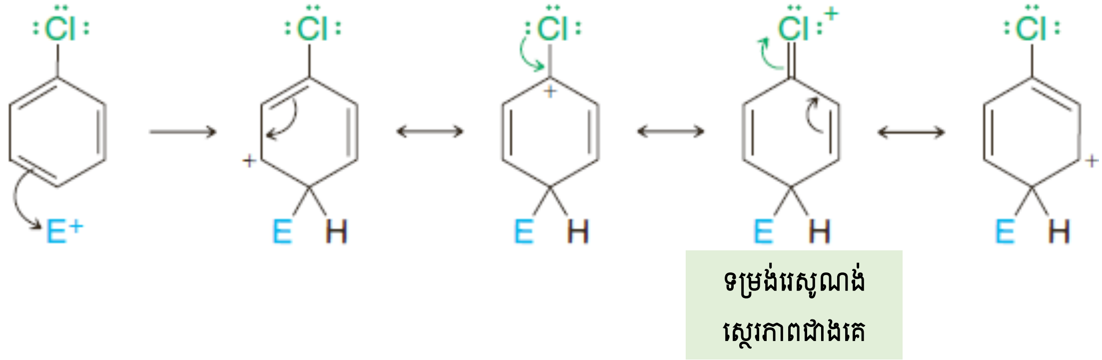


ទម្រង់រេសូណង់
ស្ថេរភាពជាងគេ

ការប្រយុទ្ធមេតា



ការប្រយុទ្ធប៉ារ៉ា



អ្វីដែលយើងបាននិយាយចំពោះក្លរ៉ូបង់សែនក៏ពិតដូចគ្នាចំពោះប្រូម៉ូបង់សែនដែរ។ យើងអាចសង្ខេបផលរេសូណង់ និងផលអាំងឌុចទីវរបស់ក្រុមជួសអាឡូសែន ដូចខាងក្រោម៖

- តាមរយៈផលអាំងឌុចទីវទាញអេឡិចត្រុងរបស់ពួកវា ក្រុមអាឡូសែនធ្វើឱ្យវង់ខ្វះអេឡិចត្រុងជាងបង់សែន។ វាធ្វើឱ្យថាមពលសេរីសកម្មរបស់ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចមួយ ខ្ពស់ជាងថាមពលសេរីសកម្មរបស់បង់សែន ដូចនេះ ក្រុមអាឡូសែនជាក្រុមអសកម្ម។
- ប៉ុន្តែតាមរយៈផលរេសូណង់ឱ្យអេឡិចត្រុងរបស់ពួកវា ក្រុមអាឡូសែនធ្វើឱ្យថាមពលសេរីសកម្មដែលធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មជំនួសអរតូ និងប៉ារ៉ាទាបជាងថាមពលសេរីសកម្មដែលធ្វើឱ្យមានការជំនួសមេតា។ វាធ្វើឱ្យក្រុមជួសអាឡូសែនជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។

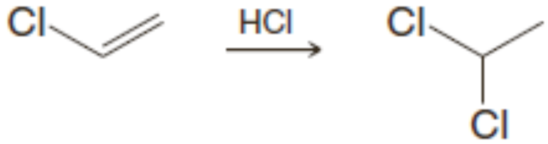
អ្នកអាចកត់សម្គាល់អំពីភាពខុសគ្នារវាងហេតុផលសម្រាប់ឥទ្ធិពលមិនធម្មតារបស់អាឡូសែននិងហេតុផលសម្រាប់ក្រុមអាមីណូ និងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល។ ហេតុផលនោះគឺ អុកស៊ីសែនមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន ខ្ពស់ជាងក្លរ ឬប្រូម (និងជាពិសេស អ៊ីយ៉ូត)។ ដោយសារតែក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលជាក្រុមសកម្មមួយ ប៉ុន្តែអាឡូសែន ជាក្រុមអសកម្ម។ ការពន្យល់នេះអាចធ្វើឡើង បើសិនជាយើងពិចារណាលើរបាយបន្ទប់ផ្តល់ឱ្យអន្តរភាពដែល បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដោយទម្រង់រេសូណង់ទាក់ទងនឹងក្រុមមួយ (ខាងក្រោម) ដែលចងភ្ជាប់ផ្ទាល់ជាមួយវង់ បង់សែន ក្នុងករណី G មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយ។

$$—\ddot{G}(—\ddot{G} = —\ddot{N}H_2,\ —\ddot{O}—H,\ —\ddot{F}:,\ —\ddot{Cl}:,\ —\ddot{Br}:,\ —\ddot{I}:)$$

បើសិនជា G ជាក្រុម -OH ឬ -NH_2 ទម្រង់រេសូណង់កើតឡើង ពីព្រោះការត្រួតដណ្តប់នៃអរបីតាល់ 2p មួយជាមួយអរបីតាល់របស់អុកស៊ីសែន ឬអាសូត។ ការត្រួតដណ្តប់ត្រូវបានសម្របសម្រួល ពីព្រោះអាតូមទាំង

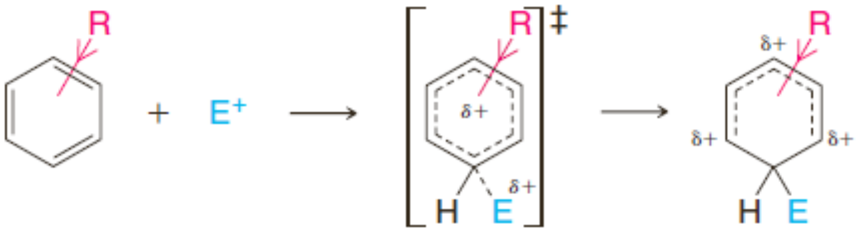
នេះមានទំហំប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ ប៉ុន្តែ ចំពោះក្លរ ការឱ្យទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយទៅវង់បង់សែនត្រូវការគ្រប ដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ 2pរបស់កាបូនជាមួយអរប៊ីតាល់3pរបស់ក្លរ។ ការគ្របដណ្តប់បែបនេះមានប្រសិទ្ធភាព តិច អាតូមក្លរមានទំហំធំជាង ហើយអរប៊ីតាល់3p របស់វាស្ថិតនៅឆ្ងាយពីណ្វៃយ៉ូជាង។ ជាមួយប្រូមនិងអ៊ីយ៉ូត ការ គ្របដណ្តប់នេះប្រសិទ្ធភាពតិចបំផុត។ ការបញ្ជាក់លើការពន្យល់នេះត្រូវបានសង្កេតឃើញថា ភ្លុយអរ៉ូបង់ សែន (G = -F) ជាអាឡូបង់សែនខ្លាំងជាងគេ ទោះបីភ្លុយអរមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ ហើយវាជា ក្រុម ដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាខ្លាំងជាងគេក្នុងចំណោមអាឡូសែន។ ចំពោះភ្លុយអរ ការឱ្យទ្វេតាអេឡិចត្រុងកើត ឡើងពីការ គ្របដណ្តប់នៃអរប៊ីតាល់ 2p របស់ភ្លុយអរជាមួយអរប៊ីតាល់2pរបស់កាបូន (ដូចក្នុងក្រុម $-NH_2$ និង-OH)។ ការ គ្របដណ្តប់នេះមានប្រសិទ្ធភាព ពីព្រោះអរប៊ីតាល់របស់ =C និង -F មានទំហំប្រហាក់ ប្រហែលគ្នា។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១០៖ ក្លរ៉ូអេតែនបូកអ៊ីដ្រូសែនក្លរួយឺតជាងអេតែន ហើយផលិតផលជា1,1-ឌីក្លរ៉ូអេតាន។ តើអ្នកអាចពន្យល់ដោយប្រើផលរេសូណង់ និងផលអាំងឌុចទីវយ៉ាងម៉េច?



១១.៥ ដំណៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា និងប្រតិកម្មភាពរបស់អាល់គីលបង់សែន

ក្រុមអាល់គីលជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែន។ ដោយសារហេតុនេះ ពួកវាអាចធ្វើឱ្យសកម្ម ដល់វង់បង់សែនមួយចំពោះប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ដោយបន្សាប់អន្តរភាពដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម៖



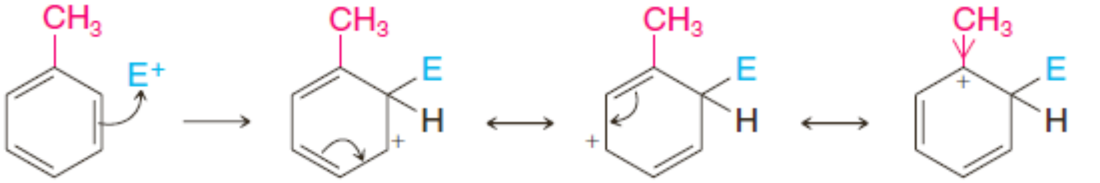
អន្តរភាពត្រូវបានបន្សាប់ អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមត្រូវបានបន្សាប់

ចំពោះអាល់គីលបង់សែន ថាមពលសេរីសកម្មរបស់ដំណាក់កាលដែលបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូម (ទើបតែបានបង្ហាញ) ទាបជាងថាមពលរបស់បង់សែន ហើយអាល់គីលបង់សែនមានប្រតិកម្មលឿនជាង។

ក្រុមអាល់គីលជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា។ យើងក៏អាចពិចារណាលើលក្ខណៈនេះរបស់ក្រុមអាល់គីល ដោយផ្អែកលើមូលដ្ឋាននៃលទ្ធភាពរបស់ពួកវាក្នុងការឱ្យអេឡិចត្រុង ដែលជាឥទ្ធិពលដែលមានសារសំខាន់ នៅពេលក្រុមអាល់គីលត្រូវបានភ្ជាប់ផ្ទាល់ជាមួយកាបូនមានបន្ទុកវិជ្ជមានមួយ។

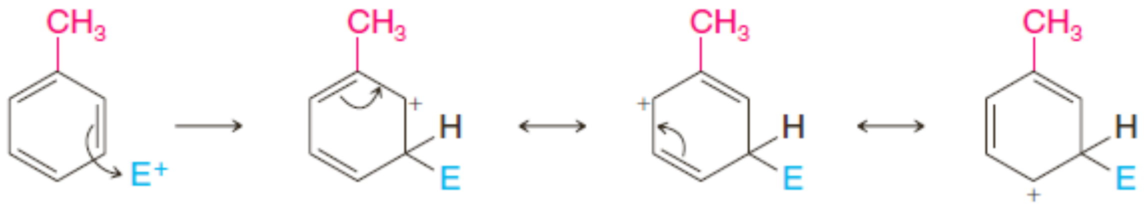
ឧទាហរណ៍ បើសិនយើងសរសេរទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមដែលកកើតនៅពេលតូលុយអែនងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច យើងទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

ការប្រយុទ្ធអរតូ

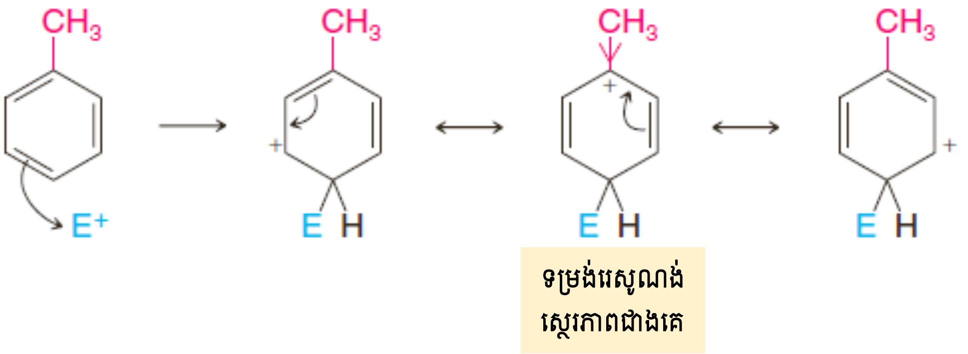


ទម្រង់រេសូណង់ស្ថេរភាពជាងគេ

ការប្រយុទ្ធមេតា

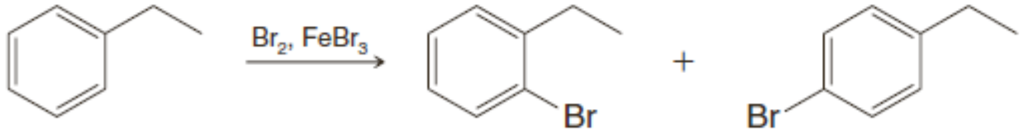


ការប្រយុទ្ធប៉ារ៉ា

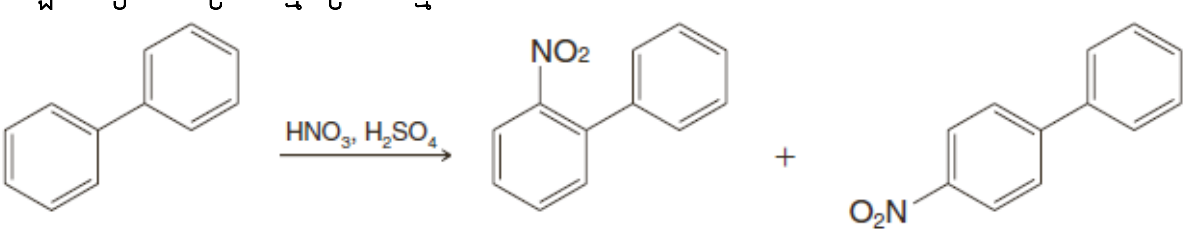


ក្នុងការប្រយុទ្ធអរតូ និងប៉ារ៉ា យើងឃើញថា យើងអាចសរសេរទម្រង់រេសូណង់ដែលក្រុមមេទីលត្រូវបានភ្ជាប់ផ្ទាល់ជាមួយកាបូនបន្ទុកវិជ្ជមានរបស់វង់។ ទម្រង់ទាំងនេះមានស្ថេរភាពជាងទម្រង់រេសូណង់ណាមួយ ពីព្រោះក្នុងទម្រង់របស់ពួកវាឥទ្ធិពលបន្សប់នៃក្រុមមេទីល (ដោយឱ្យអេឡិចត្រុងតាមអាំងឌុចទីវ) មានប្រសិទ្ធភាពជាងគេ។ ដូចនេះ ទម្រង់ទាំងនេះធ្វើឱ្យមានរបាយធំ(បន្សប់) ទៅអ៊ីប្រ៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ និង ប៉ារ៉ា។ គ្មានទម្រង់ស្ថេរភាពដូចនេះឱ្យរបាយទៅអ៊ីប្រ៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអេរេញ៉ូមជួសមេតាទេ ហើយជាលទ្ធផល វាមានស្ថេរភាពទាបជាងអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ ឬប៉ារ៉ា។ ដោយសារតែអ៊ីយ៉ុងអារេញ៉ូមជួសអរតូ និងប៉ារ៉ា មានស្ថេរភាពជាង អន្តរភាពដែលបង្កើតពួកវាកើតឡើងនៅថាមពលទាប ហើយការជំនួសអរតូ និងប៉ារ៉ាកើត ឡើងលឿនជាង។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១១៖ ចូរសរសេរទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងអេរេញ៉ូមដែលកកើត នៅពេលអេទីលបង់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង Br^+ (កកើតពី $Br_2/FeBr_3$) បង្កើតផលិតផលអរតូ និងប៉ារ៉ាខាងក្រោម។



លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១២៖ ចូរសរសេរចលនការមួយសម្រាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោម និងពន្យល់អំពីមូលហេតុវាកើតឡើងលឿនជាងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មបង់សែន។

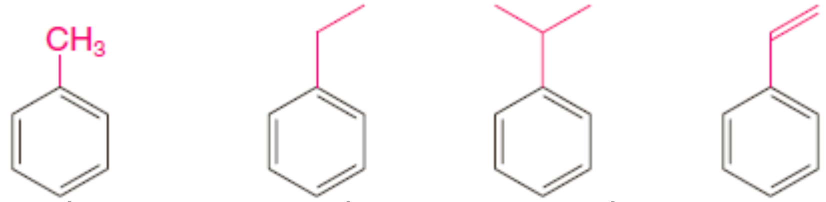


១១.៦ ការសង្ខេបឥទ្ធិពលក្រុមជួសលើដំណៅទិស និងប្រតិកម្មភាព

ឥឡូវនេះដោយយល់ទ្រឹស្តីនៃឥទ្ធិពលរបស់ក្រុមជួសលើដំណៅទិស និងប្រតិកម្មភាព យើងត្រូវងាកទៅមើលតារាង១៥.២ សម្រាប់ការសង្ខេបក្រុមជាក់លាក់ និងឥទ្ធិពលរបស់ពួកវា។

១២. ប្រតិកម្មខ្សែខាងរបស់អាល់គីលបង់សែន

អ៊ីដ្រូកាបួដែលមានទាំងក្រុមអាលីផាទិច និងក្រុមអារ៉ូម៉ាទិចក៏ត្រូវបានគេហៅថា **អារ៉ែន**។ តូលុយអែន អេទីលបង់សែន និងអ៊ីសូប្រូពីលបង់សែនជា**អាល់គីលបង់សែន**៖

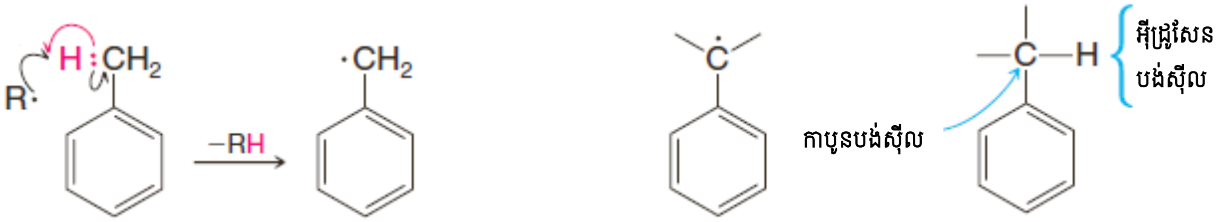


មេទីលបង់សែន (តូលុយអែន) **អេទីលបង់សែន** **អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន (គុយមែន)** **ផេនីលអេតែន (ស្ទីរ៉ែន ឬវីនីលបង់សែន)**

ផេនីលអេតែន ដែលជាធម្មតាគេហៅថាស្ទីរ៉ែន ជាឧទាហរណ៍មួយនៃ**អាល់សែនីលបង់សែន**។ ផ្នែកអាលីផាទិចនៃសមាសធាតុទាំងនេះជាធម្មតាត្រូវបានគេហៅថា**ខ្សែខាង** (side chain)។

១២.១ កាចុង និងរ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល

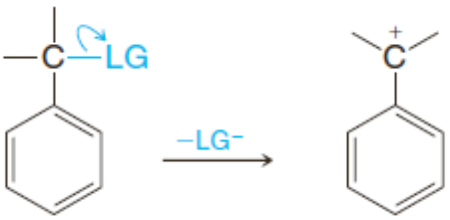
អរូបកម្មអ៊ីដ្រូសែនពីក្រុមមេទីលរបស់មេទីលបង់សែន (តូលុយអែន) បង្កើតរ៉ាឌីកាល់សេរីមួយហៅថា **រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល** ៖



មេទីលបង់សែន **រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល** **រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល**

ឈ្មោះនៃរ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីលត្រូវបានប្រើជាឈ្មោះដាក់លាក់របស់រ៉ាឌីកាល់សេរី បង្កើតក្នុងប្រតិកម្មនេះ។ ឈ្មោះទូទៅ **រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល** ប្រើលើរ៉ាឌីកាល់សេរីទាំងអស់ដែលមានអេឡិចត្រុងសេរីមួយលើកាបូនខ្សែខាងដែលចងផ្ទាល់ជាមួយវង់បង់សែន។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់អាតូមកាបូនដែលចងផ្ទាល់ជាមួយវង់បង់សែនត្រូវបានគេហៅថា **អាតូមអ៊ីដ្រូសែនបង់ស៊ីល**។ ក្រុមដែលចងសម្ព័ន្ធនៅលើទីតាំងបង់ស៊ីលិចត្រូវបានគេហៅថា**ក្រុមជួសបង់ស៊ីល**។

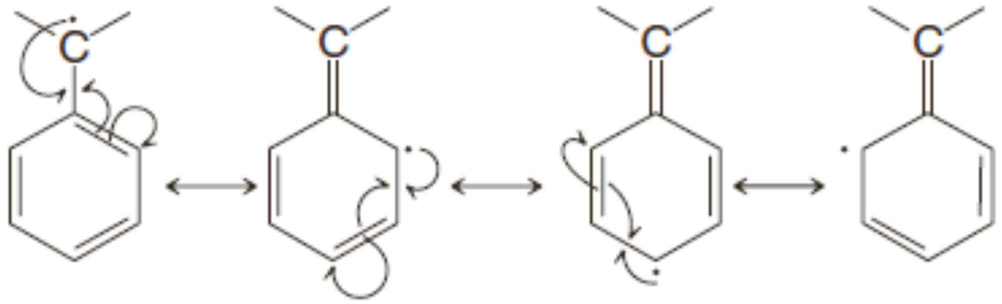
ការចាកចេញនៃក្រុមចាកចេញ (LG) ពីទីតាំងបង់ស៊ីលបង្កើត**កាចុងបងស៊ីល**មួយ ៖



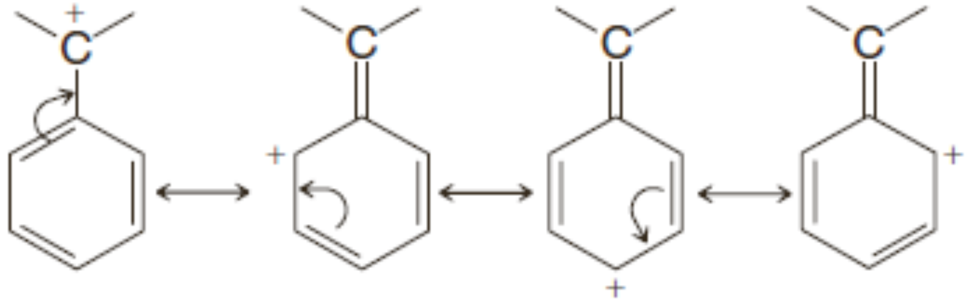
កាចុងបង់ស៊ីល

រ៉ាឌីកាល់បង់ស៊ីល និងកាចុងបង់ស៊ីលជា*ប្រព័ន្ធមិនផ្អែតឆ្អាស់* ហើយ *ពួកវាទាំងពីរមានស្ថេរភាពមិនធម្មតា*។ ពួកវាមានស្ថេរភាពប្រហាក់ប្រហែលនឹងរ៉ាឌីកាល់សេរីអាលីល និងកាចុងអាលីលដែរ (មេរៀនទី ១៣)។ ស្ថេរភាពរបស់រ៉ាឌីកាល់សេរី និងកាចុងបង់ស៊ីលនេះអាចត្រូវបានពន្យល់ដោយទ្រឹស្តីរេសូណង់។ ក្នុង

ករណីនីមួយៗ គេអាចសរសេរទម្រង់រេសូណង់ដែលដាក់អេឡិចត្រុងសេរី (ក្នុងករណីរ៉ាឌីកាល់សេរី) ឬបន្ទុកវិជ្ជមាន (ក្នុងករណីកាចុង) ទាំងលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ានៃកាបូនវង់ (មើលទម្រង់ខាងក្រោម)។ ដូចនេះ រេសូណង់ធ្វើឱ្យ អេឡិចត្រុងសេរី ឬបន្ទុកមិនដៅកន្លែង ហើយការមិនដៅកន្លែងធ្វើឱ្យកាចុង ឬរ៉ាឌីកាល់សេរីទាំងនេះមាន ស្ថេរភាពខ្ពស់ណាស់។

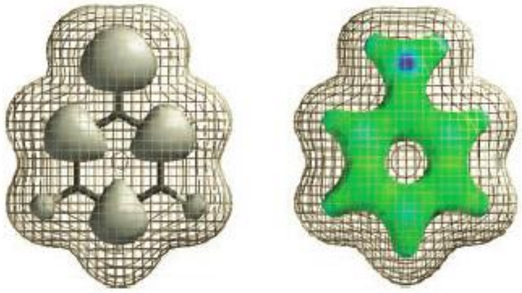


រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីលបន្សើប់ដោយរេសូណង់



កាចុងបង់ស៊ីលបន្សើប់ដោយរេសូណង់

ទម្រង់គណនារបស់រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល និងកាចុងបង់ស៊ីលត្រូវបានតាងក្នុងរូប១៥.៦។ ទម្រង់ទាំងនេះបង្ហាញពីវត្តមានលើកាបូនអរតូ និងប៉ារ៉ានៃដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងសេរីក្នុងរ៉ាឌីកាល់ និងបន្ទុកវិជ្ជមានក្នុង កាចុង ដែលមានទម្រង់រេសូណង់ខាងលើ។

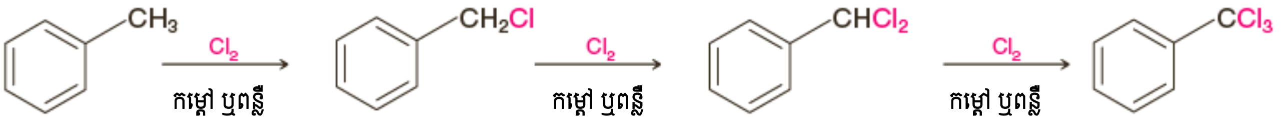


រូប១៥.៦ ឡូបពណ៌ប្រផេះក្នុងទម្រង់គណនារបស់រ៉ាឌីកាល់បង់ស៊ីល (ខាងឆ្វេង) បង្ហាញទីតាំងដង់ស៊ីតេពីអេឡិចត្រុងសេរី។ គំរូនេះបញ្ជាក់ថារ៉ាឌីកាល់សេរីមានទីតាំងថ្មីលើកាបូនបង់ស៊ីល អរតូ និងប៉ារ៉ា។ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចនៃអេឡិចត្រុង សម្ព័ន្ធក្នុងកាចុងបង់ស៊ីល (ខាងស្តាំ) បញ្ជាក់ថាបន្ទុកវិជ្ជមាន (ខៀវ) មានទីតាំងថ្មីលើកាបូនបង់ស៊ីល អរតូ និងប៉ារ៉ា ដែលបញ្ជាក់ ដោយគំរូរេសូណង់របស់កាចុងបង់ស៊ីល។ ផ្ទៃvan der Waals នៃទម្រង់ទាំងពីរត្រូវបានតាងដោយសំណាញ់។

១២.២ អាឡូសែនកម្មបង់ស៊ីលនៃខ្សែខាង

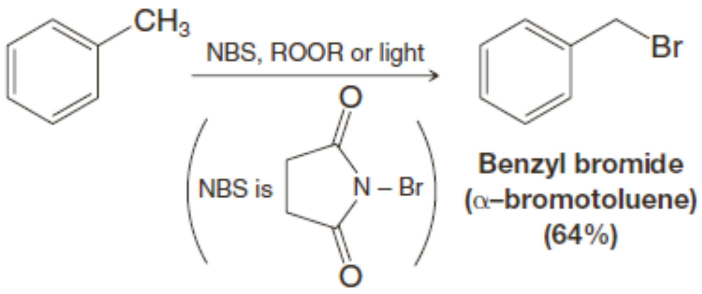
យើងបានឃើញក្នុងមេរៀននេះរួចហើយដែលយើងអាចជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដោយប្រូម និងក្លរលើវង់របស់តូលុយអែន និងសមាសធាតុអាល់គីលអារ៉ូម៉ាទិចផ្សេងទៀត ដោយប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូ

ម៉ាទិច។ យើងក៏អាចជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនលើកាបូនបង់ស៊ីលនៃខ្សែខាងអាល់គីលដោយប្រូម និងក្លរដោយប្រតិកម្មរ៉ាឌីកាល់សេរី ក្រោមវត្តមានកម្ដៅ ពន្លឺ ឬធាតុផ្ដើមរ៉ាឌីកាល់សេរី ដូចជាពែរអុកស៊ីតមួយ ដូចដែលយើងបានឃើញពីដំបូងក្នុងមេរៀនទី១០។ ប្រតិកម្មនេះអាចទៅរួចដោយស្ថេរភាពពិសេសនៃអង្គធាតុកណ្ដាលរ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល។ ឧទាហរណ៍ ក្លរកម្មបង់ស៊ីលនៃតូលុយអែនកើតឡើងក្នុងផាសឧស្ម័ននៅ400-600^{0}C ឬ ក្នុងវត្តមាននៃពន្លឺ UV ដូចដែលបង្ហាញពេលនេះ។ ពហុជំនួសកើតឡើងដោយក្លរលើស។

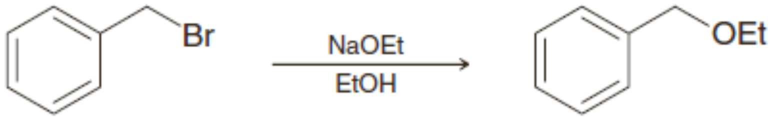


បង់ស៊ីលក្លរួ **ឌីក្លរ៉ូមេទីលបង់សែន** **ទ្រីក្លរ៉ូមេទីលបង់សែន**

NBS (N-ប្រូម៉ូស៊ុចស៊ីនីមីត មេរៀនទី១០) តែងតែត្រូវបានប្រើក្នុងប្រតិកម្មបង់ស៊ីលប្រូមកម្ម ពីព្រោះវាផ្ដល់ បរិមាណស្ដីស្សូមេទ្រីនៃប្រូមក្នុងកំហាប់ទាប។



ប្រតិកម្មបង់ស៊ីលអាឡូសែនកម្មផ្ដល់ជាមធ្យោបាយមានប្រយោជន៍មួយ សម្រាប់បញ្ចូលក្រុមចាកចេញមួយនៅពេលគេត្រូវការក្រុមចាកចេញសម្រាប់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ឬប្រតិកម្មបណ្ដាច់។ ឧទាហរណ៍ បើសិនយើងចង់សំយោគបង់ស៊ីលអេទីលអេទែរពីតូលុយអែន គេអាចទង្វើបង់ស៊ីលប្រូមួពីតូលុយអែនដូចប្រតិកម្មខាងលើ ហើយបន្ទាប់មកគេដាក់បង់ស៊ីលប្រូមួឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអេតុកស៊ីតដូចខាងក្រោម៖

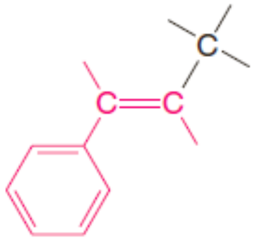


បង់ស្ទូអ៊ីលអេទែរ

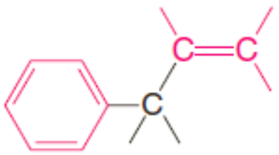
១៣. អាល់សែនីលបង់សែន

១៣.១ ស្ថេរភាពរបស់អាល់សែនីលបង់សែនឆ្លាស់

- អាល់សែនីលបង់សែន (alkenylbenzenes) ដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ខ្សែខាងឆ្លាស់ជាមួយវង់បង់ សែនមានស្ថេរភាពជាងអាល់សែនីលបង់សែនដែលមិនឆ្លាស់។

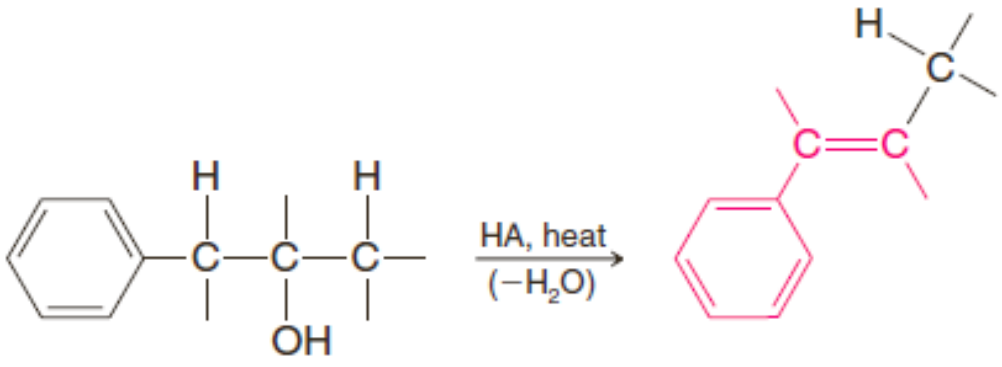


មានស្ថេរភាពជាង



ប្រព័ន្ធឆ្លាស់ **ប្រព័ន្ធមិនឆ្លាស់**

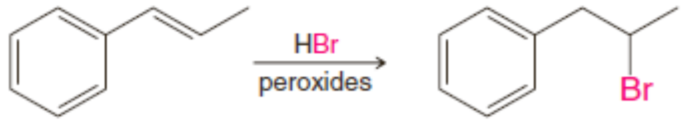
ភស្តុតាងមួយដែលអាចបញ្ជាក់ដូចនេះ បានមកពីប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុលកាតាលីករអាស៊ីត ដែលគេដឹងថាទទួលបាននូវអាល់សែនស្ថេរភាពជាង(មើលមេរៀនទី៧)។ ឧទាហរណ៍ ដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់កុល មួយដូចជា អាល់កុលដែលបង្កើតប្រព័ន្ធឆ្លាស់គឺ៖



ដោយសារតែភាពឆ្លាស់តែងតែធ្វើឱ្យថាមពលនៃប្រព័ន្ធមិនឆ្អែតមួយថយចុះ ដោយអាចឱ្យមានភាពមិនដោកន្លែងនៃអេឡិចត្រុងπ លក្ខណៈនេះដូចទៅនឹងអ្វីដែលយើងបានរំពឹង។

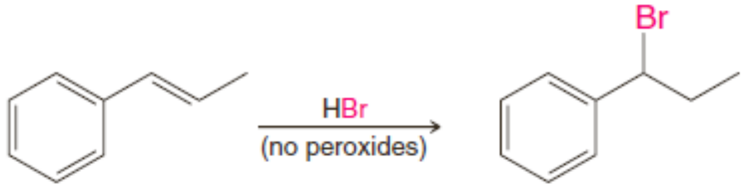
១៣.២ ប្រតិកម្មបូកសម្ព័ន្ធពីរជាន់នៃអាល់សែនីលបង់សែន

ក្រោមវត្តមានពែរអុកស៊ីតHBrបូកលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់នៃ1-ផេនីលប្រូប៉ែនបង្កើត-ប្រូម៉ូ-1-ផេនីលប្រូប៉ានជាផលិតផលឧត្តមភាព៖



1-ផេនីលប្រូប៉ែន **2-ប្រូម៉ូ-1-ផេនីលប្រូប៉ាន**

ក្នុងអវត្តមានពែរអុកស៊ីត HBrបូកតាមមធ្យោបាយខុសគ្នា៖



1-ផេនីលប្រូប៉ែន **1-ប្រូម៉ូ-1-ផេនីលប្រូប៉ាន**

ប្រតិកម្មនៃអ៊ីដ្រូសែនប្រូមួលើ1-ផេនីលប្រូប៉ែន ដំណើរការឆ្លងកាត់រ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីលក្នុងវត្តមានពែរអុកស៊ីត និង ឆ្លងកាត់កាចុងបង់ស៊ីលមួយក្នុងអវត្តមានពែរអុកស៊ីត។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៣៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្ម ដែល HBr បូកលើ 1-ផេនីលប្រូប៉ែន

a. ក្នុងវត្តមានពែរអុកស៊ីត

b. ក្នុងអវត្តមានពែរអុកស៊ីត

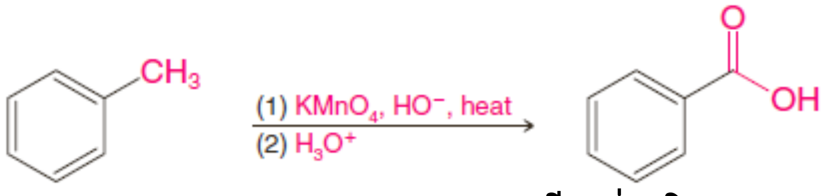
លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៤៖

a. តើផលិតផលឧត្តមភាពដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបាននៅពេល 1-ផេនីលមានប្រតិកម្មជាមួយHCl?

b. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបាននៅពេលវារងប្រតិកម្មអុកស៊ីមែរក្លរ៉ាស្យុង-ដេមែរ ក្លូរ៉ាស្យុង?

១៣.៣ អុកស៊ីតកម្មនៃខ្សែខាង

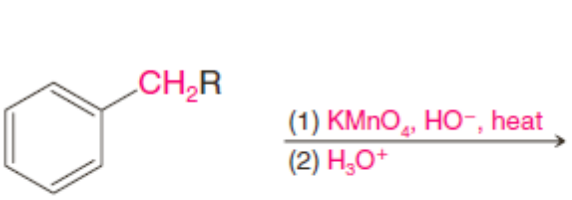
ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្លាំងធ្វើអុកស៊ីតកម្មតូលុយអែនទៅជាអាស៊ីតបង់សូអ៊ិច។ អុកស៊ីតកម្មនេះអាចធ្វើឡើងដោយអំពោះនៃប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាតក្នុងសូលុយស្យុងបាសក្តៅ។ វិធីសាស្ត្រនេះបង្កើតអាស៊ីតបង់សូអ៊ិចក្នុងទិន្នផលអតិបរមា៖



អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច (~100%)

លក្ខណៈសំខាន់នៃអុកស៊ីតកម្មខ្សែខាងគឺថា អុកស៊ីតកម្មកើតឡើងដំបូលើកាបូនបង់ស៊ីល។

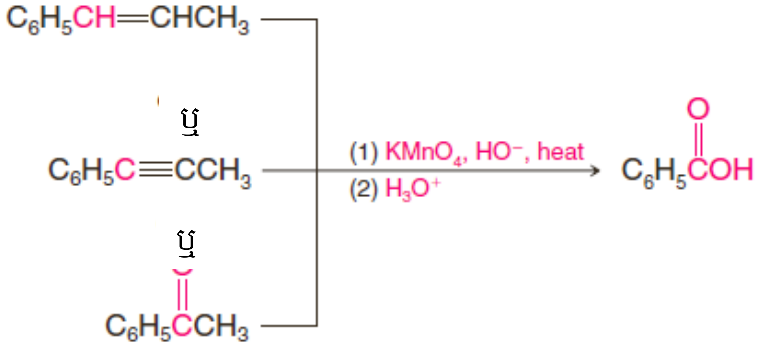
- អាល់គីលបង់សែនដែលមានក្រុមអាល់គីលវែងជាងមេទីលត្រូវបានបំបែកទៅជាអាស៊ីតបង់សូអ៊ិច៖



អាល់គីលបង់សែន **អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច**

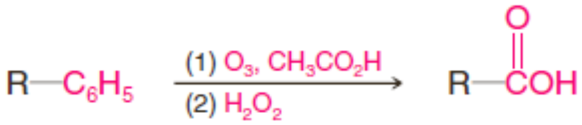
អុកស៊ីតកម្មខ្សែខាងស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មបង់ស៊ីលអាឡូសែនកម្ម ពីព្រោះក្នុងដំណាក់កាលទី១ ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មដកយកអ៊ីដ្រូសែនបង់ស៊ីលមួយ។ នៅពេលអុកស៊ីតកម្មបានចាប់ផ្តើមលើកាបូនបង់ស៊ីល ហើយ វាបន្តលើកន្លែងនោះ។ ជាចុងក្រោយ ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មធ្វើអុកស៊ីតកម្មកាបូនបង់ស៊ីលទៅជាក្រុមកាបុកស៊ីលមួយ ហើយក្នុងដំណើរការនេះ វាបណ្តាច់អាតូមកាបូនដែលនៅសល់លើខ្សែខាង(ទែ-ប៊ុយទីលបង់សែនអាចធន់នឹងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មខ្សែខាងនេះបាន។ ហេតុអ្វី?)។

- អុកស៊ីតកម្មខ្សែខាងមិនកើតឡើងតែលើក្រុមអាល់គីលទេ។ ក្រុមអាល់អាល់សែនីល អាល់ស៊ីនីល និង អាស៊ីលក៏រងអុកស៊ីតកម្មដោយសូលុយស្យុងបាសនៃប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាតក្តៅដែរ។



១៣.៤ អុកស៊ីតកម្មវង់បង់សែន

កាបូនវង់បង់សែនដែលក្រុមអាល់គីលចងសម្ព័ន្ធជាមួយ អាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាក្រុមកាបុកស៊ីលមួយដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស បន្ទាប់មកដាក់ឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត។

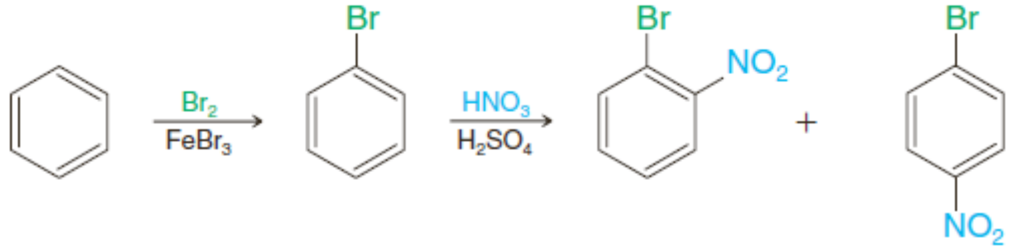


១៤. ការអនុវត្តសំយោគ

នៅពេលគេធ្វើរួមគ្នានៃប្រតិកម្មជំនួសវង់អារ៉ូម៉ាទិច និងប្រតិកម្មខ្សែខាងរបស់អាល់គីល និងអាល់សែនីលបង់សែន អាចផ្ដល់ឱ្យយើងនូវឈុតប្រតិកម្មខ្លាំងមួយសម្រាប់សំយោគសរីរាង្គ។ ដោយប្រើប្រតិកម្មទាំងនេះយ៉ាងជំនាញ យើងនឹងអាចសំយោគស្រលាយបង់សែនជាច្រើន។

- ផ្នែកមួយនៃជំនាញក្នុងការគ្រោងសំយោគ គឺជាសម្រេចរកលំដាប់លំដោយនៃប្រតិកម្ម។

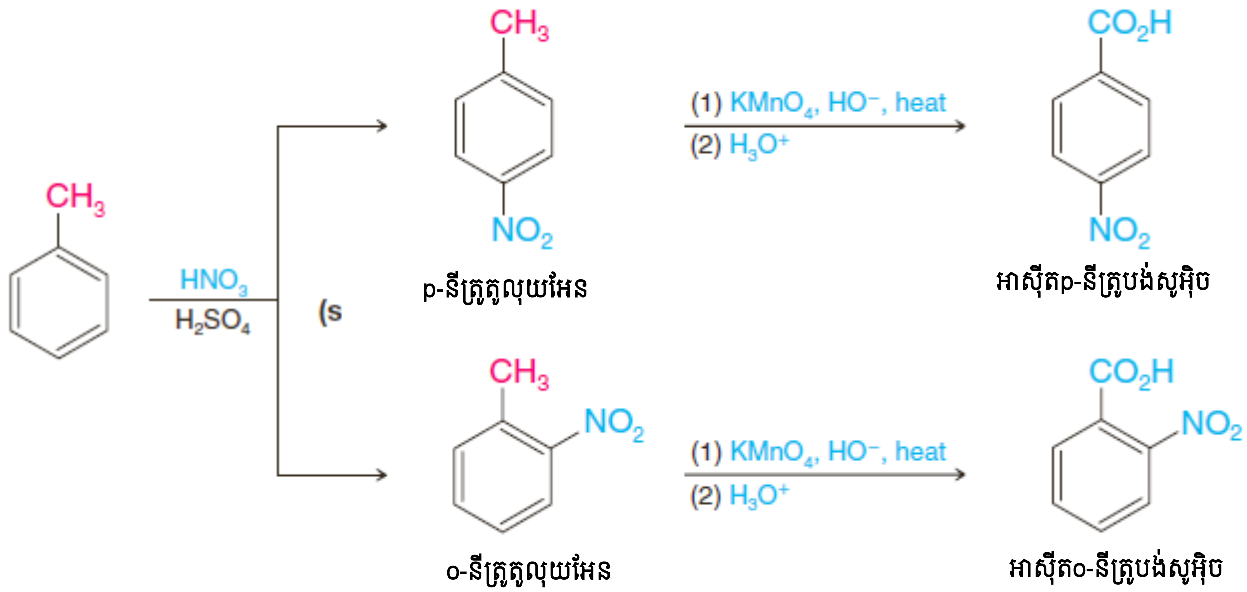
ឧទាហរណ៍ យើងមានបំណងសំយោគ o-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន។ យើងអាចឃើញយ៉ាងរហ័សថា យើងអាចបញ្ចូលក្រុមប្រូមទៅក្នុងវង់មុន ពីព្រោះវាជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា៖



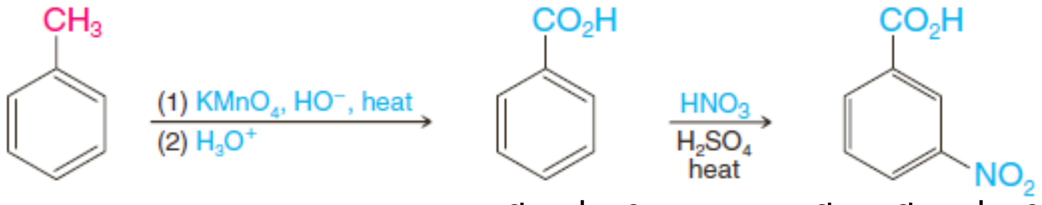
o-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន p-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន

គេអាចញែកផលិតផលអរតូ និងប៉ារ៉ាដោយវិធីសាស្ត្រជាច្រើន ពីព្រោះពួកវាមានលក្ខណៈរូបខុសគ្នា។ ប៉ុន្តែ បើយើងបញ្ចូលក្រុមនីត្រូមុន យើងនឹងទទួលបាន m-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែនជាផលិតផឧត្តមភាព។

ឧទាហរណ៍ផ្សេងទៀតក្នុងការជ្រើសលំដាប់ត្រឹមត្រូវនៃប្រតិកម្មមានសារសំខាន់គឺការសំយោគអាស៊ីតអរតូ-, មេតា-, និងប៉ារ៉ា-នីត្រូបង់សូអ៊ិច។ ដោយសារតែក្រុមមេទីលរបស់តូលុយអែនជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង យើងអាចសំយោគអាស៊ីតអរតូ- និង ប៉ារ៉ា-នីត្រូបង់សូអ៊ិចពីតូលុយអែនដោយធ្វើនីត្រាតកម្មលើវា ញែកពួកវាចេញពីគ្នា បន្ទាប់មកធ្វើអុកស៊ីតកម្មក្រុមមេទីលជាក្រុមកាបូកស៊ីត៖

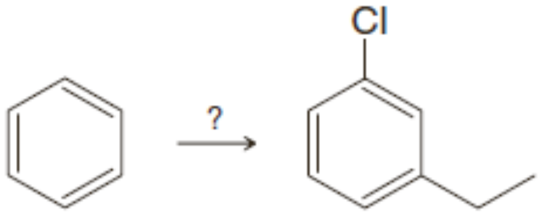


យើងអាចសំយោគ អាស៊ីតm-នីត្រូបង់ស៊ូអ៊ិចដោយចម្រាសលំដាប់នៃប្រិតកម្មនេះ។ យើងធ្វើអុកស៊ីតកម្មក្រុមមេទីលទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមុន បន្ទាប់មកយើងប្រើក្រុមកាបុកស៊ីលជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងដើម្បីដៅទិសប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មលើទីតាំងមេតា។



អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច អាស៊ីតm-នីត្រូបង់សូអ៊ិច

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៥៖ ឧបមាថាអ្នកចង់សំយោគ m-ក្លរ៉ូអេទីលបង់សែនពីបង់សែន៖



អ្នកអាចចាប់ផ្តើមពីក្លរកម្មបង់សែន ហើយបន្ទាប់មកធ្វើប្រតិកម្ម Friedel-Crafts ដោយប្រើក្លរ៉ូអេតាន និង $AlCl_3$ ឬអ្នកអាចចាប់ផ្តើមពីប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts បន្ទាប់មកធ្វើប្រតិកម្មក្លរកម្ម។ ប៉ុន្តែ វិធីសាស្រ្តទាំងពីរមិនអាចទទួលបានផលិតផលដែលយើងចង់បានទេ។

a. ហេតុអ្វីវិធីសាស្រ្តទាំងពីរមិនអាចបង្កើតផលិតផលដែលយើងចង់បាន?

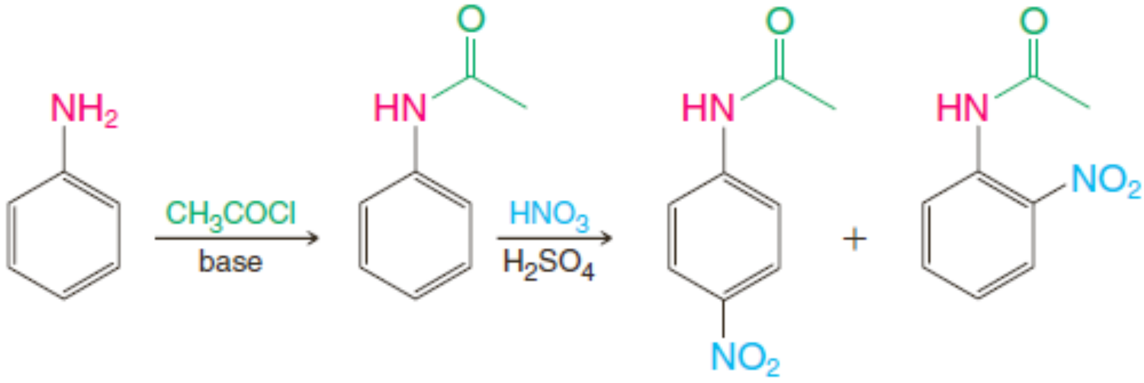
b. មានវិធីសាស្រ្តបីដំណាក់កាលមួយ ដែលនឹងអាចបង្កើតផលិតផលនេះបាន។ ចូរឱ្យវិធីសាស្រ្តនេះ។

១៤.១ ការប្រើក្រុមការពារ និងក្រុមរារាំង

- ក្រុមសកម្មខ្លាំងបំផុតដូចជាក្រុមអាមីណូ និងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលធ្វើឱ្យវង់បង់សែនកាន់តែសកម្ម ដែលប្រតិកម្មមិនចង់បានអាចកើតឡើង។

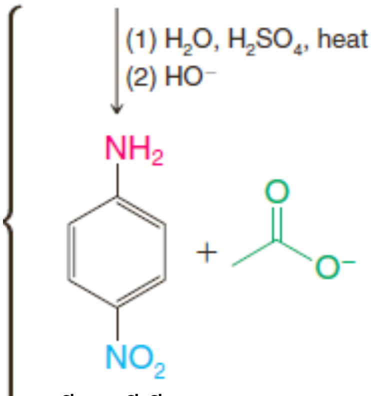
រ៉េអាក់ទីបខ្លះដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ដូចជាអាស៊ីតនីទ្រិចក៏ជាភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្លាំងដែរ។ ទាំងភ្នាក់ងារអេឡិចត្រូភីល និងភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មស្វែងរកអេឡិចត្រុង។ ដូចនេះក្រុម អាមីណូ និងក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលមិនត្រឹមតែធ្វើឱ្យសកម្មដល់វង់ចំពោះប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលទេ ប៉ុន្តែវាក៏ធ្វើ ឱ្យសកម្មដល់វង់ចំពោះប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មផងដែរ។ ឧទាហរណ៍ នីត្រាតកម្មអានីលីនធ្វើឱ្យមានការបំបែកវង់ បង់សែន ពីព្រោះវារងអុកស៊ីតកម្មដោយអាស៊ីតនីទ្រិច។ ដូចនេះនីត្រាតកម្មផ្ទាល់នៃអានីលីនមិនមែនជាវិធី សាស្រ្តមួយសម្រាប់ទង្វើអរតូ និងប៉ារ៉ា-នីត្រូអានីលីនទេ។

ការដាក់អានីលីនឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាសេទីលក្លរ៉ូ CH_3COCl ឬអានីឌ្រីតអាសេទិច $(CH_3CO)_2O$ បម្លែងក្រុមអាមីណូរបស់អានីលីនទៅជាអាមីតមួយ (ជាពិសេសក្រុមអាសេតាមីដូ $-NHCOCH_3$) ដោយបង្កើតជាអាសេតានីលីត។ ក្រុមអាមីតជាក្រុមសកម្មបង្គួរ ហើយវាមិនធ្វើឱ្យវង់រងអុកស៊ីតកម្មខ្លាំងក្នុងពេលនីត្រាតកម្មទេ។ ដូចនេះ ក្រុមអាមីណូរបស់អានីលីនរាំងអាសេតានីលីត គេអាចធ្វើនីត្រាតកម្មផ្ទាល់៖



អានីលីន អាសេតានីលីត p-នីត្រូអាសេតានីលីត (90%) o-នីត្រូអាសេតានីលីត (តិចតួច)

ដំណាក់កាលនេះដកក្រុម CH_3CO
និងជំនួសវាដោយ -Hមួយ

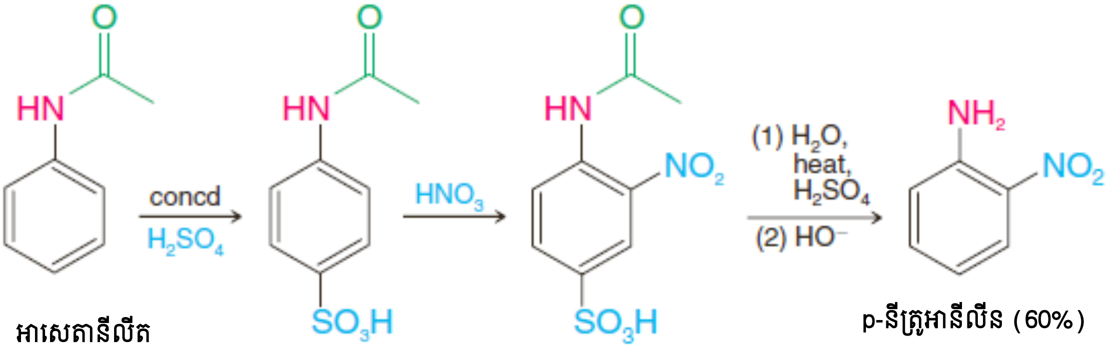


p-នីត្រូអានីលីន

នីត្រាតកម្មអាសេតានីលីតបង្កើត p-នីត្រូអាសេតានីលីតក្នុងទិន្នផលខ្ពស់ និងបរិមាណតិចតួចនៃអ៊ីសូមែរអរតូ។ អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតនៃp-នីត្រូអាសេតានីលីតដកក្រុមអាសេទីលចេញ និងបង្កើតp-នីត្រូអានីលីនក្នុងផលិតផលខ្ពស់ដែរ។

ប៉ុន្តែសន្មត់ថា យើងត្រូវការo-នីត្រូអានីលីន។ ការសំយោគដែលយើងទើបតែបានបង្ហាញខាងលើមិនមែនជាវិធីសាស្ត្រល្អទេ ពីព្រោះយើងទទួលo-នីត្រូអាសេតានីលីតក្នុងបរិមាណបន្តិចបន្តួចពីប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម។

ប៉ុន្តែ យើងអាចសំយោគo-នីត្រូអានីលីនតាមប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



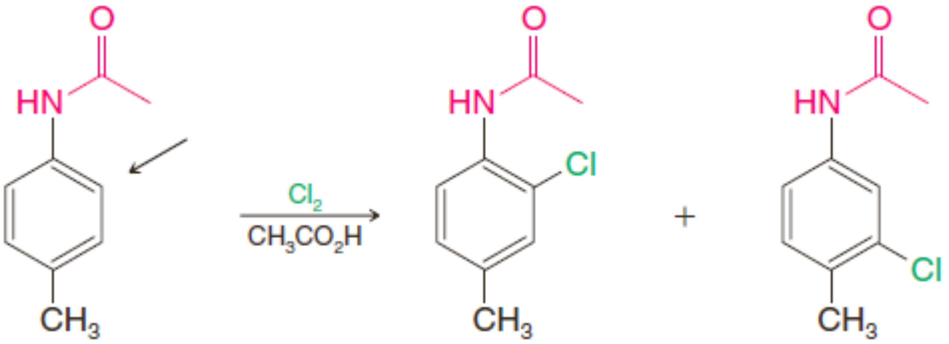
អាសេតានីលីត p-នីត្រូអានីលីន (60%)

នៅពេលនេះ យើងឃើញក្រុមអាស៊ីតស៊ុលផូនិចអាចត្រូវបានប្រើជាក្រុម រាំង (blocking group)។ យើងអាចដកក្រុមអាស៊ីតស៊ុលផូនិចដោយធ្វើប្រតិកម្មដេស៊ុលផូនកម្មក្នុងប្រតិកម្មចុងក្រោយគេ។ ក្នុងឧទាហរណ៍នេះ រ៉េអាក់ទីបដែលបានប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មដេស៊ុលផូនកម្ម (H_2SO_4រាវ) ក៏បានដកក្រុមអាសេទីលយ៉ាងងាយដែលយើងប្រើសម្រាប់ការពារវង់បង់សែនពីអុកស៊ីតកម្មដោយអាស៊ីតនីទ្រិច។

១៤.២ ដំណៅទិសក្នុងបង់សែនឌីជំនួស

- នៅពេល ក្រុមខុសគ្នាពីរមានវត្តមានលើវង់បង់សែនមួយក្រុមសកម្មខ្លាំងជាង(តារាង១៥.២) តែងតែកំណត់ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្ម។

ជាឧទាហរណ៍មួយ ចូរយើងពិចារណាលើដំណៅទិសប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលនៃp-មេទីលអាសេតានីលីត។ ក្រុមអាមីតជាក្រុមសកម្មខ្លាំងជាងក្រុមមេទីល។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមបង្ហាញថាក្រុមអាមីតកំណត់លទ្ធផលរបស់ប្រតិកម្ម។ ការជំនួសកើតឡើងជាចំបងលើទីតាំងអរតូធៀបនឹងក្រុមអាមីត៖



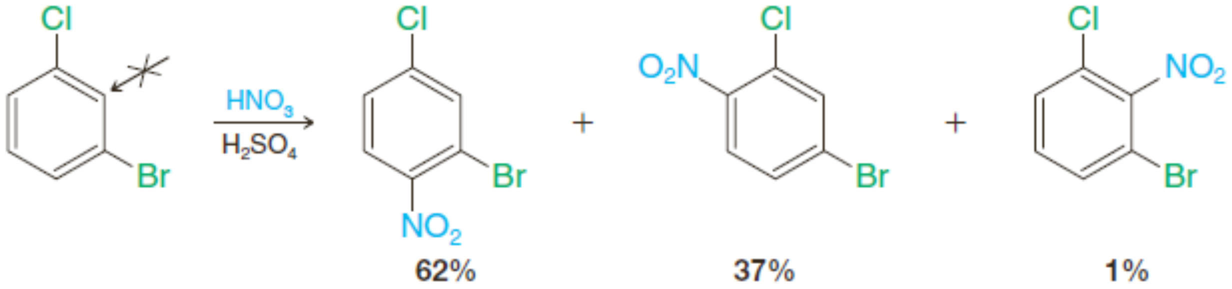
ផលិតផលឧត្តមភាព **ផលិតផលតិចតួច**

- ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាមានឧត្តមភាពជាក្រុមដៅទិសមេតាក្នុងការកំណត់ទីតាំងនៃការជំនួស ពីព្រោះក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាជាក្រុមសកម្មជាងក្រុមដៅទិសមេតា។

ផលស្តេរិចក៏មានសារសំខាន់ក្នុងការប្រតិកម្មជំនួសអារ៉ូម៉ាទិចដែរ។

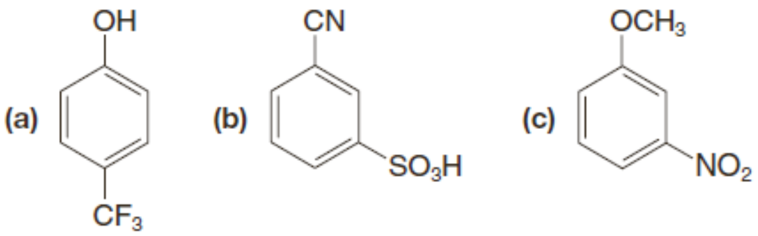
- ការជំនួសមិនកើតឡើងលើទីតាំងមេតារវាងក្រុមជួសពីរទេ បើសិនជាទីតាំងមួយទៀតនៅទំនេរ។

គេអាចឃើញឧទាហរណ៍ល្អមួយនៃឥទ្ធិពលនេះក្នុងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មនៃ m-ប្រូម៉ូក្លរ៉ូបង់សែន៖



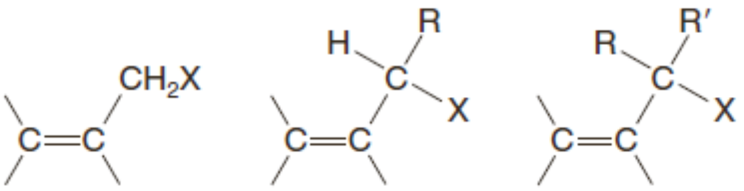
មានតែផលិតផលម៉ូណូនីត្រូតែ 1%ប៉ុណ្ណោះដែលមានក្រុមនីត្រូនៅចន្លោះប្រូម និងក្លរ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៦៖ ចូរប៉ាន់ស្មានផលិតផលឧត្តមភាព (មួយ ឬច្រើន) ដែលអាចទទួលបាន នៅពេល សមាសធាតុខាងក្រោមរងប្រតិកម្មនីត្រាកម្ម៖

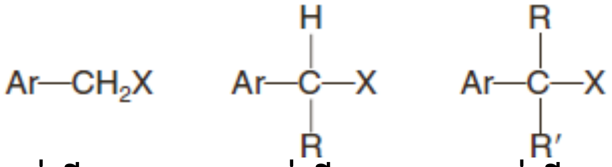


១៥. អាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនក្នុងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល

អាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនអាចត្រូវបានចាត់ថ្នាក់តាមមធ្យោបាយ ដែលយើងចាត់ថ្នាក់អាឡូសែនសរីរាង្គផ្សេងទៀត៖



អាលីល 1⁰ អាលីល 2⁰ អាលីល 3⁰



បង់ស៊ីល 1⁰ បង់ស៊ីល 2⁰ បង់ស៊ីល 3⁰

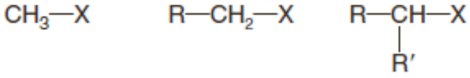
សមាជាតុទាំងអស់នេះរងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។ ដូចគ្នាទៅនឹងអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣ផ្សេងទៀតដែរ របាំងស្តេរិចដែលមានជាមួយក្រុមប្រវេងច្រវ៉ាំងបីលើកាបូនចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាឡូសែនរារាំង អាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣ពីប្រតិកម្មតាមចលនការS_N2។ ពួកវាប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលតែតាមចលនការ S_N1ប៉ុណ្ណោះ។

អាលីលអាឡូសែន្ទ និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ និងទី២អាចប្រតិកម្មតាមទាំងចលនការ S_N2 ឬដោយតាមចលនការ S_N1ក្នុងជាតុរំលាយមិនអាស៊ីតធម្មតា។ យើងរំពឹងថា អាឡូសែន្ទទាំងនេះប្រតិកម្មតាម ចលនការ S_N2 ពីព្រោះពួកវាមានទម្រង់ស្រដៀងគ្នានឹងអាល់គីលអាឡូសែន្ទធម្មតា (មានតែក្រុមមួយ ឬពីរភ្ជាប់ទៅនឹងកាបូនមានអាឡូសែនមិនរារាំងការប្រយុទ្ធ S_N2 ទេ)។ ប៉ុន្តែអាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីល អាឡូសែនថ្នាក់ទី១ និងទី២ ក៏អាចប្រតិកម្មតាមចលនការ S_N1 បានដែរ ពីព្រោះពួកវាអាចបង្កើតកាបូកាចុង អាលីល និងកាបូកាចុងបង់ស៊ីលស្ថេរភាព ហើយក្នុងប្រតិកម្មនេះ វាខុសពីអាល់គីលអាឡូសែន្ទថ្នាក់ទី១ និងទី២។

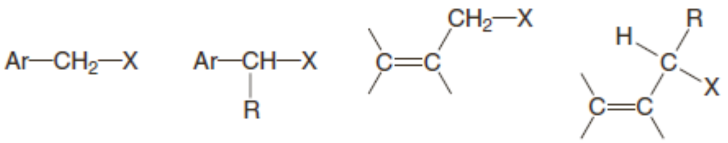
- សរុបមក យើងអាចសង្ខេបពីឥទ្ធិពលទម្រង់លើប្រតិកម្មភាពរបស់អាល់គីល អាលីល និងបង់ស៊ីលអាឡូសែន្ទក្នុងតារាង១៥.៣។

តារាង១៥.៣ សង្ខេបអាល់គីល, អាលីល, និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនក្នុងប្រតិកម្ម S_N

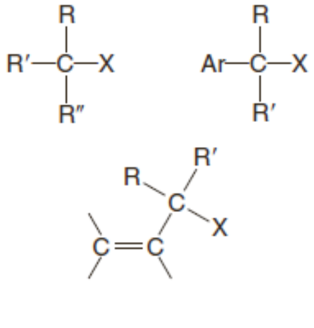
អាឡូសែន្ទទាំងនេះមានប្រតិកម្ម S_N2



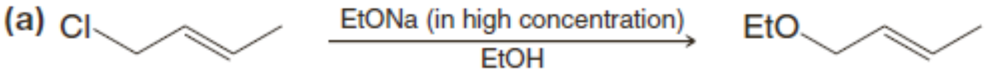
អាឡូសែន្ទទាំងនេះមានប្រតិកម្ម S_N1 ឬ S_N2



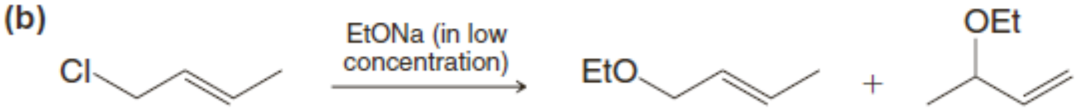
អាឡូសែន្ទទាំងនេះមានប្រតិកម្ម S_N1



លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៧៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



នៅកំហាប់ខ្ពស់របស់អេតុកស៊ីត ល្បឿនប្រតិកម្មអាស្រ័យលើទាំងកំហាប់អេតុកស៊ីត និងអាលីលអាឡូសែន។



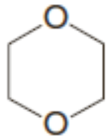
នៅកំហាប់ទាបរបស់អេតុកស៊ីត ល្បឿនប្រតិកម្មអាស្រ័យតែលើកំហាប់របស់អាលីលអាឡូសែន។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៨៖ 1-ក្លរ៉ូ-3-មេទីល-2-ប៊ុយតែនរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសក្នុងល្បាយទឹក និងឌីអុកសានក្នុង ល្បឿនលឿនជាង1-ក្លរ៉ូ-2-ប៊ុយតែនរាប់ពាន់ដង។

a. តើកត្តាណាខ្លះដែលធ្វើឱ្យប្រតិកម្មភាពខុសគ្នានេះ?

b. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបាន?

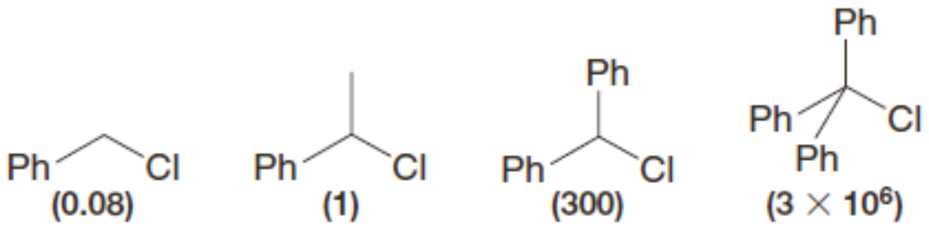
(ឌីអុកសានជាអេទែរវង់រលាយក្នុងទឹកគ្រប់សមាមាត្រ និងមានប្រយោជន៍ជាសហធាតុរំលាយសម្រាប់ប្រតិកម្មបែបនេះ ប៉ុន្តែឌីអុកសានជាសមាសធាតុបង្កមហារីកដូចអេទែរផ្សេងទៀតដែរ វាទំនោរនឹងបង្កើតពែរ៉ុកស៊ីត)។



ឌីអុកសាន

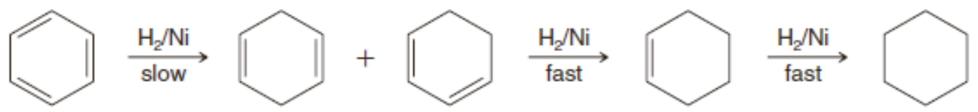
លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.១៩៖ អាឡូសែនថ្នាក់ទី១ប្រភេទ $ROCH_2X$ រងប្រតិកម្ម S_N1 តែអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ផ្សេងទៀតមិនរងប្រតិកម្មទេ។ តើអ្នកអាចពន្យល់តាមរេសូណង់អំពីលទ្ធភាពអាឡូសែននេះរងប្រតិកម្ម S_N1 យ៉ាងម៉េច?

លំហាត់អនុវត្តន៍១៥.២០៖ ក្លរួខាងក្រោមរងប្រតិកម្មសុលវ៉ូលីសក្នុងអេតាណុលនៅល្បឿនក្នុងវង់ក្រចក។ តើអ្នកអាចពន្យល់អំពីលទ្ធផលនេះដូចម្តេច?



១៦. ប្រតិកម្មរេដុកម្មសមាសធាតុអរ៉ូម៉ាទិច

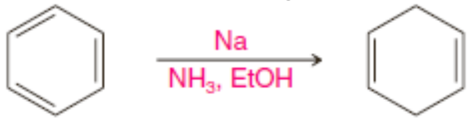
អ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃបង់សែនក្រោមសំពាធដោយប្រើកាតាលីកលោហៈមួយដូចជានីកែលធ្វើឱ្យកកើតក្នុងការបូកអ៊ីដ្រូសែន៣ម៉ូលសមមូល និងការកកើតស៊ីក្លូអិចសាន។ អង្គធាតុកណ្តាលស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន និងស៊ីក្លូ អិចសាឌីអែនមិនអាចញែកចេញពីគ្នា ពីព្រោះពួកវារងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីសលឿនជាងបង់សែន មានប្រតិកម្ម។



បង់សែន ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន ស៊ីក្លូអិចសែន ស៊ីក្លូអចិសាន

➢ ប្រតិកម្មរេដុកម្មBirch

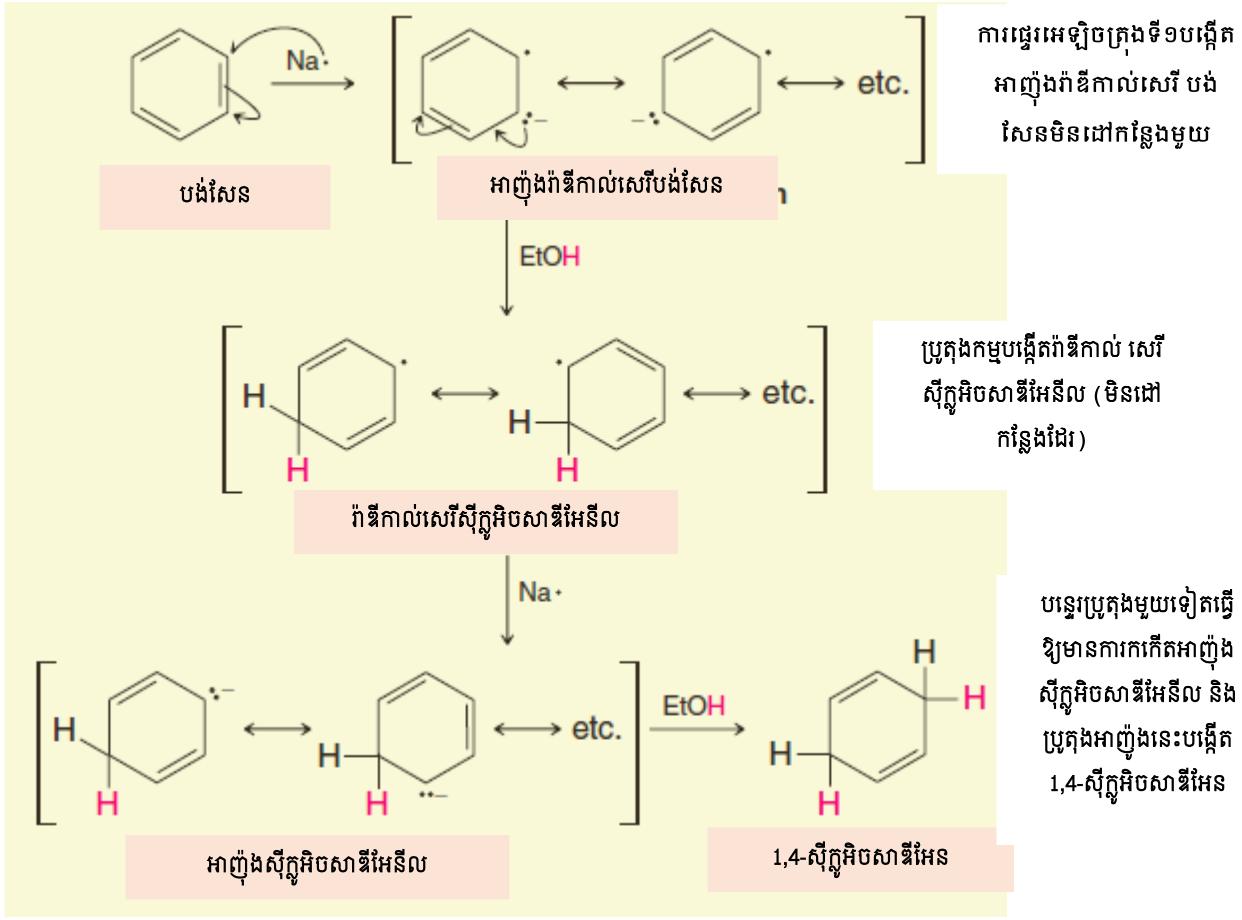
បង់សែនអាចត្រូវបានរេដុកម្មទៅជា 1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន ដោយដាក់វាក្នុងលោហៈអាល់កាឡាំង (សូដ្យូម លីចូម ឬ ប៉ូតាស្យូម) ក្នុងល្បាយមួយនៃអាម៉ូញ៉ាក់រាវ និងអាល់កុលមួយ។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានគេហៅថា**រេដុកម្ម Birch** បន្ទាប់ពី A. J. Birch ជាអ្នកគីមីអូស្ត្រាលីដែលបានបង្កើតវា។



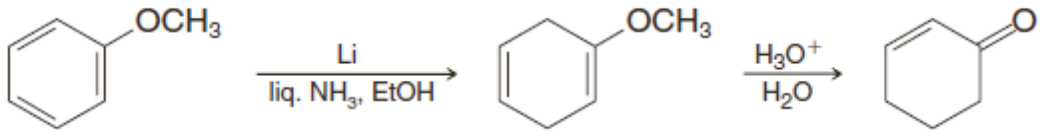
បង់សែន 1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន

រេដុកម្មBirchជាប្រតិកម្មរេដុកម្មលោហៈរំលាយ ហើយចលនការរបស់វាដូចនឹងចលនការរបស់ប្រតិកម្មនៃអាល់ស៊ីនដែលយើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី៧។ លំដាប់នៃការបន្ទេរអេឡិចត្រុងពីលោហៈអាល់កាឡាំង និងប្រូតុងពីអាល់កុលកើតឡើង ដោយបង្កើត 1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែនមួយ។ មូលហេតុនៃការកកើត 1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែនគឺការកកើតនូវ1,3-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែនធ្លាស់មានស្ថេរភាពជាង ដែលគេមិនទាន់យល់ច្បាស់នៅឡើយ។

❖ ចលនការប្រតិកម្មរេដុកម្ម Birch



ក្រុមជំនួសលើវង់បង់សែនជះឥទ្ធិពលដល់ដំណើរការប្រតិកម្ម។ រេដុកម្មBirch នៃមេតុកស៊ីបង់សែន (អានីសុល) ធ្វើឱ្យកកើត 1-មេតុកស៊ី-1,4-ស៊ីក្លូអិចសាឌីអែន ដែលជាសមាសធាតុមួយដែលអាចរងអ៊ីដ្រូលីស ដោយអាស៊ីតរាវបង្កើត 2-ស៊ីក្លូអិចសូន។ វិធីសាស្ត្រផ្តល់ជាការសំយោគមានប្រយោជន៍មួយនៃ2-ស៊ីក្លូអិចសែណូន៖

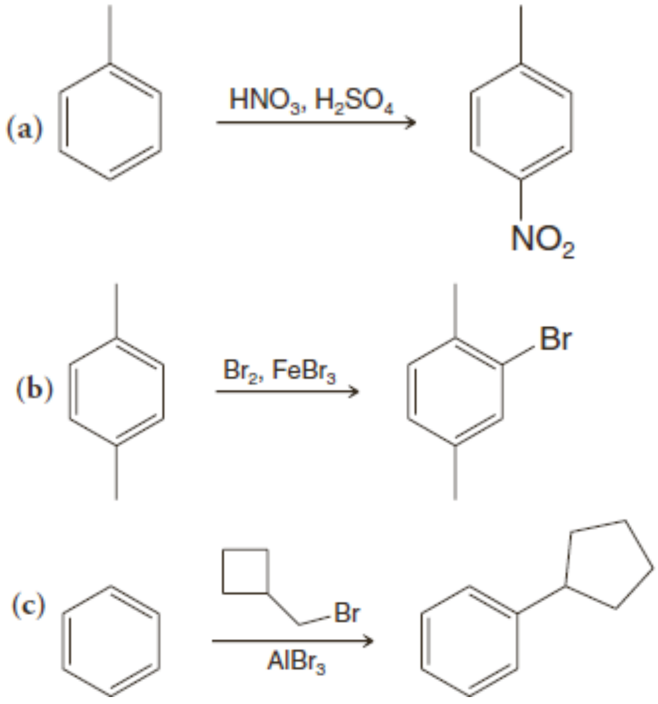


&&&&&&&&

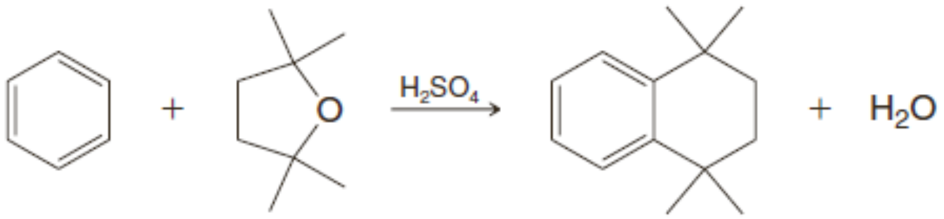
លំហាត់មេរៀនទី១៥

ចលនការប្រតិកម្ម

១. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម:



២. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម:

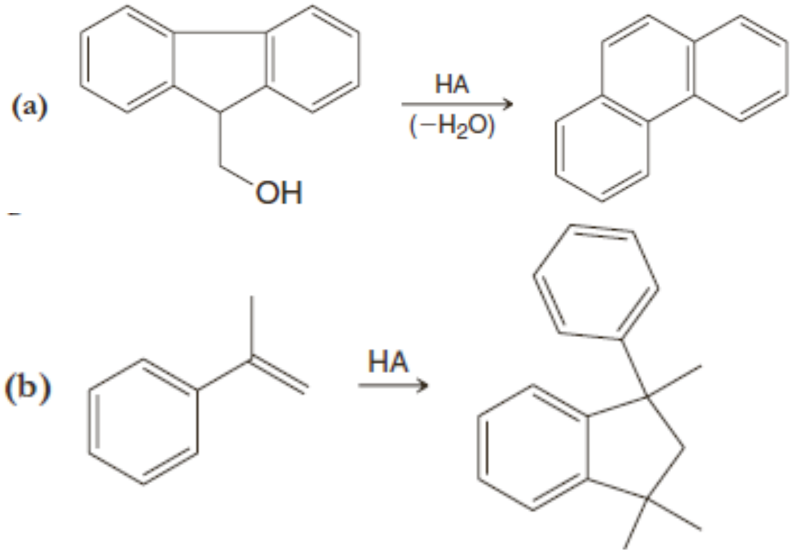


៣. វង់មួយរបស់ផេនីលបង់សូអាតរងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលងាយស្រួលជាងមួយទៀត។

a. តើវាជាវង់មួយណា?

b. ចូរពន្យល់។

៤. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



ប្រតិកម្ម និងការសំយោគ

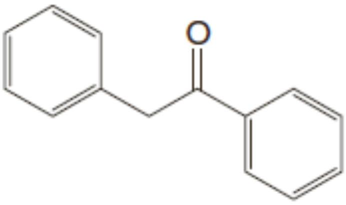
៥. ចូរប៉ាន់ស្មានផលិតផលឧត្តមភាព (មួយ ឬច្រើន) ដែលកកើតពីសមាសធាតុខាងក្រោមមានប្រតិកម្មជាមួយ Cl_2 និង $FeCl_3$៖

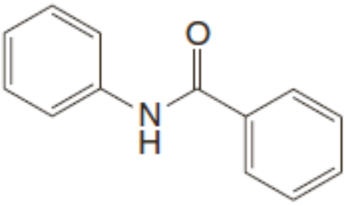
a. អេទីលបង់សែន
b. អានីសុល (មេតុកស៊ីបង់សែន)
c. ភ្លុយអរ៉ូបង់សែន
d. អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច
e. នីត្រូបង់សែន
f. ក្លរ៉ូបង់សែន
g. ប៊ីផេនីល (C_6H_5-C_6H_5)
h. អេទីលផេនីលអេទែរ

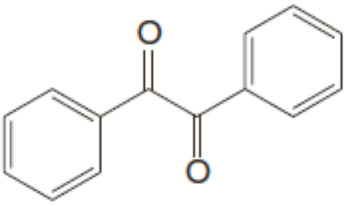
៦. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាព (មួយ ឬច្រើន) ដែលទទួលបាន នៅពេលសមាសធាតុខាងក្រោមមាន ប្រតិកម្មជាមួយល្បាយ HNO_3និង H_2SO_4។

a. អាសេតានីលីត
b. ផេនីលអាសេតាត
c. អាស៊ីត 4-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិច
d. អាស៊ីត 3-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិច
e. បង់សូផេណូន

៧. តើផលិតផលប្រតិកម្មម៉ូណូប្រូមកម្ម (មួយ ឬច្រើន) ដែលអ្នករំពឹងថានឹងទទួលបាននៅពេលសមាសធាតុខាងក្រោមរងប្រតិកម្មប្រូមកម្មវង់ជាមួយ Br_2 និង $FeBr_3$?

(a)


(b)


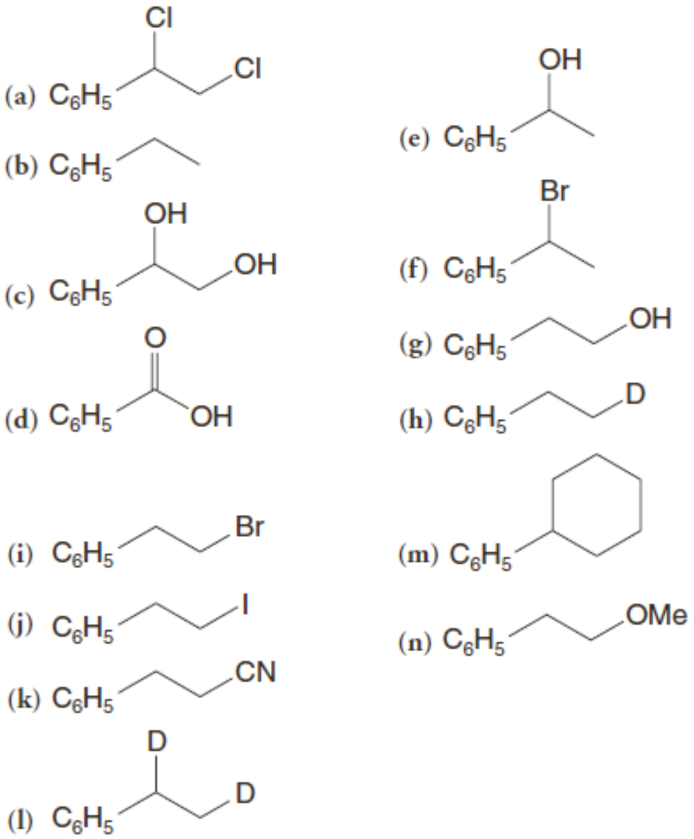
(c)


៨. ដោយផ្តើមចេញពីបង់សែន ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន

b. ទែរ-ប៊ុយទីលបង់សែន
c. ប្រូពីលបង់សែន
d. ប៊ុយទីលបង់សែន
e. 1-ទែរ-ប៊ុយទីល-4-ក្លរ៉ូបង់សែន
f. 1-ផេនីលស៊ីក្លូប៉ង់តែន
g. ត្រង់ស្ប-2-ផេនីលស៊ីក្លូប៉ង់តាណុល
h. m-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន
i. o-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន
j. p-ប្រូម៉ូនីត្រូបង់សែន
k. អាស៊ីត p-ក្លរ៉ូបង់សែនស៊ុលផូនិច
l. o-ក្លរ៉ូនីត្រូបង់សែន
m. អាស៊ីត m-នីត្រូបង់សែនស៊ុលផូនិច

៩. ដោយចាប់ផ្ដើមពីស្ទីរ៉ែន ចូរសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖

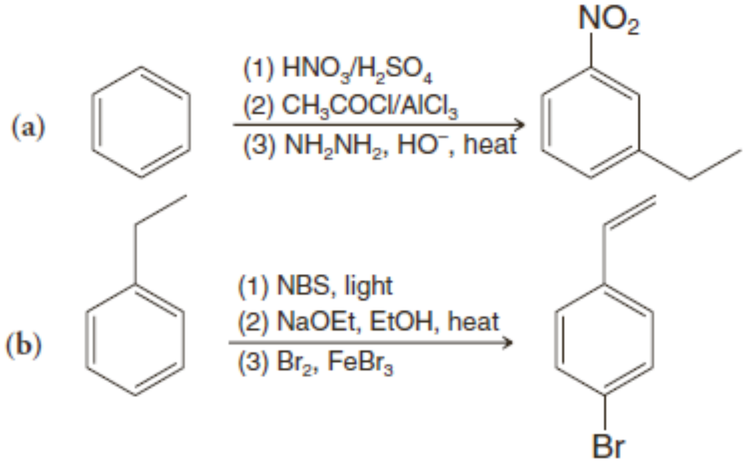


១០. ដោយចាប់ផ្ដើមពីតូលុយអែន ចូរសេរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖
a. អាស៊ីត m-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិច
b. p-មេទីលអាសេតូផេណូន
c. 2-ប្រូម៉ូ-4-នីត្រូតូលុយអែន
d. អាស៊ីត p-ប្រូម៉ូបង់សូអ៊ិច

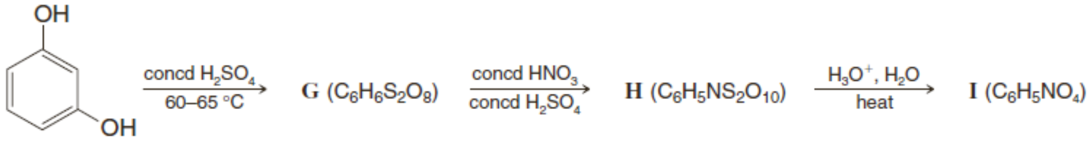
e. 1-ក្លរ៉ូ-3-ទ្រីក្លរ៉ូមេទីលបង់សែន
f. p-អ៊ីសូប្រូពីលតូលុយអែន (p-គុយមែន)
g. 1-ស៊ីក្លូអិចស៊ីល-4-មេទីលបង់សែន
h. 2,4,6-ទ្រីនីត្រូតូលុយអែន (TNT)
i. អាស៊ីត 4-ក្លរ៉ូ-2-នីត្រូបង់សូអ៊ិច
j. 1-ប៊ុយទីល-4-មេទីលបង់សែន

១១. ដោយចាប់ផ្តើមពីអានីលីន ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖
a. p-ប្រូម៉ូអានីលីន
b. o-ប្រូម៉ូអានីលីន
c. 2-ប្រូម៉ូ-2-នីត្រូអានីលីន
d. 4-ប្រូម៉ូ-2-នីត្រូអានីលីន

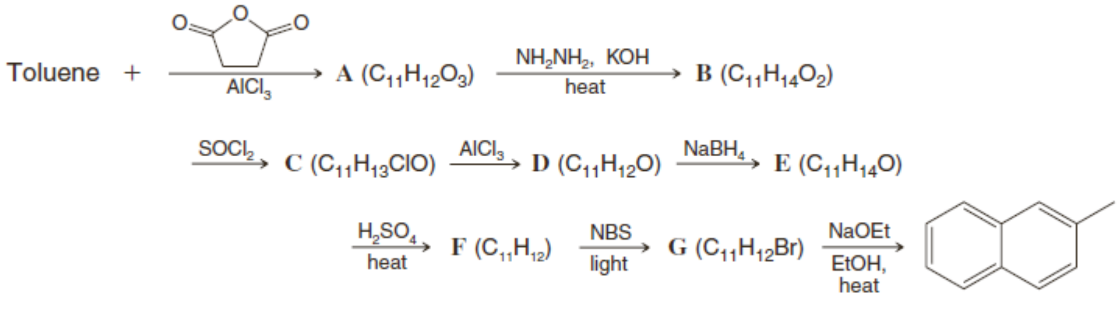
១២. ការសំយោគទាំងពីរខាងក្រោមបរាជ័យ។ ចូរពន្យល់ថាមានអ្វីខុស?



១៣. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុ G – I៖

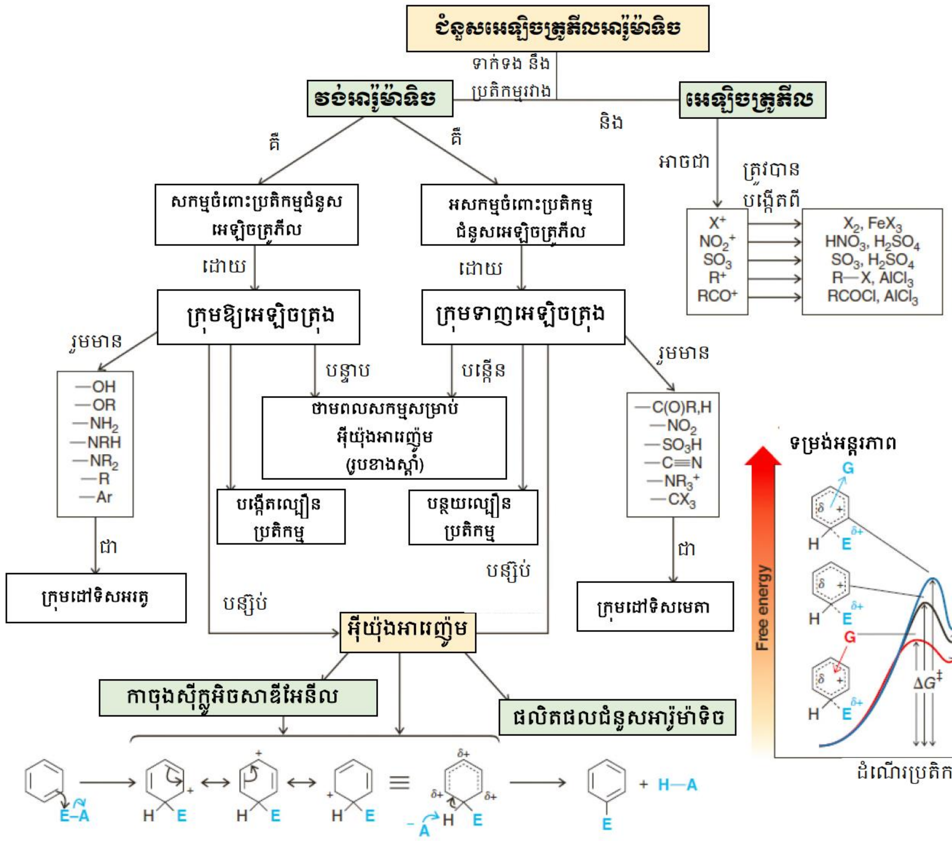


១៤. 2-មេទីលណាប់ផ្តាឡែនអាចត្រូវបានសំយោគពីតូលុយអែនតាមសង្វាក់ប្រតិកម្មខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់អង្គធាតុកណ្តាលនីមួយៗ។

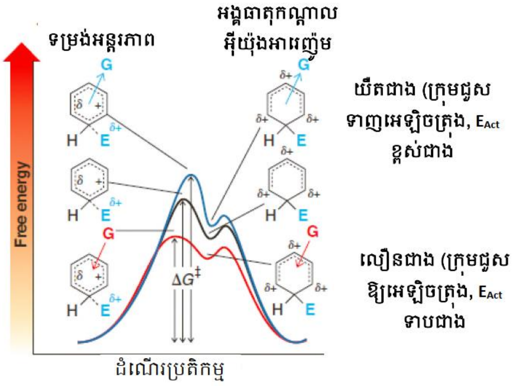


%%%%%%%%%

ផែនទីបញ្ញត្តិ
សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម



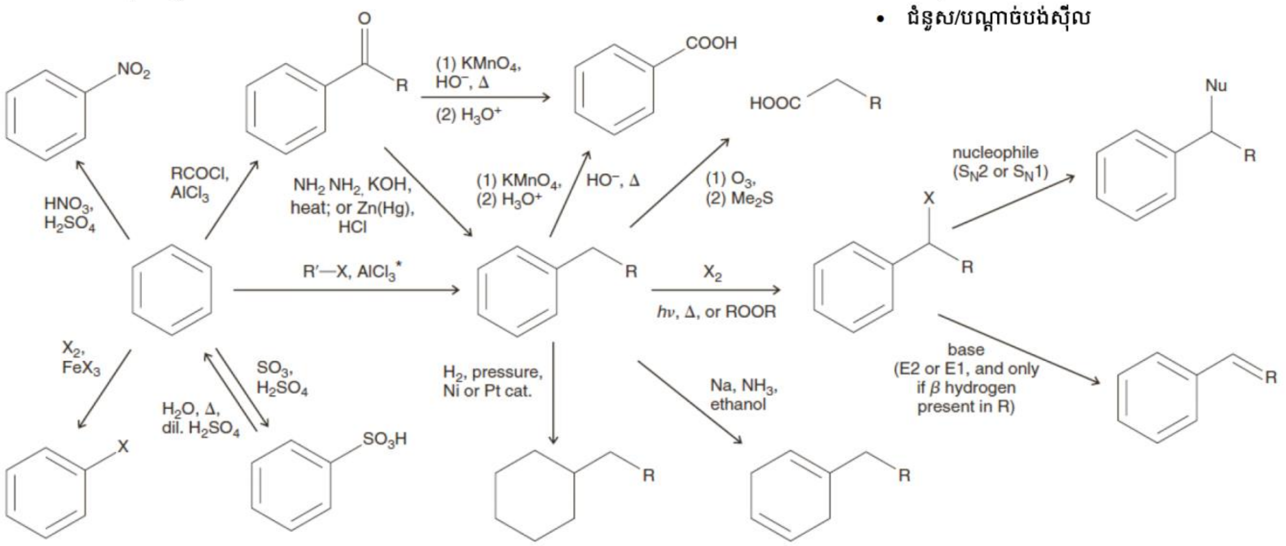
អាឡូសែនកម្ម
នីត្រាតកម្ម
ស៊ុលផូនកម្ម
អាល់គីលកម្មFriedel-Crafts
អាស៊ីលកម្មFriedel-Crafts



ខ្សែសំយោគខ្លះរបស់បង់សែននិងស្រលាយអារីល

- នីត្រាតកម្ម
- អាឡូសែនកម្ម
- ស៊ុលផូនកម្ម / ដេស៊ុលផូនកម្ម
- អាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts
- អាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts

- រេដុកម្ម Wolff-Kishner ឬ Clemmensen
- អុកស៊ីតកម្មខ្សែខាង
- អ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីករនៃវង់
- រេដុកម្ម Birch
- អាឡូសែនកម្មរ៉ាឌីកាល់សេរីបង់ស៊ីល
- ជំនួស/បណ្ដាច់បង់ស៊ីល

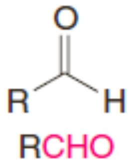


មេរៀនទី១៦

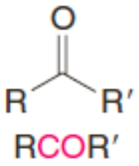
អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

១. សេចក្តីផ្តើម

- អាល់ដេអ៊ីតមានក្រុមកាបូនីលចងសម្ព័ន្ធជាមួយកាបូនម្ខាង និងម្ខាងទៀតចងជាមួយអ៊ីដ្រូសែនមួយ (ផរម៉ាល់ដេអ៊ីតគឺជាករណីលើកលែង ពីព្រោះវាមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងសងខាង)។
- សេតូនមានក្រុមកាបូនីលមួយចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនទាំងសងខាង។



រូបមន្តទូទៅរបស់អាល់ដេអ៊ីត



រូបមន្តទូទៅរបស់សេតូន

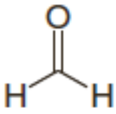
ទោះបីក្នុងមេរៀនមុនយើងបានសិក្សាខ្លះអំពីសមាសធាតុកាបូនីលហើយ យើងនឹងសិក្សាលម្អិតក្នុងមេរៀននេះ។ មូលហេតុ៖ ការសិក្សាអំពីក្រុមកាបូនីលជាមណ្ឌលនៃការសិក្សាលើមេរៀនទាំងអស់។

ក្នុងមេរៀននេះ យើងនឹងផ្តោតលើទង្វើរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន លក្ខណៈរូប និងជាពិសេស*ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើក្រុមកាបូនីល*។

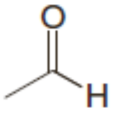
២. ការហៅឈ្មោះអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

- អាល់ដេអ៊ីតអាលីផាទិចត្រូវបានហៅឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធIUPAC ដោយជំនួសមជ្ឈឹមបទ ***អាន*** របស់អាល់កានដែលត្រូវគ្នាដោយមជ្ឈឹមបទ***អាល់***។

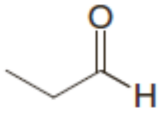
ដោយសារតែក្រុមអាល់ដេអ៊ីតត្រូវតែនៅខាងចុងរបស់ខ្សែកាបូន ដូចនេះមិនចាំបាច់បញ្ជាក់ទីតាំងរបស់វាទេ។ នៅពេលមានវត្តមានក្រុមជួស កាបូនក្រុមកាបូនីលត្រូវដាក់មានទីតាំងលេខ1។ អាល់ដេអ៊ីតជាច្រើនក៏មានឈ្មោះអសាធារណៈដែរ ឈ្មោះទាំងនេះត្រូវបានឱ្យក្នុងវង់ក្រចក។ ឈ្មោះអសាធារណៈទាំងនេះត្រូវបានមកពីឈ្មោះអសាធារណៈរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលត្រូវគ្នា ហើយខ្លះក៏IUPACទទួលស្គាល់ដែរ។



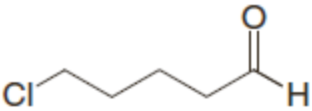
មេតាណាល់
(ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត)



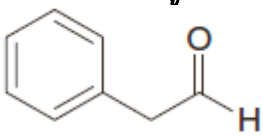
អេតាណាល់
(អាសេតាល់ដេអ៊ីត)



ប្រូប៉ាណាល់
(ប្រូប្យូណាល់ដេអ៊ីត)

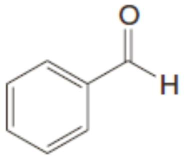


5-ក្លរ៉ូប៉ង់តាណាល់

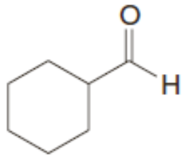


ផេនីលអាតាណាល់
(ផេនីលអាសេតាល់ដេអ៊ីត)

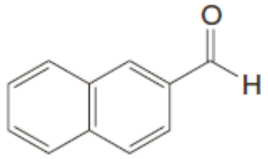
- អាល់ដេអ៊ីតដែលមានក្រុម -CHO ភ្ជាប់ទៅប្រព័ន្ធវង់ត្រូវបានហៅឈ្មោះដោយបូកមជ្ឈឹមបទ **កាបាល់ដេអ៊ីត**។ ឧទាហរណ៍៖



បង់សែនកាបាល់ដេអ៊ីត (បង់សាល់ដេអ៊ីត)



ស៊ីក្លូអិចសានកាបាល់ដេអ៊ីត

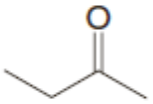


2-ណាប់ផ្តាឡែនកាបាល់ដេអ៊ីត

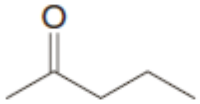
ឈ្មោះ*បង់សាល់ដេអ៊ីត* ត្រូវបានគេប្រើកន្លងមកជាងបង់សែនកាបាល់ដេអ៊ីតសម្រាប់C_6H_5CHO ហើយយើងនឹងប្រើវានៅក្នុងមេរៀននេះ។

- សេតូនអាលីលិចផាទិចត្រូវបានហៅឈ្មោះដោយជំនួសមជ្ឈឹមបទ*អាន* របស់អាល់កាន ដែលត្រូវគ្នាដោយមជ្ឈឹមបទ ***អូន***។

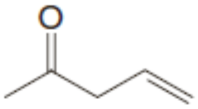
បន្ទាប់មកគេត្រូវបង់លេខឱ្យខ្សែតាមមធ្យោបាយណាដែលអាតូមកាបូនរបស់ក្រុមកាបូនីលទទួលបានលេខទាបបំផុត ហើយលេខនេះត្រូវបានប្រើដើម្បីសម្គាល់ទីតាំងរបស់ក្រុមនេះ។



ប៊ុយតាណូន (អេទីល មេទីលសេតូន)



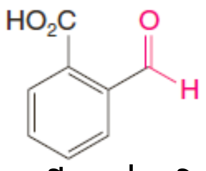
2-ប៉ង់តាណូន (មេទីល ប្រូពីលសេតូន)



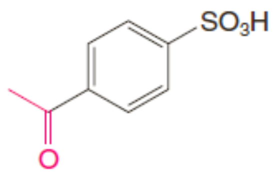
ប៉ង់-4-អែន-2-អូន (មិនមែន 1-ប៉ង់តែន-4-អូន) (អាលីលមេទីលសេតូន)

ឈ្មោះក្រុមបង្គំនាទីរបស់សេតូន (ក្នុងវង់ក្រចកខាងលើ) ទទួលបានដោយងាយពីការហៅឈ្មោះ ក្រុមទាំងពីរដែលចងជាមួយក្រុមកាបូនីលផ្សេងគ្នា និងបន្ថែមពាក្យថា **សេតូន**។

នៅពេលចាំបាច់ត្រូវហៅឈ្មោះ ក្រុម -CHO ជាបុព្វបទមួយ វាមានឈ្មោះថា **មេតាណូអ៊ីល** ឬ **ផរមីល**។ ក្រុម **- $CO\text{-}CH_3$** ត្រូវបានគេហៅថាក្រុម**អេតាណូអ៊ីល** ឬ **អាសេទីល** (អក្សរកាត់៖ Ac) ។ នៅពេលក្រុមR-CO- ត្រូវបានហៅជាក្រុមជួស ពួកវាត្រូវបានគេហៅថា ក្រុម**អាល់កាណូអ៊ីល** ឬ **អាស៊ីល**។



អាស៊ីត2-មេតាណូអ៊ីលបង់សូអ៊ិច (អាស៊ីត o-ផរមីលបង់សូអ៊ិច)



អាស៊ីត 4-អេតាណូអ៊ីលបង់សែនស៊ុលផូនិច (អាស៊ីតp-អាសេទីលបង់សែនស៊ុលផូនិច)

លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.១ ៖

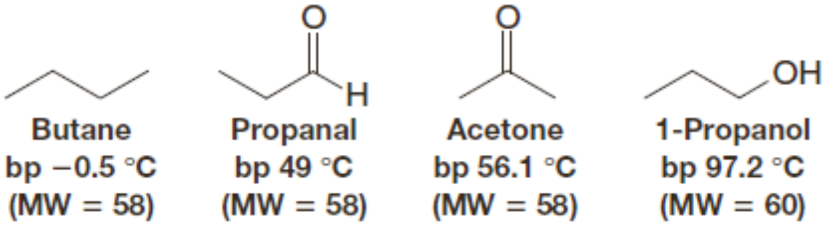
a. ចូរហៅឈ្មោះ IUPAC របស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនទាំងអស់ដែលមានរូបមន្ត$C_5H_{10}O$។

b. ចូរឱ្យទម្រង់ និងឈ្មោះ IUPAC រស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនទាំងអស់ដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុល C_8H_8O។

៣. លក្ខណៈរូប

ក្រុមកាបូនីលជាក្រុមប៉ូលែមួយ ដូចនេះ អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងអ៊ីដ្រូកាបួ ដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលស្មើគ្នា។ ប៉ុន្តែ ដោយសារតែអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមិនអាចមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន ខ្លាំង*វាំងម៉ូ*

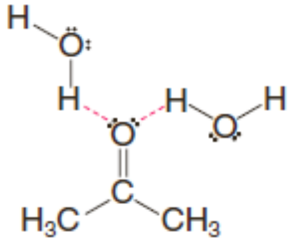
លេគុលពួកវា ពួកវាមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាបជាងអាល់កុលត្រូវគ្នា។ សមាសធាតុខាងក្រោម ដែល មានម៉ាសម៉ូលេគុលស្រដៀងគ្នា មានលក្ខណៈរូបដូចខាងក្រោម៖



លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.២ ៖ តើសមាសធាតុមួយណាក្នុងគូខាងក្រោមមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាង?

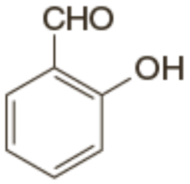
a. ប៉ង់តាណាល់ ឬ 1-ប៉ង់តាណុល
b. 2-ប៉ង់តាណូន ឬ 2-ប៉ង់តាណុល
c. ប៉ង់តាន ឬ ប៉ង់តាណាល់
d. អាសេតូផេណូន ឬ 2-ផេនីលអេតាណុល
e. បង់សាល់ដេអ៊ីត ឬ បង់ស៊ីលអាល់កុល

អាតូមកាបូនអុកស៊ីសែនធ្វើឱ្យម៉ូលេគុលអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយ ម៉ូលេគុលទឹក។ ជាលទ្ធផល អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនម៉ាសម៉ូលេគុលទាបមានកម្រិតរលាយល្អក្នុងទឹក។ អាសេតូន និងអាល់ដេអ៊ីតរលាយក្នុងទឹកគ្រប់សមាមាត្រ។

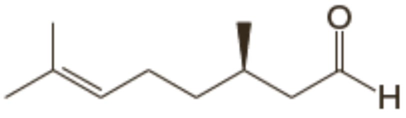


ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលទឹក និងសេតូន

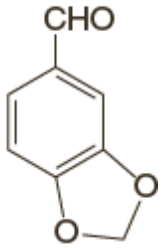
តារាង១៦.១ បង្ហាញលក្ខណៈរូបរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនសំខាន់ៗមួយចំនួន។ អាល់ដេអ៊ីតខ្លះ ទទួលបានពីប្រភពធម្មជាតិមានក្លិនក្រអូបណាស់។ ខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍បន្ថែម។



សាលីស៊ីឡាល់ដេអ៊ីត
(មានក្នុង meadowsweet)



ស៊ីត្រូនេឡាល់
(ក្លិនរបស់ក្រូចឆ្មារ)



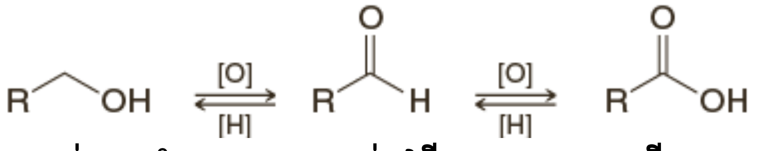
ពីពែរ៉ូណាល់
(ក្លិនរបស់ hellotrope)

តារាង១៦.១ លក្ខណៈរូបរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន				
រូបមន្ត	ឈ្មោះ	m.p (^0C)	b.p (^0C)	កម្រិតរលាយក្នុងទឹក
HCHO	ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត	-92	-21	រលាយខ្លាំង
CH_3CHO	អាសេតាល់ដេអ៊ីត	-125	21	រលាយមិនកំណត់ (∞)
CH_3CH_2CHO	ប្រូប៉ាណាល់	-81	49	រលាយខ្លាំង
$CH_3(CH_2)_2CHO$	ប៊ុយតាណាល់	-99	76	រលាយ
$CH_3(CH_2)_3CHO$	ប៉ង់តាណាល់	-92	102	រលាយតិច
$CH_3(CH_2)_4CHO$	អិចសាណាល់	-51	131	រលាយតិច
C_6H_5CHO	បង់សាល់ដេអ៊ីត	-26	178	រលាយតិច
$C_6H_5CH_2CHO$	ផេនីលអាសេតាល់ដេអ៊ីត	33	193	រលាយតិច
CH_3COCH_3	អាសេតូន	-95	56.1	រលាយមិនកំណត់ (∞)
$CH_3COCH_2CH_3$	ប៊ុយតាណូន	-86	80	រលាយខ្លាំង
$CH_3COCH_2CH_2CH_3$	2-ប៉ង់តាណូន	-78	102	រលាយ
$CH_3CH_2COCH_2CH_3$	3-ប៉ង់តាណូន	-39	102	រលាយ
$C_6H_5COCH_3$	អាសេតូផេណូន	21	202	មិនរលាយ
$C_6H_5COC_6H_5$	បង់សូផេណូន	48	306	មិនរលាយ

៤. ការសំយោគអាល់ដេអ៊ីត

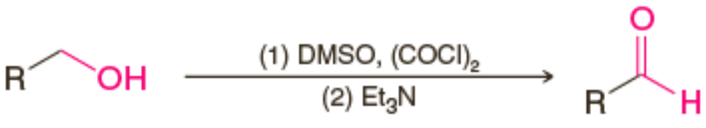
៤.១ អាល់ដេអ៊ីតដោយអុកស៊ីតកម្មអាល់កុល1^0

- ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីតមួយស្ថិតនៅចន្លោះអាល់កុល1^0 និង អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។

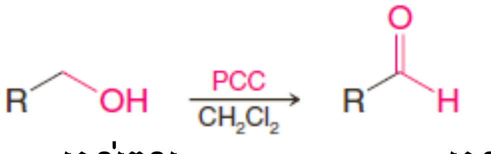


អាល់កុល1^0 អាល់ដេអ៊ីត អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អាល់ដេអ៊ីតអាចទធ្វើពីអាល់កុលថ្នាក់ទី១ដោយប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មSwern និងអុកស៊ីតកម្មជាពីរីឌីញ៉ូមក្លរ៉ូក្រូម៉ាត ($C_5H_5^+NHCrO_3Cl^-$) ឬ PCC៖



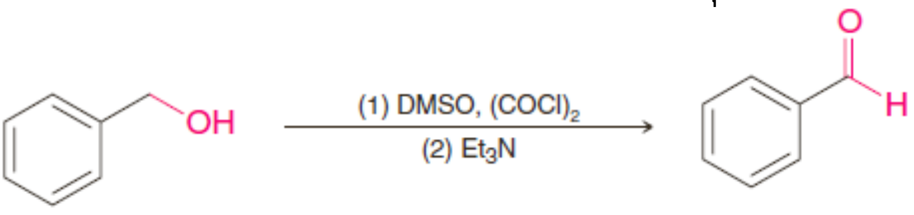
អុកស៊ីតកម្មSwernអាល់កុល1^0 ទៅជាអាល់ដេអ៊ីតមួយ



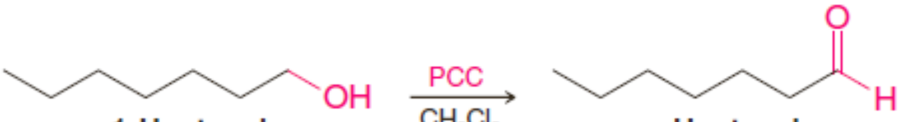
អាល់កុល អាល់ដេអ៊ីត

អុកស៊ីតកម្មPCCរបស់អាល់កុល1^0ទៅជាអាល់ដេអ៊ីត

ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍នៃការប្រើអុកស៊ីតកម្ម Swern និង PCCក្នុងការសំយោគអាល់ដេអ៊ីត។



បង់ស៊ីលអាល់កុល **បង់សាល់ដេអ៊ីត**

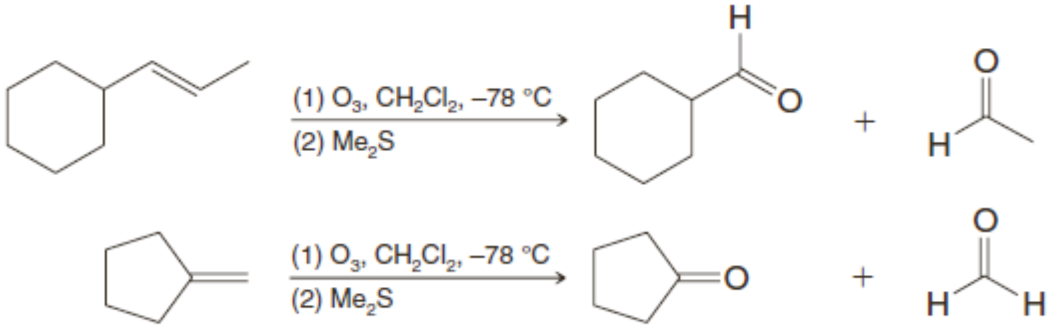


1-Heptanol **Heptanal**

៤.២ អាល់ដេអ៊ីតដោយអូសូណូលីសអាល់សែន

- អាល់សែនអាចត្រូវបានបណ្តាច់ដោយប្រតិកម្មអូសូណូលីសនៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់វា។ ផលិតផលជាអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។

ក្នុងមេរៀនទី៨យើងក៏បានឃើញអំពីរបៀបដែលដំណើរការនេះត្រូវបានប្រើក្នុងការកំណត់ទម្រង់។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមបង្ហាញការសំយោគអាល់ដេអ៊ីតដោយប្រតិកម្មអូសូណូលីសនៃអាល់សែន។

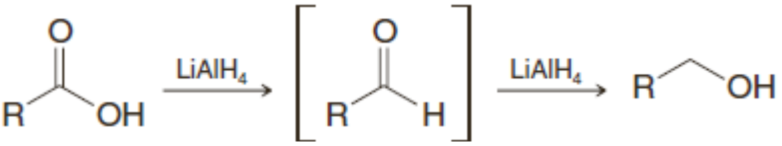


៤.៣ អាល់ដេអ៊ីតដោយរេដុកម្មនៃអាស៊ីលក្លរួ អេស្ទែរ និងនីទ្រីល

តាមទ្រឹស្តី គេអាចធ្វើអាល់ដេអ៊ីតដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។ តាមការអនុវត្តន៍វាមិនអាចទៅរួចដោយប្រើរេអាក់ទីបដូចជាលីចូម អាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ ($LiAlH_4$ ឬ LAH)។ ទៅធ្វើរេដុកម្ម អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចតាមធម្មតាបានទេ។

- នៅពេលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយរងប្រតិកម្មជាមួយLAHវាត្រូវបានរងរេដុកម្មគ្រប់ផ្លូវទៅជាអាល់កុល1^0។
- ការធ្វើរេដុកម្មនេះអាចកើតឡើង ដោយសារ LAH ជាភ្នាក់ងាររេដុកម្មខ្លាំងណាស់ ហើយអាល់ដេ អ៊ីតត្រូវបានធ្វើរេដុកម្មយ៉ាងងាយ។

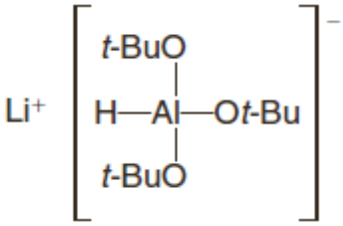
អាល់ដេអ៊ីតណាមួយដែលអាចត្រូវបានបង្កើតក្នុងល្បាយប្រតិកម្មត្រូវបានរងរេដុកម្មយ៉ាងរហ័សដោយ LAH បង្កើតអាល់កុល1^0។

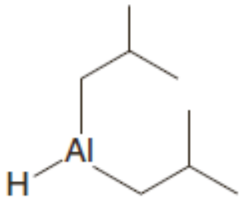


អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច **អាល់ដេអ៊ីត** **អាល់កុល1^0**

អាថ៌កំបាំងដើម្បីទទួលបានជោគជ័យក្នុងការសំយោគនេះ គឺមិនត្រូវប្រើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចខ្លួនវាទេ ប៉ុន្តែត្រូវប្រើស្រឡាយរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលងាយស្រួលរងរេដុកម្ម និងស្រឡាយអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ ដែលមានប្រតិកម្មខ្សោយជាងLAH។

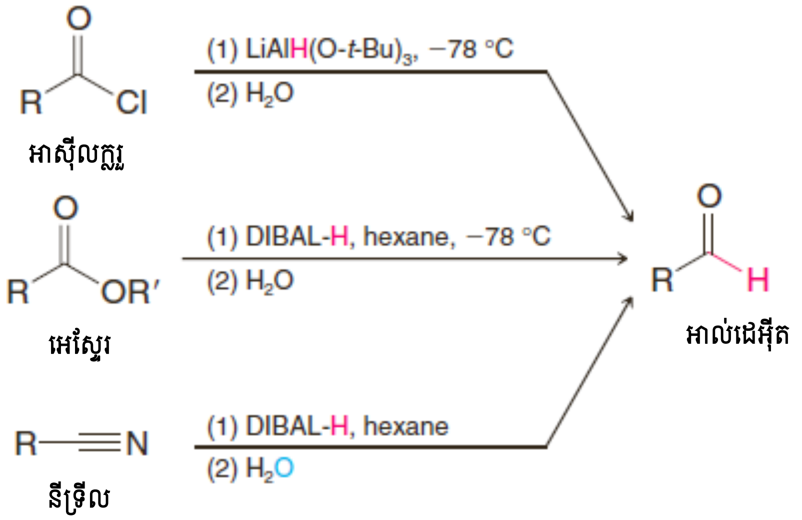
- អាស៊ីលក្លរួ (RCOCl) អេស្ទែរ (RCO_2R') និងនីទ្រីល (RCN) ត្រូវបានទង្វើយ៉ាងងាយស្រួលពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច (មេរៀនទី១៧) ហើយពួកវាងាយស្រួលរងរេដុកម្ម។
- ស្រឡាយអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួពីរដែលមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយជាង LAH (ពីព្រោះពួកវាមាន របាំងស្តេរិចច្រើនជាង) គឺ**លីចូមទ្រីទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ** និង **ឌីអ៊ីសូប៊ុយទីលអាមី នីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ** (DIBAL-H)៖





លីចូមទ្រីទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ **ឌីអ៊ីសូប៊ុយទីលអាមីនីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ**(DIBAL-H)

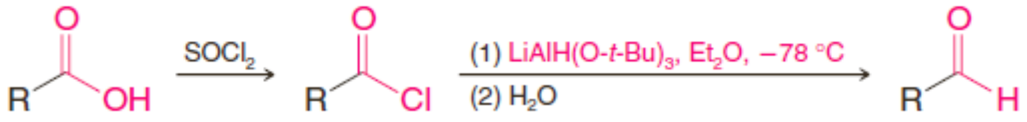
- ដ្យាក្រាមខាងក្រោមសង្ខេបពីរបៀបដែលលីចូមទ្រីទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីអាលីមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ និង DIBAL-H អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីសំយោគអាល់ដេអ៊ីតពីស្រឡាយអាស៊ីត៖



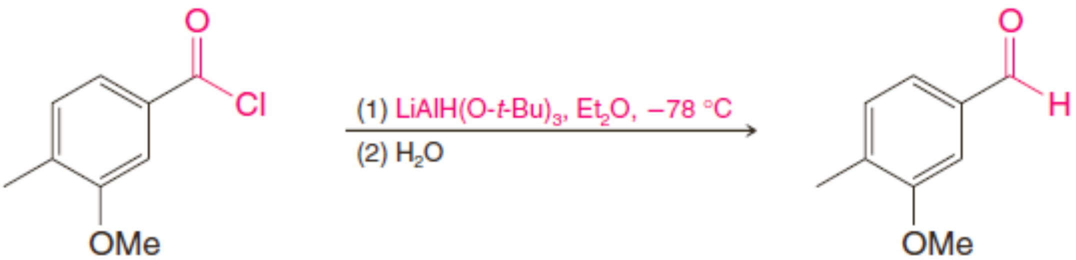
ឥឡូវនេះ យើងសិក្សាលអតអពការសំយោគអាល់ដេអ៊ីតនីមួយៗ។

➢ ***អាល់ដេអ៊ីតពីអាស៊ីលក្លរ៉ូ ៖ RCOCl → RCHO***

- អាស៊ីលក្លរួអាចត្រូវបានរេដុកម្មទៅជាអាល់ដេអ៊ីតដោយធ្វើឱ្យវាប្រតិកម្មជាមួយ $LiAlH[OC(CH_3)_3]_3$ លីចូមទ្រីទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួនៅ -78^{0}C ។
- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាអាស៊ីលក្លរ៉ូដោយប្រើ $SOCl_2$ ។



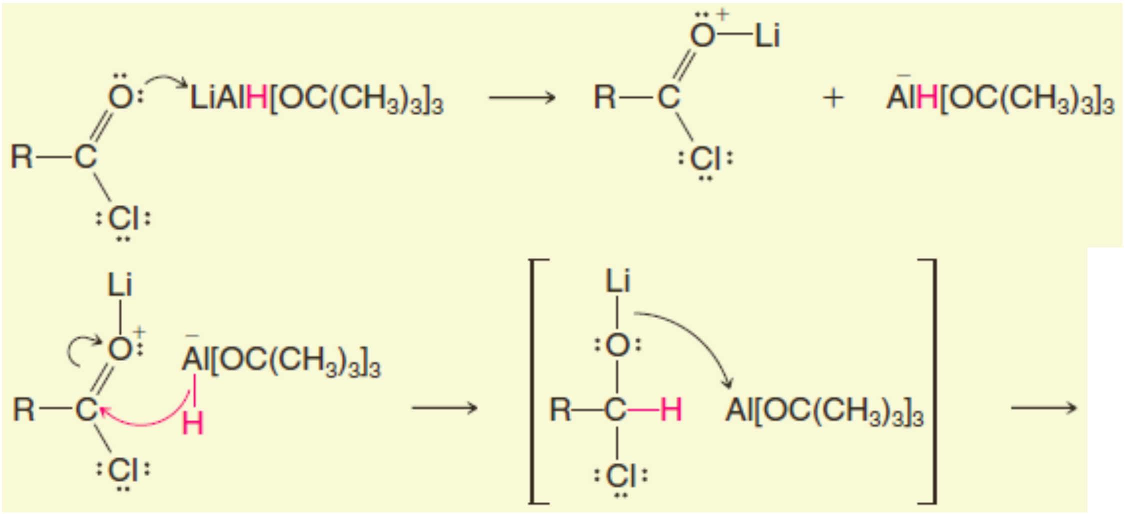
ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងមួយ៖



3-មេតុកស៊ី-4-មេទីលបង់ស៊ូអ៊ីលក្លរ　　　　3-មេតុកស៊ី-4-មេទីលបង់សាល់ដេអ៊ីត

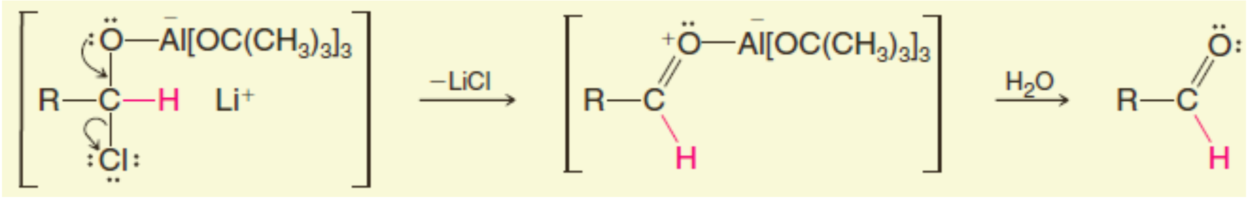
តាមចលនការប្រតិកម្ម ប្រតិកម្មរេដុកម្មកើតឡើងដោយការផ្ទេរអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយពីអាតូមអាលុយមីញ៉ូម ទៅកាបូនកាបូនីលរបស់អាស៊ីលក្លរ។ បន្ទាប់មកប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសបង្កើតជាអាល់ដេអ៊ីត។

❖ ***ចលនការប្រតិកម្មរេដុកម្មអាស៊ីលក្លរទៅជាអាល់ដេអ៊ីតមួយ***



ការបន្ទេរអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយទៅកាបូន កាបូនីលធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មរេដុកម្ម

មានអំពើជាអាស៊ីតឡឺវីសមួយ អាតូមអាលុយ មីញ៉ូមមួយទទួលទ្វេតាអេឡិចត្រុងពីអុកស៊ីសែន



អង្គធាតុកណ្ដាលបាត់បង់អ៊ីយ៉ុងក្លរមួយ នៅពេលមានជំនួសពីទ្វេតាអេឡិចត្រុង របស់អុកស៊ីសែន

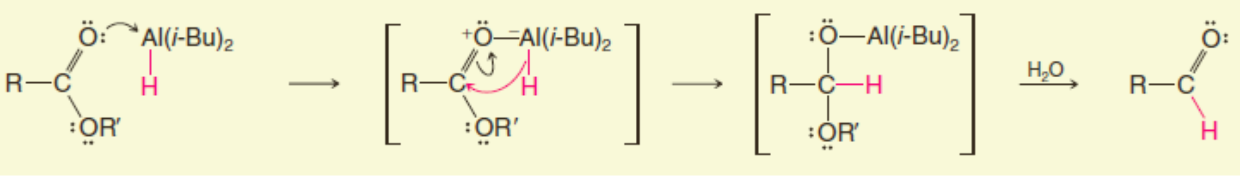
ប្រតិកម្មបូកទឹកធ្វើឱ្យមានអ៊ីដ្រូលីសលើកំផ្លិច អាលុយមីញ៉ូមនេះកើតឡើងបង្កើតអាល់ដេអ៊ីតមួយ

➢ ***អាល់ដេអ៊ីតពីអេស្ទែរ និងនីទ្រីល៖ RCO_2R → RCHO និង RC≡N→RCHO***

- ទាំងអេស្ទែរ និងនីទ្រីលអាចរងរេដុកម្មទៅជាអាល់ដេអ៊ីតដោយ DIBAL-H។

គេត្រូវតែធ្វើការត្រួតពិនិត្យបរិមាណ DIBAL-H ដើម្បីរារាំងរេដុកកម្មលើស ហើយរេដុកម្មអេស្ទែរត្រូវតែធ្វើនៅសីតុណ្ហភាពទាប។ រេដុកម្មទាំងពីរនេះបង្កើតអង្គធាតុកណ្ដាលស្ថេរភាពមួយដោយបូកអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួលើកាបូនកាបូនីលរបស់អេស្ទែរ ឬលើកាបូនរបស់ក្រុម-C≡N។ អ៊ីដ្រូលីសអង្គធាតុកណ្ដាលបង្កើតអាល់ដេអ៊ីត។ ដ្យាក្រាមប្រតិកម្មត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

❖ ***ចលនការប្រតិកម្មរេដុកម្មអេស្ទែរទៅជាអាល់ដេអ៊ីត***

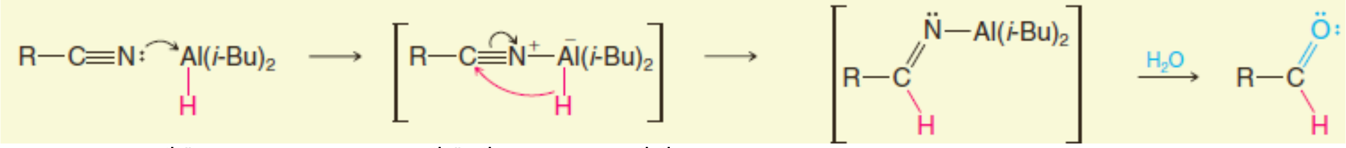


អាតូមអាលុយមីញ៉ូមទទួលទ្វេតាមួយពីអុកស៊ីសែនកាបូនីលក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាស ឡឺវីស

បន្ទេរអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយទៅកាបូនកាបូនីលធ្វើឱ្យវារងរេដុកម្ម

បូកទឹកនៅចុងបញ្ចប់នៃប្រតិកម្ម អ៊ីដ្រូលីសកំផ្លិចអាលុយមីញ៉ូម និងបង្កើតអាល់ដេអ៊ីត

❖ ***ចលនការប្រតិកម្មរេដុកម្មនីទ្រីលទៅជាអាល់ដេអ៊ីត***

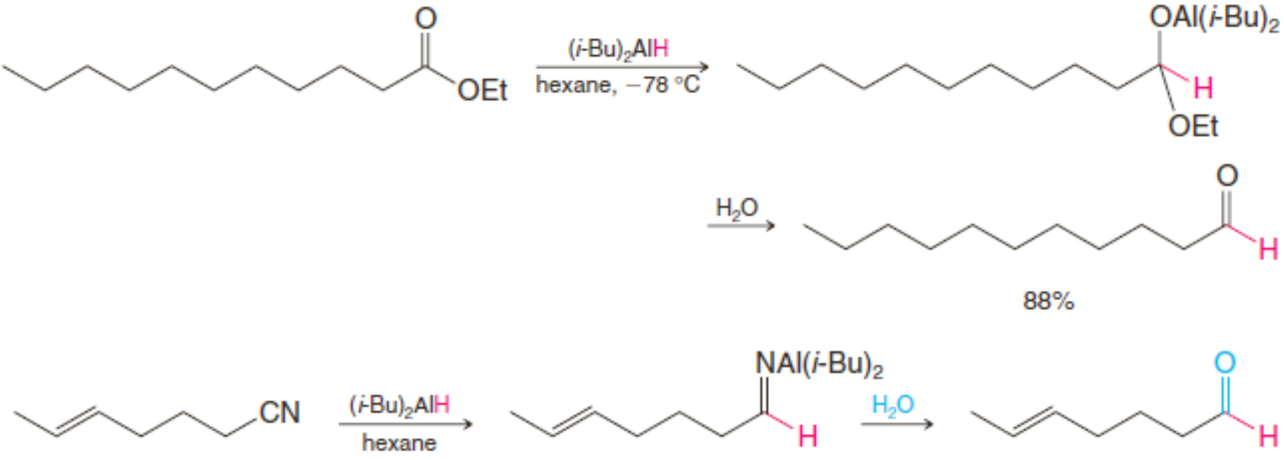


អាតូមអាលុយមីញ៉ូមទទួលទ្វេតាមួយពីនីទ្រីលក្នុងប្រតិកម្ម អាស៊ីត-បាសឡឺវីស

បន្ទេរអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយទៅកាបូន នីទ្រីលធ្វើឱ្យវារងរេដុកម្ម

ការបូកនៅចុងបញ្ចប់នៃប្រតិកម្មធ្វើ អ៊ីដ្រូលីសកំផ្លិចអាលុយមីញ៉ូម និងបង្កើតអាល់ដេអ៊ីតមួយ

ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ជាក់លាក់នៃការសំយោគនេះ៖



លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.៣ ៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបសំយោគប្រូប៉ាណាល់ពីសមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. 1-ប្រូប៉ាណុល

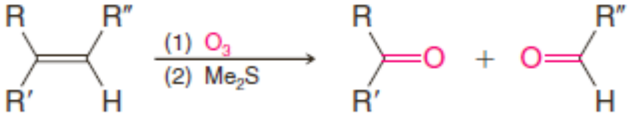
b. អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច

៥. ការសំយោគសេតូន

៥.១ សេតូនពីអាល់សែន អារ៉ែន និងអាល់កុលថ្នាក់ទី២

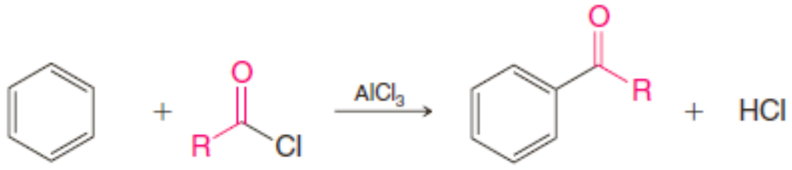
យើងបានឃើញវិធីសាស្ត្របីសម្រាប់ទង្វើសេតូនក្នុងមេរៀនមុនៗ៖

1. សេតូន (និងអាល់ដេអ៊ីត) ដោយប្រតិកម្មអូសូណូលីសនៃអាល់សែន



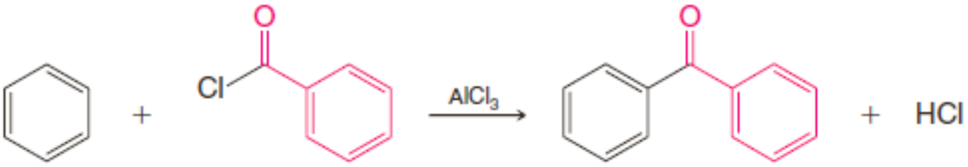
សេតូន អាល់ដេអ៊ីត

2. សេតូនពីអារ៉ែនដោយប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម Friedel-Craft។ ឧទាហរណ៍៖



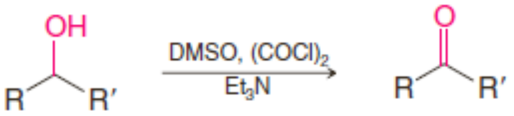
អាល់គីលអារីលសេតូន

ឧទាហរណ៍៖



ឌីអារីលសេតូន

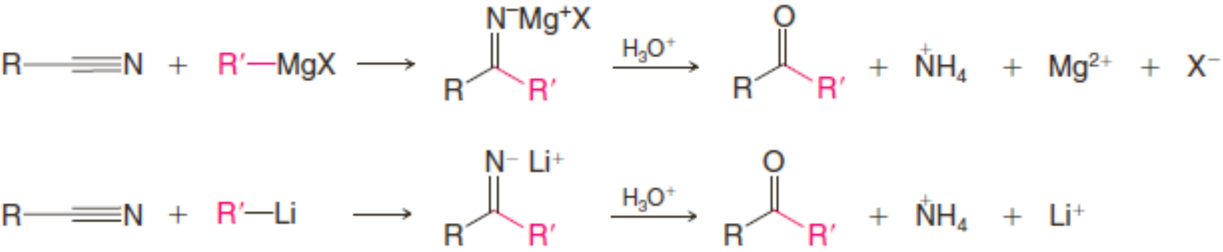
3. សេតូនពីអាល់កុលថ្នាក់ទី២ដោយប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Swern និងវិធីសាស្ត្រផ្សេងទៀត៖



៥.២ សេតូនពីនីទ្រីល

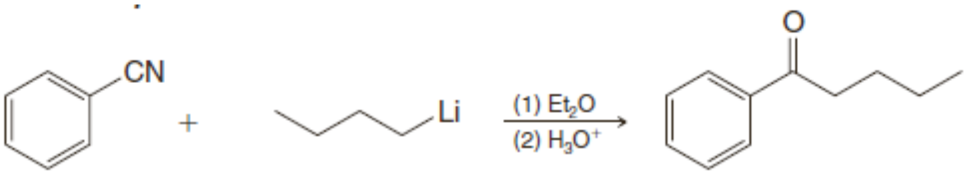
ការដាក់នីទ្រីល (R-C≡N) ជាមួយរេអាក់ទីបGrignard ឬ រេអាក់ទីបសរីរាង្គលីចូម បន្ទាប់មកធ្វើអ៊ីដ្រូលីស បង្កើតជាសេតូនមួយ៖

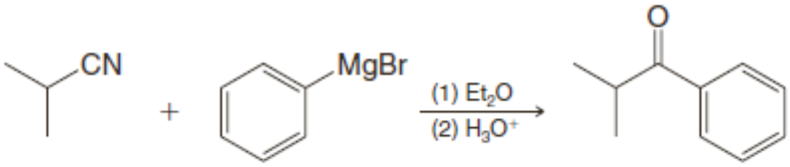
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ចលនការប្រតិកម្មរបស់ដំណាក់កាលអ៊ីដ្រូលីស គឺបញ្ច្រាសនឹងចលនការដែលយើងនឹងសិក្សាសម្រាប់បង្កើតអ៊ីមីន ក្នុងផ្នែកទី៨។

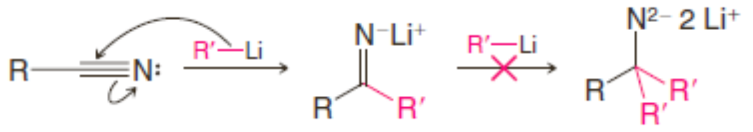
ឧទាហរណ៍៖





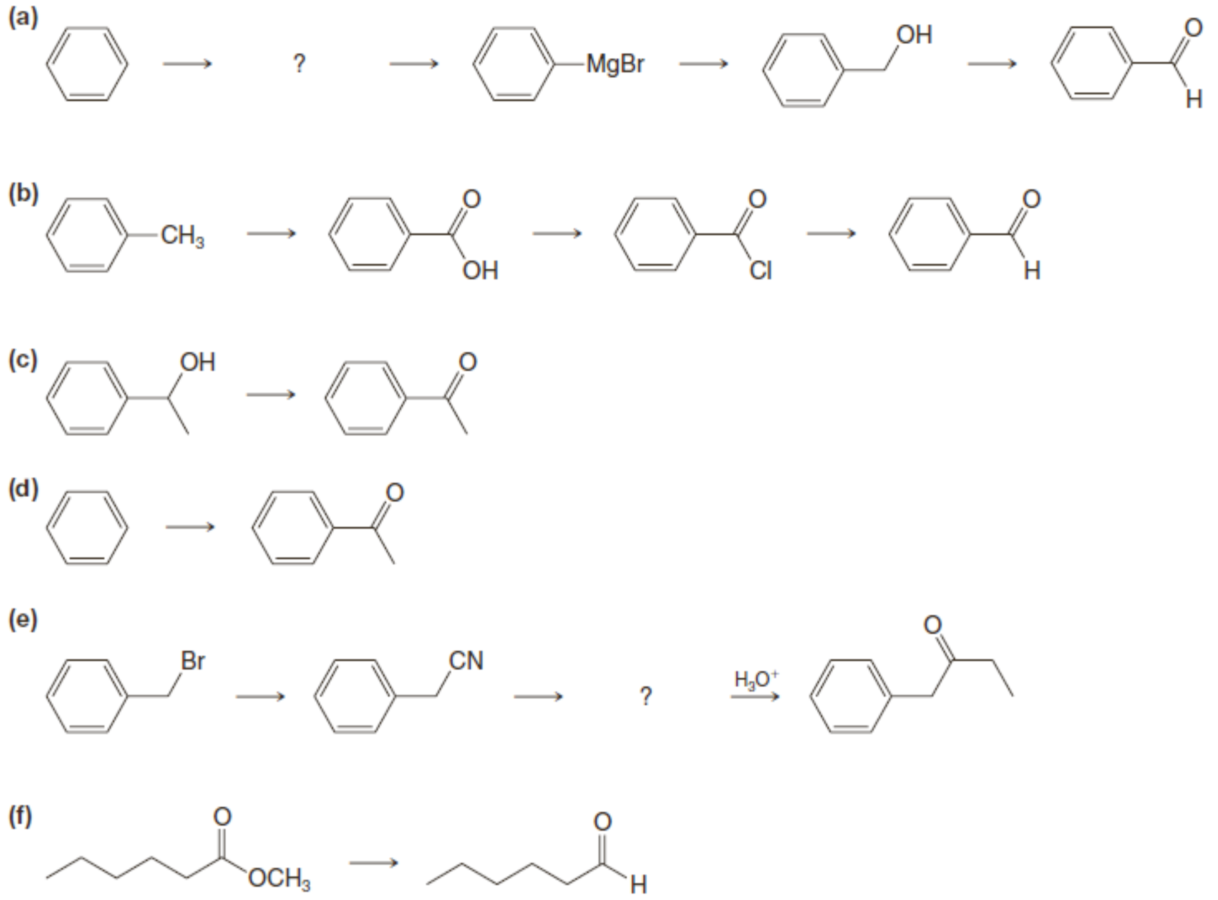
2-ស្យាំណូប្រូប៉ាន 2-មេទីល-1-ផេនីលប្រូប៉ាណូន (អ៊ីសូប្រូពីលផេនីលសេតូន)

ទោះបីជានីទ្រីលមានសម្ព័ន្ធបីជាន់មួយក៏ដោយ ប្រតិកម្មបូករ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ ឬលីចូមកើតឡើងតែម្តងទេ។ មូលហេតុៈ បើសិនជាវាកើតឡើងពីរដង ប្រតិកម្មនេះនឹងអាចធ្វើឱ្យមានបន្ទុកអវិជ្ជមានទ្វេរដងលើ អាសូត។



ឌីអាញ៉ុងនេះមិនអាចកើតទេ

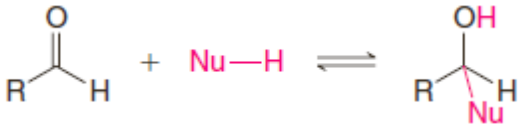
លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.៤ ៖ ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីប និងអង្គធាតុកណ្តាលក្នុងការសំយោគនីមួយៗខាងក្រោម៖



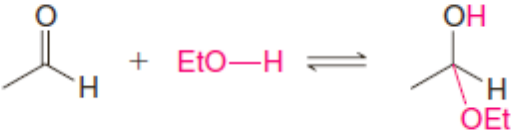
៦. ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន

- ប្រតិកម្មកំណត់លក្ខណៈអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជា *ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល* លើសម្ព័ន្ធពីរ ជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន។

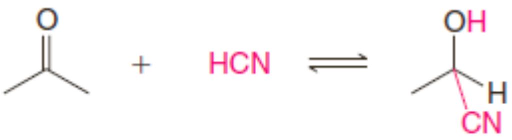
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍៖

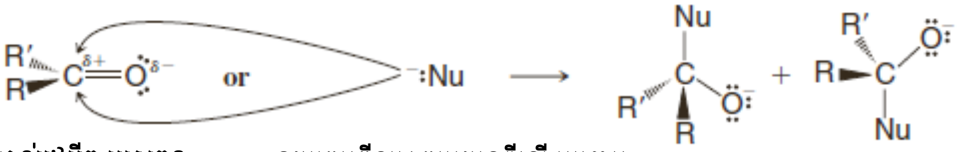


អេមីសេតាល់



ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន

អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនងាយស្រួលទទួលប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល ពីព្រោះលក្ខណៈទម្រង់ដែលយើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី១២ ហើយត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន **នុយក្លេអូភីលអាចប្រយុទ្ធពីលើ ឬក្រោម**

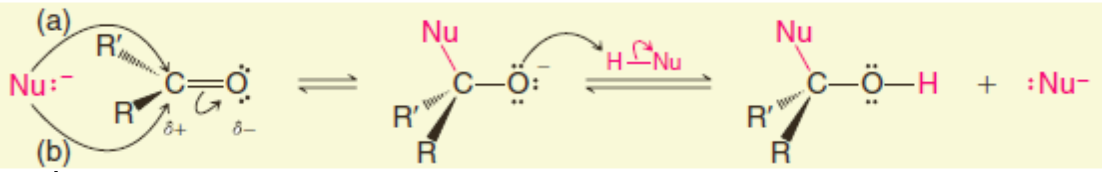
- បណ្តូរទីតាំងប្លង់ត្រីកោណនៃក្រុមជុំវិញអាតូមកាបូនកាបូនីលមានន័យថា អាតូមកាបូនកាបូនីលងាយស្រួលប្រយុទ្ធពីលើ ឬក្រោមនៃប្លង់របស់ក្រុមកាបូនីល (មើលខាងលើ)។
- បន្ទុកវិជ្ជមានលើអាតូមកាបូនកាបូនីលមានន័យថា វាអាចទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល។
- បន្ទុកអវិជ្ជមានលើអាតូមអុកស៊ីសែនកាបូនីលមានន័យថា ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលអាចទទួលរងកាតាលីករអាស៊ីត។

ដូចនេះ ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល លើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែនកើតឡើងតាមផ្លូវទូទៅពីរ៖

១. **នៅពេលរ៉េអាក់ទីបជានុយក្លេអូភីលខ្លាំងមួយ** ($Nu:^{-}$) ប្រតិកម្មបូកតែងតែកើតឡើងតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម (មើលចលនការខាងក្រោម) បម្លែងអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនប្លង់ត្រីកោណទៅជាផលិតផលចតុមុខ។

ក្នុងប្រតិកម្មបូកនេះ នុយក្លេអូភីលប្រើទ្វេតាអេឡិចត្រុងបង្កើតសម្ព័ន្ធជាមួយអាតូមកាបូនកាបូនីល។ នៅពេលប្រតិកម្មនេះកើតឡើង ទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់សម្ព័ន្ធπកាបូន-អុកស៊ីសែន រំកិលទៅកាន់ អាតូមអុកស៊ីសែន ហើយភាពអ៊ីប្រ៊ីតរបស់កាបូន និងអុកស៊ីសែនប្រែប្រួលពី sp^2 ទៅ sp^3។ ***ទិដ្ឋភាពសំខាន់នៃដំណាក់កាលនេះគឺជាលទ្ធភាពរបស់អាតូមអុកស៊ីសែនកាបូនីលក្នុងការទទួលទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន។***

❖ ***ចលនការប្រតិកម្មបូកនៃនុយក្លេអូភីលខ្លាំងលើអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន***



ប្លង់ត្រីកោណ **អង្គធាតុកណ្តាលចតុមុខ (បូកអេណង់ត្យូមែរ)** **ផលិតផលចតុមុខ (បូកអេណង់ត្យូមែរ)**

ក្នុងដំណាក់កាលនេះ នុយក្លេអូភីលបង្កើត សម្ព័ន្ធមួយជាមួយកាបូនដោយឱ្យទ្វេតា អេឡិចត្រុងមួយទៅពីលើ ឬពីក្រោមនៃ ក្រុមកាបូនីល (គន្លង(a) ឬ (b)។ ទ្វេតា អេឡិចត្រុងរំកិលទៅកាន់អុកស៊ីសែន

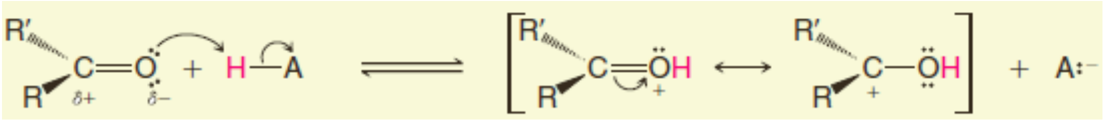
ក្នុងដំណាក់កាលទី២ អុកស៊ីសែន អាល់កុកស៊ីតដកយកប្រូតុងមួយចេញពី H-Nu ឬ អាស៊ីតផ្សេងទៀត។

ក្នុងដំណាក់កាលទី២ អាតូមអុកស៊ីសែនទទួលប្រូតុងមួយ។ នេះកើតឡើង ពីព្រោះអាតូមអុកស៊ីសែនមានភាពកម្លាំងបាសខ្លាំង វាមានបន្ទុកអវិជ្ជមានពេញលេញ ជាអាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមួយ។

២. **នៅពេលកាតាលីករអាស៊ីតមួយមានវត្តមាន ហើយនុយក្លេអូភីលខ្សោយ** ប្រតិកម្មរបស់ អុកស៊ីសែនកាបូនីលជាមួយអាស៊ីតធ្វើឱ្យបង្កើនកម្លាំងអេឡិចត្រូភីលរបស់ក្រុមកាបូនីល។

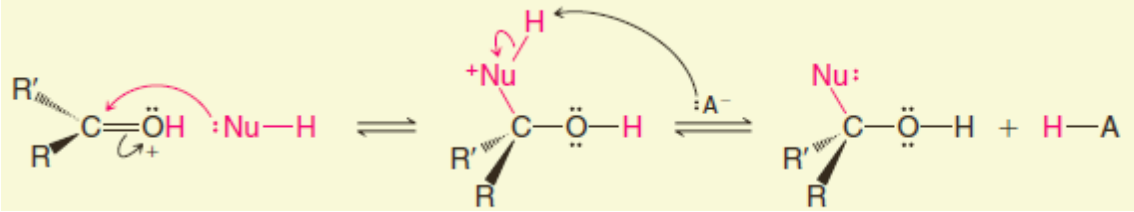
❖ ***ចលនការប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន***

ដំណាក់កាលទី១៖



ក្នុងដំណាក់កាលនេះ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងរប់អុកស៊ីសែនកាបូនីលទទួលយកប្រូតុងមួយពីអាស៊ីត (ឬបន្សំជាមួយអាស៊ីតឡឺវីស) បង្កើតកាចុងអុកសូនីញ៉ូមមួយ។ កាបូនរបស់កាចុងអុកសូនីញ៉ូមកាន់តែងាយស្រួលទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីលជាកាបូនីលរបស់សេតូនដើម។

ដំណាក់កាលទី២៖



ជាដំបូងកាចុងអុកសូនីញ៉ូមទទួលទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់នុយក្លេអូភីល។ បន្ទាប់មក បាសដកយកប្រូតុងមួយពីអាតូមបន្ទុកវិជ្ជមាន បង្កើតអាស៊ីតឡើងវិញ។

ចលនការនេះកើតឡើងនៅពេលសមាសធាតុកាបូនីលត្រូវបានដាក់ជាមួយអាស៊ីតខ្លាំងក្រោមវត្តមាននុយក្លេអូភីលខ្សោយ។ ក្នុងដំណាក់ាលទី១ អាស៊ីតឱ្យប្រូតុងមួយទៅទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយរបស់អាតូមអុកស៊ីសែនកាបូនីល។ សមាសធាតុកាបូនីលដែលរងប្រូតុងកម្មរួចគឺ អ៊ីយ៉ុងអុកសូនីញ៉ូម មានប្រតិកម្មភាពចំពោះ ការប្រយុទ្ធនុយក្លេអូភីលលើអាតូមកាបូនកាបូនីល ពីព្រោះអាតូមកាបូនកាបូនីលមានបន្ទុកវិជ្ជមានធំជាងក្នុង ពេលវាមិនទាន់រងប្រូតុងកម្ម។

៦.១ លទ្ធភាពត្រលប់នៃប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន

- ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែនអាចត្រលប់វិញ។ ដូចនេះផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មនេះអាស្រ័យលើទីតាំងរបស់លំនឹង។

ប្រតិកម្មនេះផ្ទុយទៅនឹងប្រតិកម្មបូកអេឡិចត្រូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូន និងប្រតិកម្មជំនួស នុយក្លេអូភីលលើកាបូនឆ្អែត។ ប្រតិកម្មទាំងពីរនេះមានអាចត្រលប់វិញបានទេ ហើយលទ្ធផលជាតួនាទីរបស់ ល្បឿនប្រតិកម្ម។

៦.២ ប្រតិកម្មភាព៖ អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

- ជាទូទៅ អាល់ដេអ៊ីតមានប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលខ្លាំងជាងសេតូន។ ទាំងកត្តាស្តេរិច និងកត្តាអេឡិចត្រុងសម្របសម្រួលឱ្យអាល់ដេអ៊ីត។

កត្តាស្តេរិច៖ ក្នុងអាល់ដេអ៊ីត ដែលមានក្រុមមួយជាអាតូមអ៊ីដ្រូសែន កាបូនមណ្ឌលរបស់ផលិតផលចតុមុខ ដែលកកើតពីអាល់ដេអ៊ីតមានរបាំងតិចជាង ហើយផលិតផលនេះមានស្ថេរភាពជាង។ ដូចនេះ ការកកើត ផលិតផលត្រូវបានសម្របសម្រួលនៅលំនឹង។ ចំពោះសេតូន ក្រុមជួសអាល់គីលពីរលើកាបូនកាបូនីល ធ្វើឱ្យមានរបាំងលើកាបូន

កាបូនីលធ្វើឱ្យមានរបាំងស្តេរិចធំក្នុងផលិតផលចតុមុខ និងធ្វើឱ្យវាកាន់តែអន់ ស្ថេរភាព។ ដូចនេះ កំហាប់តិចតួចនៃផលិតផលមានវត្តមានក្នុងលំនឹង។

កត្តាអេឡិចត្រុង៖ ដោយសារក្រុមអាល់គីលជាក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង អាល់ដេអ៊ីតក៏មានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងដែលអាស្រ័យលើផលអេឡិចត្រុងផងដែរ។ អាល់ដេអ៊ីតមានក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងតែមួយ ដែលធ្វើឱ្យវាណឺត និងបន្សាប់បន្ទុកវិជ្ជមាននៅលើកាបូនកាបូនីល។ សេតូនមានក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងពីរ និងត្រូវបានបន្សាប់ខ្លាំងជាង។ ការបន្សាប់កាន់តែខ្លាំងនេះសេតូន (ប្រតិករ) ធៀបទៅនឹងផលិតផលរបស់វា មានន័យថា ថេរលំនឹងក្នុងការ កកើតផលិតផលចតុមុខពីសេតូនមួយគឺតូចជា ហើយប្រតិកម្មត្រូវបានសម្របសម្រួលតិចជាង៖

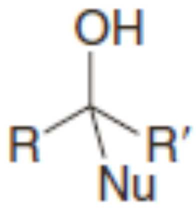
អាល់ដេអ៊ីត **សេតូន**

កាបូនកាបូនីលសេតូនមានបន្ទុកវិជ្ជមានតិចជាង
ពីព្រោះវាមានក្រុមអាល់គីលឱ្យអេឡិចត្រុងពីរ

ម្យ៉ាងវិញទៀត ក្រុមជួសទាញអេឡិចត្រុង (ដូចជា $-CF_3$, ឬ $-CCl_3$) ធ្វើឱ្យកាបូនកាបូនីលកាន់តែវិជ្ជមាន (ហើយសមាសធាតុផ្តើមកាន់តែអន់ស្ថេរភាព) ធ្វើមានការសម្របសម្រួលប្រតិកម្មបូក។

៦.៣ ផលិតផលប្រតិកម្មបូកអាចរងប្រតិកម្មបន្ថែម

ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើក្រុមកាបូនីលមួយបង្កើតផលិតផលមួយដែលមានស្ថេរភាព ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្មដែលយើងប្រើ។ បើសិនជាវាជាករណីដូចនេះ យើងអាចញែកសម្គាល់ផលិតផលដែលមានទម្រង់ទូទៅដូចខាងក្រោម៖



ក្នុងប្រតិកម្មផ្សេងទៀត ផលិតផលដែលកកើតដំបូងអាចមិនមានស្ថេរភាព និងអាចរងប្រតិកម្មបន្តបន្ទាប់ដោយឯកឯង។ ប្រតិកម្មសំខាន់មួយគឺ *ប្រតិកម្មបណ្តាច់* ។ ទោះបីជាផលិតផលប្រតិកម្មបូកដំបូងមានស្ថេរភាព យើងអាចឱ្យវារងប្រតិកម្មបន្តមួយតាមជម្រើសនៃល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រតិកម្មរបស់យើង។

លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.៥ ៖ ប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនមួយជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដជាប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន។

a. តើប្រភេទគីមីណាជានុយក្លេអូភីល?
b. ផ្នែកម៉ាញេស្យូមរបស់រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានតួនាទីជាផ្នែកសំខាន់មួយក្នុងប្រតិកម្មនេះ។ តើជាតួនាទីអ្វី?
c. តើផលិតផលណាមួយដែលកកើតដំបូង?
d. តើផលិតផលណាដែលកកើត នៅពេលគេបន្ថែមទឹក?

លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.៦ ៖ ប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជាមួយ $LiAlH_4$ និង$NaBH_4$ ជាប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើក្រុមកាបូនីល។ តើប្រភេទគីមីអ្វីជានុយក្លេអូភីលក្នុងប្រតិកម្មនេះ?

៧. ប្រតិកម្មបូករបស់អាល់កុលៈ អេមីអាសេតាល់ និងអាសេតាល់

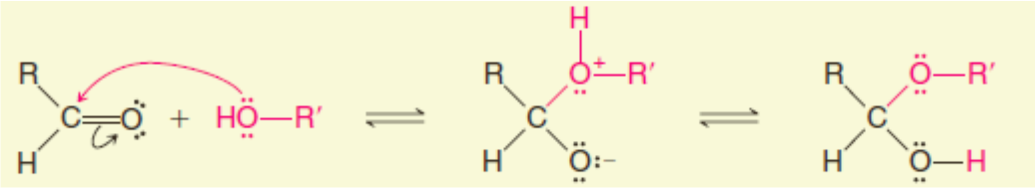
- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុលបង្កើត**អេមីអាសេតាល់** (hemiacetals) និង **អាសេតាល់** (acetals) ដោយប្រតិកម្មលំនឹងមួយ។

៧.១ អេមីអាសេតាល់

- លក្ខណៈទម្រង់សំខាន់របស់អេមីអាសេតាល់គឺក្រុម -OH និង -OR មួយចងលើអាតូមកាបូនដូចគ្នា។

អេមីអាសេតាល់ដែលកកើតពីប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលនៃអុកស៊ីសែនរបស់អាល់កុលមួយលើកាបូនក្រុមកាបូនីលនៃអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន។

❖ *ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអេមីអាសេតាល់*

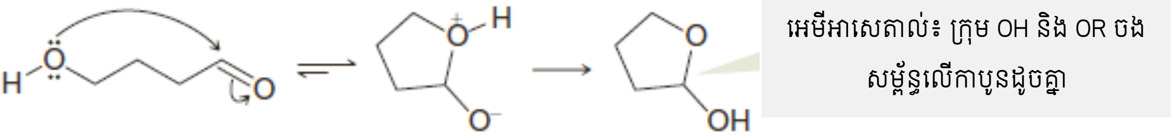


អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន **អាល់កុល** **អេមីអាសេតាល់ (ធម្មតាមិនមានស្ថេរភាពអាចញែកបានទេ)**

ក្នុងដំណាក់កាលនេះ អាល់កុលប្រយុទ្ធកាបូនកាបូនីល

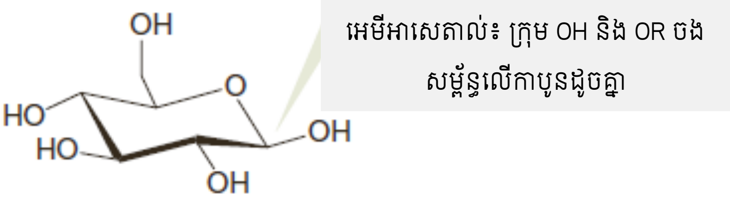
ក្នុងដំណាក់កាលអន្តរម៉ូលេគុលពីរ ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអុកស៊ីសែនវិជ្ជមាន ហើយប្រូតុងមួយត្រូវបានទទួលនៅលើអុកស៊ីសែនអវិជ្ជមាន

- អេមីអាសេតាល់ខ្សែបើកមិនមានស្ថេរភាពគ្រប់គ្រាន់អាចឱ្យគេញែកវាចេញបានទេ។ ប៉ុន្តែអេមីអាសេតាល់ស៊ីគ្លិចដែលមានសមាជិកវង់៦ តែងតែមានស្ថេរភាពជាង។



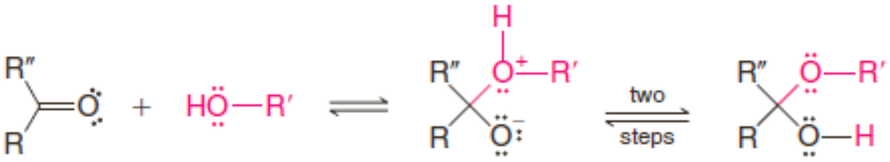
ប៊ុយតាណាល់-4-អុល **អេមីអាសេតាល់វង់មួយ**

ស្ករងាយស្ទើរតែទាំងអស់មានទម្រង់អេមីអាសេតាល់ស៊ីគ្លិចមួយ។ ឧទាហរណ៍ ៖ គ្លុយកូស៖



(+) - គ្លុយកូស (អេមីអាសេតាល់ស៊ីគ្លិចមួយ)

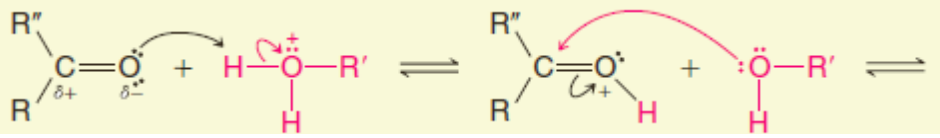
មិនថាប្រតិករកាបូនីលជាអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន ផលិតផលដែលមានក្រុម -OH និង -OR ត្រូវបាន គេហៅថា **អេមីអាសេតាល់**។



សេតូន **អេមីអាសេតាល់**

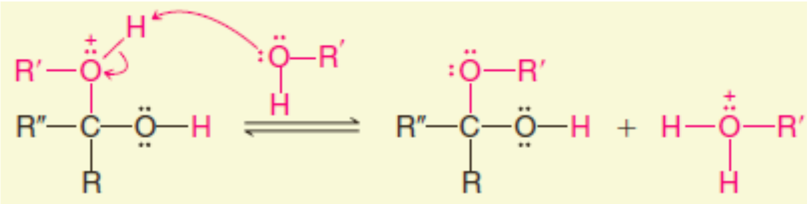
- ការកកើតអេមីអាសេតាល់រងកាតាលីសដោយអាស៊ីត និងបាស។

❖ *ចលនការប្រតិកម្មអេមីអាសេតាល់កាតាលីករអាស៊ីត*



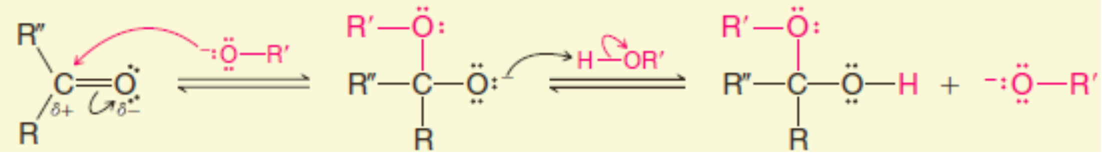
(R′ អាចជា H)
ប្រូតុងកម្មលើអាតូមអុកស៊ីសែនអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនធ្វើឱ្យកាបូនកាបូនីលកាន់តែងាយទទួលរង ការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីល (អាល់កុលរងប្រូតុងកម្មកើតពី ប្រតិកម្មរបស់អាល់កុលជាមួយ កាតាលីករអាស៊ីត ដូចជាឧស្ម័ន HCl)។

ម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយបូកលើកាបូនរបស់កាចុងអុកសូនីញ៉ូម



ការបញ្ជូនប្រូតុងមួយពីអុកស៊ីសែនវិជ្ជមានទៅម៉ូលេគុលមួយទៀតរបស់ អាល់កុលនាំឱ្យកើតអេមីអាសេតាល់

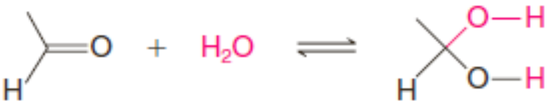
❖ *ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអេមីអាសេតាល់កាតាលីករបាស*



អាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមានអំពើជានុយក្លេអូភីលប្រយុទ្ធលើអាតូមកាបូនកាបូនីលទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយរំកិលទៅលើអាតូមអុកស៊ីសែន បង្កើតជាអាញ៉ុង អាល់កុកស៊ីតថ្មីមួយ

អាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតដកប្រូតុងមួយពីម៉ូលេគុលអាល់កុល បង្កើតអេមីអាសេតាល់ និងបង្កើតអាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតឡើងវិញ

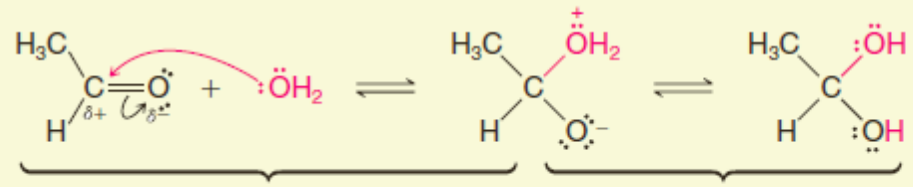
អាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាតេះ ចិម-ឌីអុល **៖** ការរំលាយអាល់ដេអ៊ីតមួយដូចជាអាសេតាល់ដេអ៊ីតក្នុងទឹកធ្វើឱ្យកើត លំនឹងមួយរវាងអាល់ដេអ៊ីត និងអ៊ីដ្រាតេរបស់វា។ តាមពិតអ៊ីដ្រាតេនេះជា 1,1-ឌីអុល ហៅថា **ចិម-ឌីអុល**។



អាសេតាល់ដេអ៊ីត **អ៊ីដ្រាតេ (ចិម-ឌីអុល)**

ចិម-ឌីអុលកកើតពីប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលមួយរបស់ទឹកលើក្រុមកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត។

❖ *ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអ៊ីដ្រាតេ*

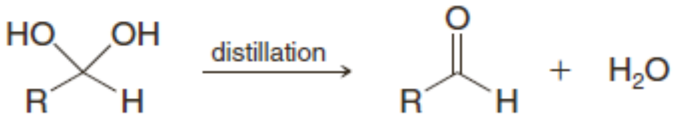


ក្នុងដំណាក់កាលនេះ ទឹកប្រយុទ្ធលើអាតូមកាបូនកាបូនីល

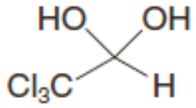
ក្នុងដំណាក់កាលអន្តរម៉ូលេគុលពីរ ប្រូតុងមួយត្រូវបានបាត់បង់ពីអាតូមអុកស៊ីសែនវិជ្ជមាន ហើយអាតូម អុកស៊ីសែនអវិជ្ជមានចំណេញប្រូតុងមួយ

លំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មបូកទឹកលើសេតូនស្ទើរគ្រប់ទាំងអស់មិនត្រូវបានសម្របសម្រួលទេ តែអាល់ដេអ៊ីតខ្លះ (ឧទាហរណ៍៖ ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត) ស្ថិតនៅក្នុងសូលុយស្យុងទឹកជាចិម-ឌីអុល។

គេមិនអាចញែកចិម-ឌីអុលភាគច្រើនពីសូលុយស្យុងទឹកដែលពួកវាត្រូវបានកកើតទេ។ ឧទាហរណ៍ការរំហួតទឹកបានធ្វើឱ្យលំនឹងរំកិលទៅខាងស្តាំ ហើយ ចិម-ឌីអុលត្រូវបានបម្លែងទៅជាសមាសធាតុកាបូនីលវិញ៖



សមាសធាតុដែលមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងចងជាមួយក្រុមកាបូនីល អាចបង្កើតចិម-ឌីអុល ស្ថេរភាពមួយ។ ឧទាហរណ៍មួយគឺសមាសធាតុហៅថា ក្លរ៉ាល់អ៊ីដ្រាតេ៖



ក្លរ៉ាល់អ៊ីដ្រាតេ

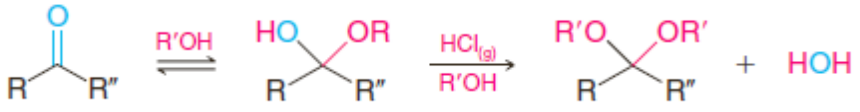
លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.៧ ៖ ការរំលាយផរម៉ាល់ដេអ៊ីតក្នុងទឹកបង្កើតជាសូលុយស្យុងមួយដែលមានចិម-ឌីអុល $CH_2(OH)_2$។ ចូរបង្ហាញដំណាក់កាលក្នុងការកកើតវាពីផរម៉ាល់ដេអ៊ីត។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.៨ ៖ នៅពេលអាសេតូនត្រូវបានរំលាយក្នុងទឹកដែលមាន ^{18}O ជំនួស ^{16}O ធម្មតា អាសេតូនទទួល^{18}O ហើយក្លាយជា $CH_3C^{18}OCH_3$។ ការកកើតនៃសេតូនស្លាកអុកស៊ីសែននេះត្រូវបានវងកាតា លីសដោយស្នាមអាស៊ីតខ្លាំង និងដោយបាសខ្លាំង (ដូចជាOH^-)។ ចូរសរសេរដំណាក់កាលពន្យល់ទាំងប្រតិកម្ម កាតាលីករអាស៊ីត និងប្រតិកម្មកាតាលីករបាស។

៧.២ អាសេតាល់

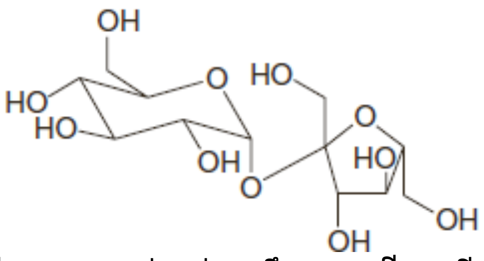
- អាសេតាល់មានក្រុម -OR ពីរភ្ជាប់ជាមួយអាតូមកាបូនដូចគ្នា។

បើសិនជាយើងសូលុយស្យុងអាល់កុលនៃអាល់ដេអ៊ីត (ឬសេតូន) ហើយឱ្យឧស្ម័នHClផាសឧស្ម័នអេមីអាសេតាល់មួយកកើត និងបន្ទាប់មកអេមីអាសេតាល់ប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលទី២នៃអាល់កុលបង្កើតអាសេតាល់មួយ។



អេមីអាសេតាល់ (R″អាចជាH) **អាសេតាល់** (R″ អាចជាH)

លំហាត់អនុវត្តន៍ ១៦.៩ ៖ ខាងក្រោមនេះជាទម្រង់របស់ស៊ុចក្រូស(ស្ករស)។ ស៊ុចក្រូសមានក្រុមអាសេតាល់ពីរ។ ចូរសម្គាល់ក្រុមទាំងពីរនេះ។



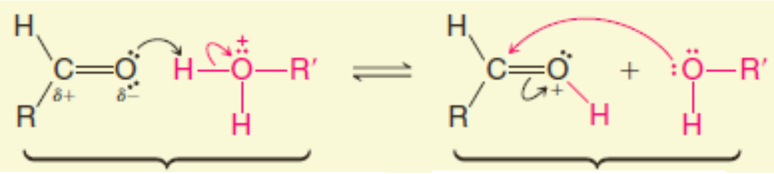
- ចលនការនៃការកកើតអាសេតាល់ទាក់ទងនឹងការបង្កើតអេមីអាសេតាល់ ដោយកាតាលីការ អាស៊ីត បន្ទាប់មកប្រតិកម្មបណ្តាច់កាតាលីករអាស៊ីតនៃទឹក អនុលោមន៍ដោយប្រតិកម្មបូកទីពីរ របស់អាល់កុល និងការបាត់បង់ប្រូតុងមួយ។
- គ្រប់ដំណាក់កាលនៃការការកកើតអាសេតាល់ពីអាល់ដេអ៊ីតជាប្រតិកម្មទៅវិញទៅមក។

បើសិនជាយើងរំលាយអាល់ដេអ៊ីតមួយក្នុងអាល់កុលលើសមួយ ហើយបន្ថែមអាស៊ីតសុទ្ធតិចតួច (ឧទាហរណ៍ឧស្ម័នHCl ឬ H_2SO_4ខាប់) លំនឹងនឹងសម្រេចសម្រួលដល់ការកកើតអាសេតាល់មួយ។ បន្ទាប់ពីប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹង យើងអាចញែកអាល់សេតាល់ដោយបន្សាបអាស៊ីត និងបំភាយអាល់កុលលើសចេញ។

បើសិនជាយើងដាក់អាសេតាល់នេះក្នុងទឹក ហើយបន្ថែមកាតាលីករអាស៊ីត ដំណាក់កាលទាំងអស់នឹងត្រលប់ក្រោយវិញ។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ(ទឹកលើស) លំនឹងសម្រេចសម្រួលឱ្យមានការកើតអាល់ដេអ៊ីតមួយ។ អាសេតាល់នេះរងប្រតិកម្ម*អ៊ីដ្រូលីស*។

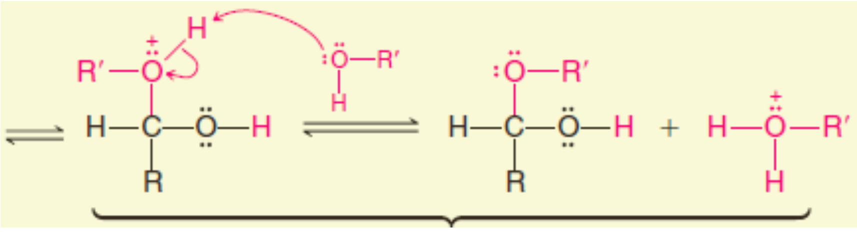
អាសេតាល់ **អាល់ដេអ៊ីត**

❖ *ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអាសេតាល់កាតាលីករអាស៊ីត*

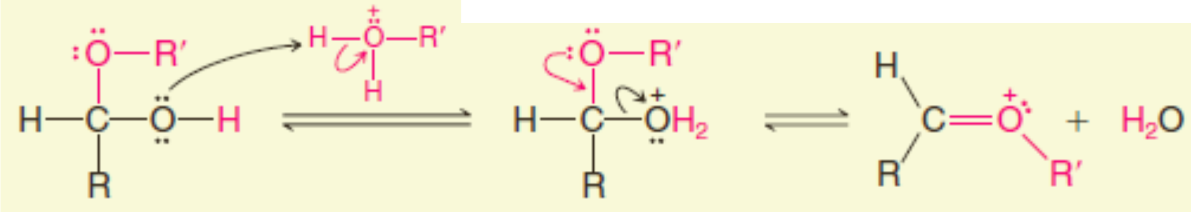


ប្រូតុងផ្ទេរទៅអុកស៊ីសែនកាបូនីល

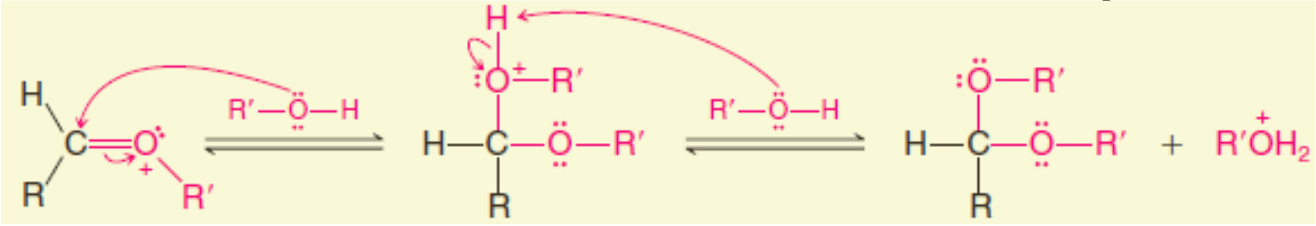
ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលនៃម៉ូលេគុលអាល់កុលទី១



ការដកប្រូតុងពីអុកស៊ីសែនវិជ្ជមានធ្វើឱ្យកើតអេមីអាសេតាល់មួយ



ប្រូតុងកម្មនៃក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មបណ្តាច់នៃទឹក និងកកើតកាចុងអុកសូនីញ៉ូមសកម្មមួយ

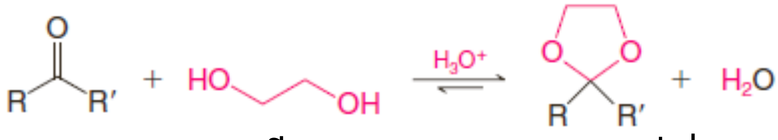


ការប្រយុទ្ធលើកាបូនរបស់អ៊ីយ៉ុងអុកសូនីញ៉ូមដោយម៉ូលេគុលអាល់កុលទី២ និងអនុលោមន៍ដោយការដកប្រូតុងមួយ ធ្វើឱ្យកកើតអាសេតាល់មួយ

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១០៖ ចូរសរសេរចលនការលម្អិតនៃការកកើតអាសេតាល់ពីរបង់សាល់ដេអ៊ីតនិងមេតាណុលក្រោមវត្តមានកាតាលីករអាស៊ីត។

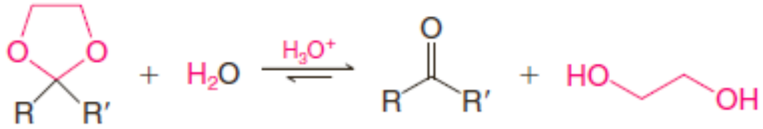
អាសេតាល់វង់

- ការកកើតអាសេតាល់វង់ត្រូវបានសម្របសម្រួលនៅពេលសេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតមួយត្រូវបានដាក់ឱ្យរងប្រតិកម្មជាមួយ1,2-ឌីអុលលើស និងស្នាមអាស៊ីតតិចតួច។



សេតូន (លើស) អាសេតាល់វង់

គេអាចធ្វើប្រតិកម្មនេះឱ្យត្រលប់ថយក្រោយវិញដោយដាក់អាសេតាល់ជាមួយអាស៊ីតរាវ៖

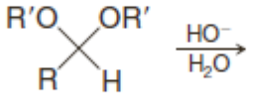


ការកកើតអាសេតាល់មិនត្រូវបានសម្របសម្រួលទេ នៅពេលសេតូនត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្ម ជាមួយអាល់កុលងាយ និងឧស្ម័ន HCl។

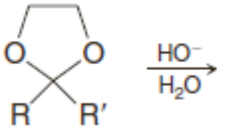
លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១១៖ ចូរសរសេរដំណាក់កាលទាំងអស់ក្នុងចលនការបង្កើតអាសេតាល់វង់មួយពីអាសេតូន និងអេទីឡែនគ្លីកុល (1,2-អេតានឌីអុល) ក្រោមវត្តមានឧស្ម័នHCl។

៧.៣ ការប្រើអាសេតាល់ជាក្រុមការពារ

- ទោះបីអាសេតាល់រងអ៊ីដ្រូលីសទៅជាអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនក្នុងអាស៊ីតរាវក៏ដោយ ***អាសេតាល់មានស្ថេរភាពក្នុងសូលុយស្យុងបាស៖***



គ្មានប្រតិកម្ម

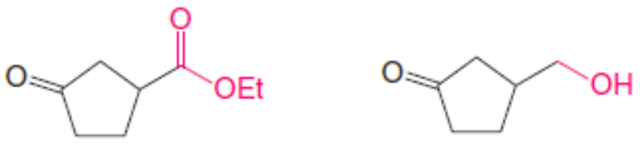


គ្មានប្រតិកម្ម

- អាសេតាល់ត្រូវបានប្រើការពារអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនពីប្រតិកម្មមិនចង់បានក្នុងសូលុយស្យុងបាស។

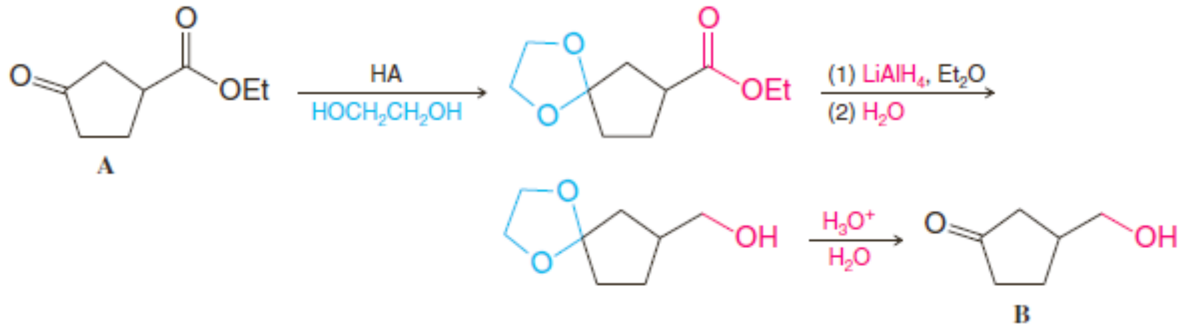
យើងអាចបម្លែងអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនមួយទៅជាអាសេតាល់មួយ ដោយធ្វើប្រតិកម្មលើផ្នែកមួយទៀតនៃម៉ូលេគុល ហើយបន្ទាប់មកធ្វើអ៊ីដ្រូលីសអាសេតាល់ក្នុងអាស៊ីតរាវ។

ជាឧទាហរណ៍ ចូរយើងពិចារណាលើបញ្ហានៃការបម្លែងពីសមាសធាតុA ទៅសមាសធាតុB ខាងក្រោម។



A B

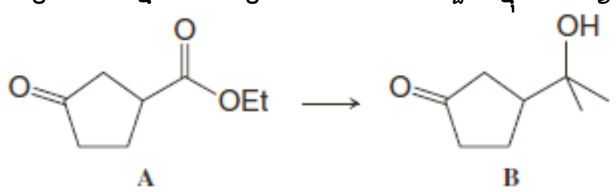
ក្រុមសេតូនត្រូវបានរងរេដុកម្មយ៉ាងងាយស្រួលជាក្រុមអេស្ទែរ។ ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម (ដូចជា $LiAlH_4$ ឬ H_2/Ni) ដែលអាចធ្វើរេដុកម្មក្រុមអេស្ទែររបស់សមាសធាតុA អាចធ្វើរេដុកម្មក្រុមសេតូនផងដែរ។ ប៉ុន្តែ បើសិនជាយើងការពារក្រុមសេតូដោយបម្លែងទៅជាអាសេតាល់វង់មួយ (ក្រុមអេស្ទែរនេះមិនរងប្រតិកម្មទេ) យើងអាចធ្វើរេដុកម្មក្រុមអេស្ទែរក្នុងសូលុយស្យុងបាស ដោយគ្មានឥទ្ធិពលលើអាសេតាល់វង់ទេ។ បន្ទាប់ ពីយើងបញ្ចប់ ប្រតិកម្មរេដុកម្មអេស្ទែរ យើងអាចធ្វើអ៊ីដ្រូលីសអាសេតាល់វង់នេះ និងទទួលបានផលិតផលB ដែលយើងចង់បាន៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១២៖ តើផលិតផលអ្វីដែលអាចទទួលបាន បើសិន A ធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួដោយគ្មានការបម្លែងវាទៅជាអាសេតាល់វង់មុន?

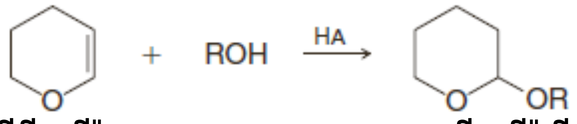
លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៣៖

a. ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចប្រើអាសេតាល់វង់មួយក្នុងការធ្វើបម្លែងខាងក្រោម៖



b. ហេតុអ្វីបានជាប្រតិកម្មបូកផ្ទាល់នៃមេទីលម៉ាញេស្យូមប្រូមួលើ A មិនអាចបង្កើតB?

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៤៖ ឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ានប្រតិកម្មយ៉ាងងាយស្រួលជាមួយអាល់កុលមួយក្រោមវត្តមានបរិមាណតិចតួចនៃឧស្ម័ន HCl ឬ H_2SO_4 រាវ ដើម្បីបង្កើត តេត្រាអ៊ីដ្រូពីរ៉ានីល (THP)អេទែរមួយ៖



ឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ាន **តេត្រាអ៊ីដ្រូពីរ៉ានីលអេទែរ**

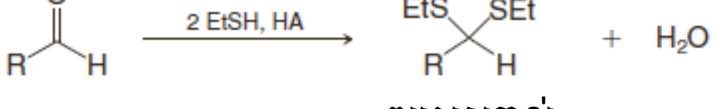
a. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។

b. តេត្រាអ៊ីដ្រូពីរ៉ានីលអេទែរមានស្ថេរភាពក្នុងបាសរាវ ប៉ុន្តែរងអ៊ីដ្រូលីសយ៉ាងស្រួលក្នុងអាស៊ីតរាវងបង្កើតអាល់កុលដើម និងសមាសធាតុមួយទៀត។ ចូរពន្យល់។ តើសមាសធាតុមួយទៀតនោះជាអ្វី?

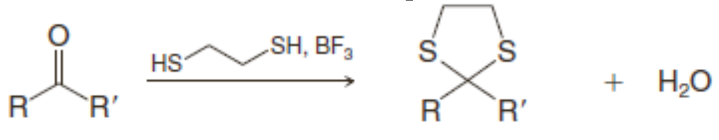
c. ក្រុមតេត្រាអ៊ីដ្រូពីរ៉ានីលអាចត្រូវបានប្រើជាក្រុមការពារអាល់កុល និងផេណុល។ ចូរបង្ហាញពីរបៀបក្នុងការសំយោគ 5-មេទីល-1,5-អិចសាឌីអុលដោយផ្តើមពី 4-ក្លរ៉ូ-1-ប៊ុយតាណុល។

៧.៤ ត្យូអាសេតាល់

- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនប្រតិកម្មជាមួយត្យុលបង្កើតត្យូអាសេតាល់៖



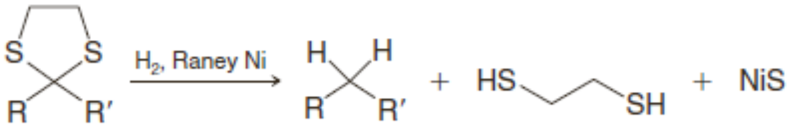
ត្យូអាសេតាល់



ត្យូអាសេតាល់វង់

ត្យូអាសេតាល់មានសារសំខាន់ក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ ពីព្រោះពួកវាមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែន និងនីកែលRaney បង្កើតអ៊ីដ្រូកាបួ។ នីកែលRaneyជាកាតាលីករនីកែលពិសេសមួយដែលមានអ៊ីដ្រូសែន។

- ការកកើតត្បូអាសេតាល់ដោយប្រតិកម្មដេស៊ុលផ្វីសាស្យូង (desulfurization) (ដកស្ពាន់ធ័រ) ជាមួយអ៊ីដ្រូសែន និងនីកែលRaney ជាវិធីសាស្ត្រមួយអាចឱ្យយើងបម្លែងក្រុមកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនទៅជាក្រុម-CH_2-៖



វិធីសាស្ត្រផ្សេងទៀតដែលយើងបានសិក្សារួចហើយគឺ**ប្រតិកម្មរេដុកម្មClemensen** និង**ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner**។ ក្នុងផ្នែកទី៨.គ យើងនឹងសិក្សាអំពីចលនការរបស់ប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner។

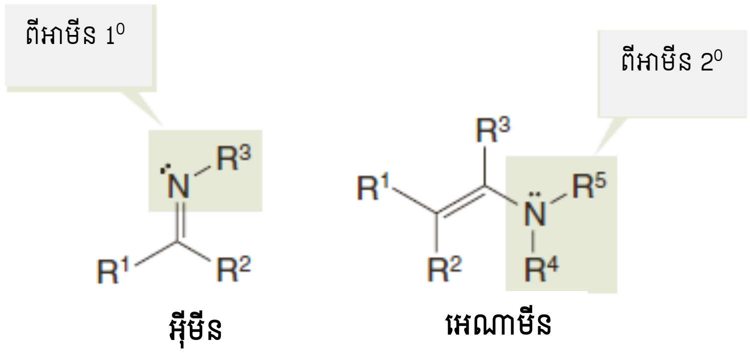
លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៥៖ ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលអ្នកអាចប្រើដើម្បីការកកើតត្បូអាសេតាល់ និងប្រតិកម្មដេស៊ុលផ្វីសាស្យូងនីកែលRaney៖

a. ស៊ីក្លូអិចសាណូនទៅជាស៊ីក្លូអិចសាន
b. បង់សាល់ដេអ៊ីតទៅជាតូលុយអែន។

៨. ប្រតិកម្មបូកអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២

- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី១បង្កើត**អ៊ីមីន** (imines) ហើយមានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី២បង្កើត**អេណាមីន** (enamines)។

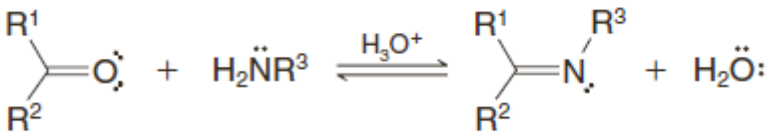
អ៊ីមីនមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អាសូតមួយ។ អេណាមីនមានក្រុមអាមីនមួយចងលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-កាបូន (***ពួកវាត្រូវបានគេហៅថាអាល់សែនអាមីន***)។



R^1, R^2, R^3 = C or H;
R^4, R^5 = C

៨.១ អ៊ីមីន

សមីការទូទៅមួយនៃការកកើតអ៊ីមីនពីអាមីនថ្នាក់ទី១ និងអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនមួយត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ការកកើតអ៊ីមីនត្រូវការកាតាលីករអាស៊ីត ហើយផលិតផលអាចកកើតជាល្បាយនៃអ៊ីសូមែរ E និង Z៖

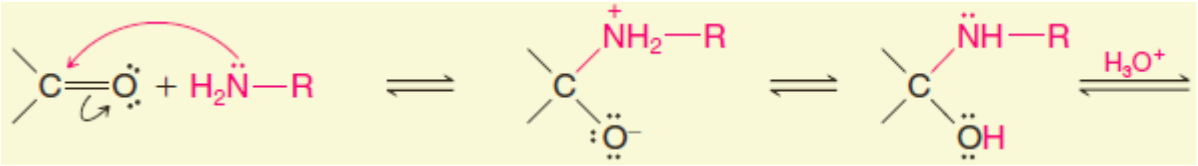


អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន   អាមីន1⁰   អ៊ីមីន E និង Z

ជាទូទៅការកកើតអ៊ីមីនកើតឡើងរហ័សបំផុតក្នុងចន្លោះ pH = 4 – 5 ហើយកើតឡើងយឺតនៅ pH ទាប និងខ្ពស់។ យើងអាចយល់អំពីមូលហេតុដែលកាតាលីករអាស៊ីតមានភាពចាំបាច់ បើសិនជាយើងពិចារណាលើចលនការថាត្រូវបានស្នើឡើងសម្រាប់ការកកើតអ៊ីមីន។ ដំណាក់កាលសំខាន់គឺជាដំណាក់កាលដែលអាមីណូ

អាល់កុលរងប្រូតុងកម្មបោះបង់ម៉ូលេគុលទឹកមួយក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីញ៉ូម។ ដោយធ្វើប្រូតុងកម្មក្រុមអាល់កុល អាស៊ីតបម្លែងក្រុមចាកចេញអន់ (ក្រុម -OH) ទៅជាក្រុមចាកចេញល្អ (ក្រុម $-OH_2^+$)។

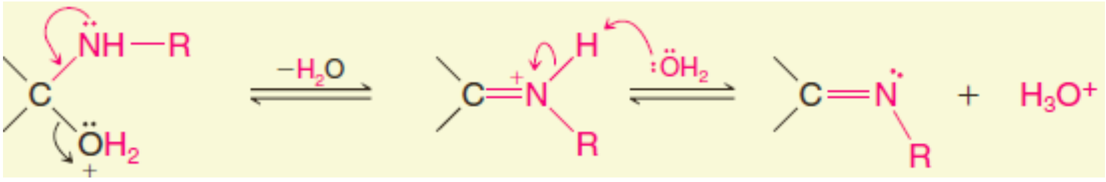
- ***ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអ៊ីមីន***



អាល់ដេអ៊ីតឬសេតូន អ៊ីមីន1⁰ **អង្គធាតុកណ្តាលឌីប៉ូល** **អាមីណូអាល់កុល**

អាមីនបូកលើក្រុមកាបូនីលបង្កើតអង្គធាតុកណ្តាល ចតុមុខឌីប៉ូលមួយ

បន្ទេរប្រូតុងអន្តរម៉ូលេគុលពីអាសូតទៅអុកស៊ីសែន បង្កើតអាមីណូអាល់កុលមួយ



អាមីណូអាល់កុលរងប្រូតុងកម្ម **អ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីញ៉ូម** **អ៊ីមីន E និង Z**

ប្រូតុងកម្មនៃអុកស៊ីសែនបង្កើតក្រុមចាកចេញល្អមួយ។ ការបាត់បង់ម៉ូលេគុលទឹកមួយបង្កើត អ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីញ៉ូម

បន្ទេរប្រូតុងមួយទៅឱ្យទឹកបង្កើតអ៊ីមីន និងបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូមកាតាលីករឡើងវិញ

ប្រតិកម្មដំណាក់កាលនៃកាន់តែយឺត បើសិនកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូមខ្ពស់ពេក ពីព្រោះប្រូតុងកម្មអាមីនខ្លួនវាកើតឡើង ដែលធ្វើឱ្យថយចុះនូវកំហាប់នុយក្លេអូភីលដែលត្រូវការក្នុងដំណាក់កលទី១។ បើសិនកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូមទាបពេក ប្រតិកម្មកាន់តែយឺត ពីព្រោះកំហាបើអាមីណូអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មកាន់តែទាប។ pH=4-5 ជាមជ្ឈដ្ឋានមានប្រសិទ្ធភាព។

ការកកើតអ៊ីមីនកើតឡើងក្នុងប្រតិកម្មគីមីជីវៈ ពីព្រោះអង់ស៊ីមតែងតែប្រើក្រុម-NH_2 ប្រតិកម្មជាមួយអាល់ដេអ៊ីតឬសេតូន។ សម្ព័ន្ធអ៊ីមីនមានសារសំខាន់ក្នុងគីមីជីវៈនៃពីរ៉ូដាល់ផូស្វាត (ដែលទាក់ទងនឹងវីតាមីន B_6)។

អ៊ីមីនក៏ត្រូវបានបង្កើតជាអង្គធាតុកណ្តាលក្នុងការសំយោគអាមីនក្នុងទីពិសោធន៍ ដែលយើងនឹងសិក្សាក្នុងមេរៀនទី២០។

៨.២ អុកស៊ីម និងអ៊ីដ្រាសូន

- សមាសធាតុដូចជាអ៊ីដ្រុកស៊ីឡាមីន (NH_2OH) អ៊ីដ្រាស៊ីន (NH_2NH_2) និងអ៊ីដ្រាស៊ីនជួស ដូចជាផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីន($C_6H_5NHNH_2$) និង 2,4-ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រូសាស៊ីនបង្កើតស្រលាយC=N នៃ អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។

ស្រលាយទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថាអុកស៊ីម អ៊ីដ្រាសូន ផេនីលអ៊ីដ្រាសូន និង 2,4-ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាសូនរៀងគ្នា។ ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតស្រលាយ C=N ស្រដៀងគ្នានឹងចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអ៊ីមីនពីអាមីនថ្នាក់ទី១ដែរ។ ដូចអ៊ីមីនដែរ គេអាចទទួលបានអ៊ីសូមែរ E និង Zដែរ។

ជួនកាល អុកស៊ីមនិងស្រលាយអ៊ីដ្រាសូនផ្សេងៗរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនត្រូវបានគេប្រើសម្រាប់កំណត់អត្តសញ្ញាណអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមិនស្គាល់។ ស្រលាយទាំងនេះតែងតែជាសារធាតុរឹងមិនរលាយដែលមានចំណុចរលាយជាក់លាក់។ ចំណុចរលាយរបស់ស្រឡាយនៃសមាសធាតុមិនស្គាល់អាចត្រូវបានប្រៀបធៀបជាមួយនឹងចំណុចរលាយស្រលាយដូចគ្នានៃសមាសធាតុស្គាល់ ឬប្រៀបធៀបជាមួយទិន្នន័យក្នុងតារាងយោង

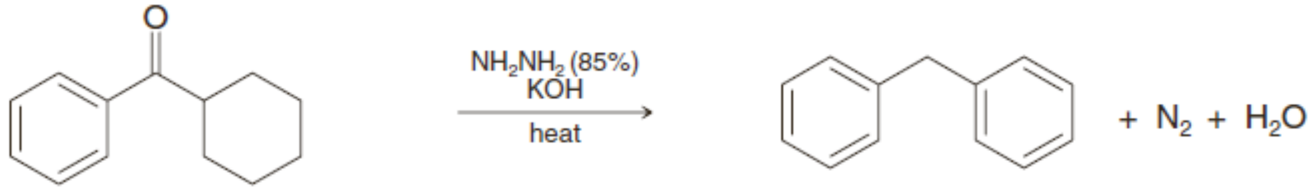
ហើយតាមមូលដ្ឋាននេះ គេអាចកំណត់អត្តសញ្ញាណសមាសធាតុមិនស្គាល់មួយ។ សៀវភៅពិសោធន៍គីមីសរីរាង្គស្ទើរតែទាំងអស់មានតារាងនៃចំណុចរលាយរបស់ស្រលាយទាំងនេះ។ ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រប្រៀបចំណុចរលាយមានសារប្រយោជន៍តែចំពោះសមាសធាតុមានចំណុចរលាយនៅក្នុងឯកសារយោងទេ។ វិធីសាស្ត្រស្ប៉ិច (ជាពិសេស IR, NMR និងស្ប៉ិចម៉ាស) ត្រូវបានគេប្រើជាទូទៅដើម្បីកំណត់អត្តសញ្ញាណសមាសធាតុមិនស្គាល់ជាង។

បម្រើបម្រាស់សំខាន់មួយទៀតរបស់អ៊ីដ្រាសូនគឺប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner ដែលបានលើកឡើងក្នុងមេរៀនទី១៥ ហើយចលនការរបស់វាយើងនឹងសិក្សាខាងក្រោម។

៨.៣ ប្រតិកម្មរេដុកម្មWolff-Kishner

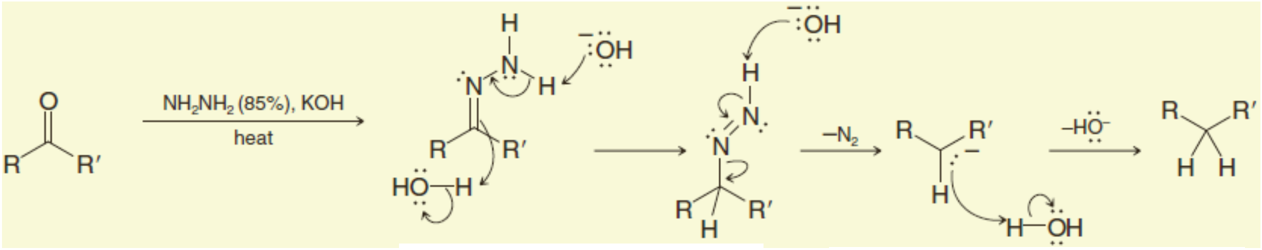
សេតូនមួយអាចត្រូវបានរេដុកម្មទៅជាក្រុមមេទីឡែនដោយប្រើប្រតិកម្ម Wolff-Kishner ដែលទាក់ទងនឹងការកម្តៅសេតូនជាមួយអ៊ីដ្រាស៊ីន និងបាស។ ចលនការប្រតិកម្ម Wolff-Kishner ទាក់ទងនឹងការកកើតដំបូងនៃអ៊ីដ្រាសូន បន្ទាប់មកប្រតិកម្មតូតូមែរកម្ម និងបណ្តាច់អាសូត។ ប្រតិកម្មរេដុកម្មWolff-Kishnerជាដៃគូនឹងប្រតិកម្មរេដុកម្មClemmensenដែលទាក់ទងនឹងអាស៊ីត ហើយជាដៃគូនឹងប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃឌីត្យូអាសេតាល់ ដែលទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកតាលីស។

ឧទាហរណ៍ បង់សូផេណូនអាចត្រូវបានធ្វើរេដុកម្មទៅជាឌីផេនីលមេតានដោយប្រតិកម្មរេដុកម្មWolff-Kishner ៖



បង់សូផេណូន **ឌីផេនីលមេតាន (83%)**

- *ចលនការប្រតិកម្មរេដុកម្ម Wolff-Kishner*



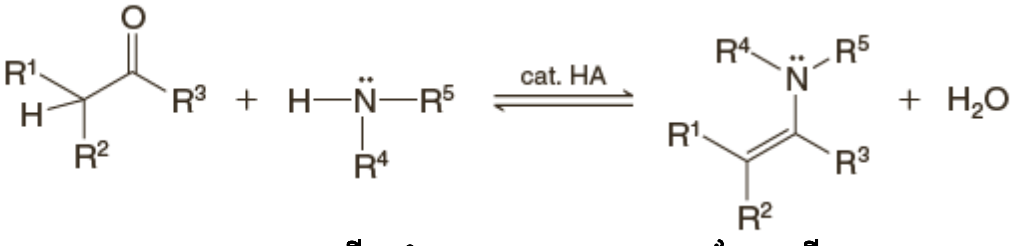
អ៊ីដ្រាស៊ីនអ៊ីដ្រាតប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុកាបូនីលបង្កើតអ៊ីដ្រាសូនមួយ

បាសធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មតូតូមែរផ្ទេរប្រូតុងពីអាសូតទៅកាបូន

ប្រតិកម្មបណ្តាច់ N_2 បង្កើតកាបាញ៉ុងមួយ បន្ទាប់មកវារងប្រូតុងកម្ម

៨.៤ អេណាមីន

អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី២បង្កើតអេណាមីន។ ខាងក្រោមនេះជាសមីការទូទៅក្នុងការបង្កើតអេណាមីន៖



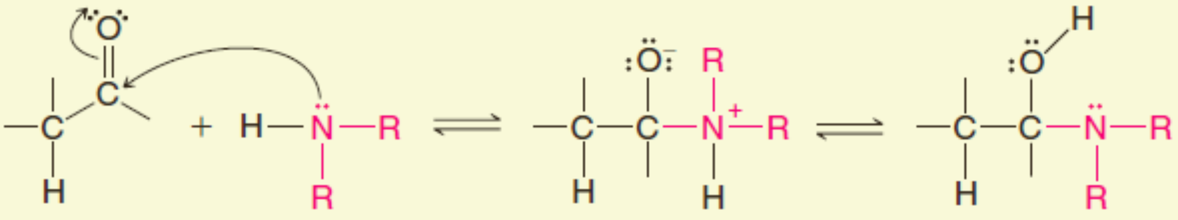
អាមីន2^0 **អេណាមីន**

ចលនការសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះមាននៅផ្នែកខាងក្រោម។ ចូរកត់សម្គាល់ភាពខុសគ្នារវាងចលនការក្នុងការបង្កើតអ៊ីមីន និងចលនការក្នុងការបង្កើតអែណាមីននេះ។ ក្នុងការកកើតអែណាមីន ដែលទាក់ទងនឹងអាមីនថ្នាក់ទី២ មិនមានការដកប្រូតុងមួយពីអាសូតក្នុងអង្គធាតុកណ្ដាលកាចុងអ៊ីមីញ៉ូមទេ។ ដូចនេះ អ៊ីមីនណឺតមួយមិនអាចកកើតបានទេ។ តែ ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកចេញពីអាតូមកាបូននៅជាប់ក្រុមកាបូនីល ដែលធ្វើឱ្យកកើតអែណាមីន។ យើងនឹងឃើញក្នុងមេរៀនទី១៨ ថាអែណាមីនមានសារប្រយោជន៍ក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធ កាបូន-កាបូន។

អាមីនថ្នាក់ទី៣មិនបង្កើតផលិតផលបូកស្ថេរភាពជាមួយអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ពីព្រោះនៅលើអង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខ បន្ទុកវិជ្ជមានដែលកកើតមិនអាចធ្វើឱ្យណឺតដោយបោះបង់ប្រូតុងមួយទេ។

- ***ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតអែណាមីន***

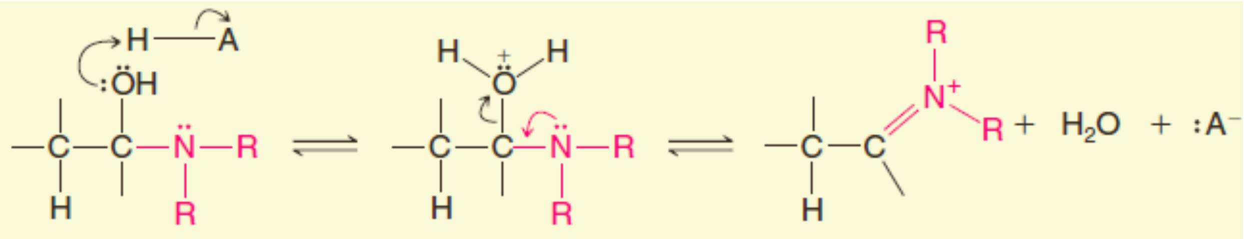
ដំណាក់កាលទី១



អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន អាមីន2^0 អង្គធាតុកណ្ដាល អាមីណូអាល់កុល

អាមីនបូកលើកាបូនីលសេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតបង្កើតអាដាក់ចតុមុខមួយ។
ការបន្ទេរប្រូតុងអន្តរម៉ូលេគុលធ្វើឱ្យកកើតអង្គធាតុអាមីណូអាល់កុល។

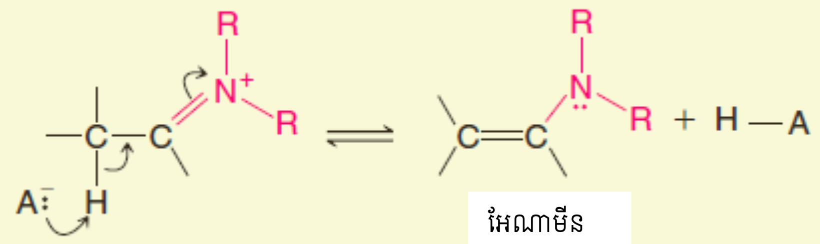
ដំណាក់កាលទី២



អង្គធាតុកណ្ដាលអាមីណូអាល់កុល អង្គធាតុកណ្ដាលអ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីញ៉ូម

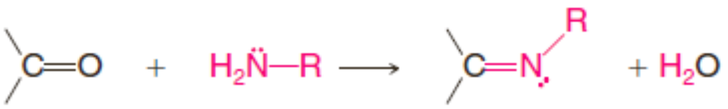
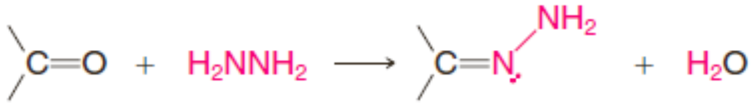
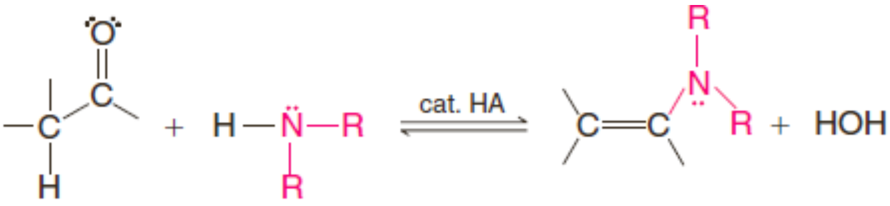
អង្គធាតុកណ្ដាលអាមីណូអាល់កុលរងប្រូតុងកម្មដោយកាតាលីករអាស៊ីត។ ការចូលរួមនៃទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីពីអាសូត និងការចាកចេញរបស់ម៉ូលេគុលទឹកបង្កើតអង្គធាតុកាចុងអ៊ីមីញ៉ូម

ដំណាក់កាលទី៣៖



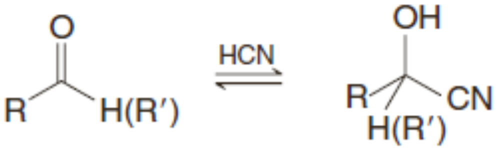
ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកពីកាបូននៅជាប់ក្រុមអ៊ីមីញ៉ូម។ ការដកប្រូតុងកើតឡើងពីកាបូន ពីព្រោះ គ្មានប្រូតុងដែលត្រូវបានដក ពីអាសូតរបស់កាចុងអ៊ីមីញ៉ូមទេ (ដូចដែលបានកើតឡើង បើសិនគេប្រើអាមីនថ្នាក់ទី១)។ ដំណាក់កាលនេះបង្កើតអែណាមីន ធ្វើឱ្យណឺតបន្ទុក និងបង្កើតកាតាលីករអាស៊ីតឡើងវិញ។

តារាង១៦.២ សង្ខេបប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជាមួយស្រលាយអាម៉ូញាក់។

តារាង១៦.២ ប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជាមួយស្រលាយអាម៉ូញាក់
1. ការកកើតអ៊ីមីន ៖ ប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី១  អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន   អាមីន1^0 អ៊ីមីន (អ៊ីសូមែរE និង Z)
2. ការកកើតអុកស៊ីម ៖ ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រុកស៊ីឡាមីន អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន   អ៊ីដ្រុកស៊ីឡាមីន   អុកស៊ីម (អ៊ីសូមែរE និង Z)
3. ការកកើតអ៊ីដ្រាសូននិងអ៊ីដ្រាសូនជំនួស៖ ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រាស៊ីន ផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីននិង2,4-ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីន (ស្រលាយនីមួយ@អាចបង្កើតអ៊ីសូមែរ E និង Z)  អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន   អ៊ីដ្រាស៊ីន   អ៊ីដ្រាសូន ផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីន   ផេនីលអ៊ីដ្រាសូន
4. ការកកើតអេណាមីន ៖ ប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី២  អាមីនថ្នាក់ទី២   អេណាមីន

៩. ប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនស្យានួ ៖ ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន

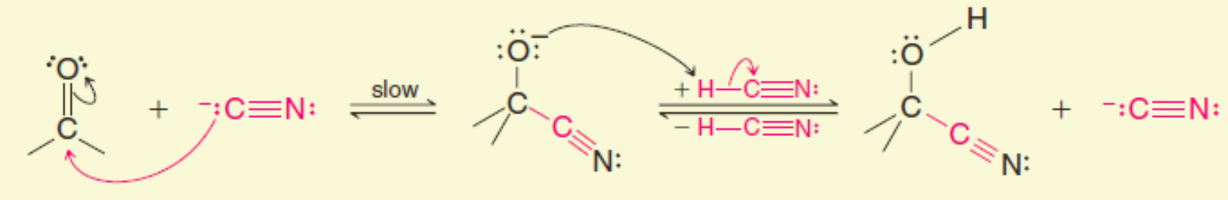
- អ៊ីដ្រូសែនស្យានួបូកលើក្រុមកាបូនីលនៃអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនស្ទើរតែទាំងអស់បង្កើតសមាសធាតុហៅថា **ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន** (cyanohydrins) (សេតូនដែលមានក្រុមកាបូនីលដែលមានរបាំងច្រើនមិនរងប្រតិកម្មនេះទេ)។



ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន

ស្យាណូអ៊ីឌ្រីនកកើតរហ័សជាងគេក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលអាញ៉ុងស្យានួមានវត្តមាន និងមានអំពើជានុយក្លេអូភីល។ ការប្រើប៉ូតាស្យូមស្យានួ ឬបាសណាមួយដែលអាចបង្កើតអាញ៉ុងស្យានួពីHCN បានបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មបើប្រៀបធៀបនឹងការប្រើHCN តែឯង។ ប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនស្យានួលើក្រុមកាបូនីលខ្លួនវាយឺត ពីព្រោះកម្លាំងអាស៊ីតរបស់HCNខ្សោយ(pK_a=9) ផ្តល់ឱ្យនូវអាញ៉ុងស្យានួនុយក្លេអូភីលកំហាប់ទាប។ ខាងក្រោមនេះជាចលនការប្រតិកម្មបង្កើតស្យាណូអ៊ីឌ្រីនមួយ។

➢ ***ចលនការប្រតិកម្មបង្កើតស្យាណូអ៊ីឌ្រីន***

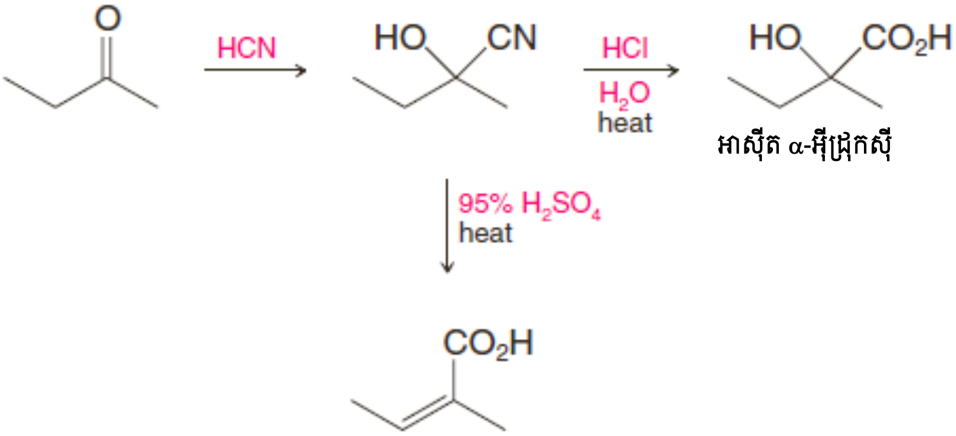


គេត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ខ្ពស់នៅពេលគេប្រើអ៊ីដ្រូសែនស្យានួដោយសារតែវាមានកម្រិតខ្ពស់ និងកម្រិតហើរខ្ពស់ ប្រតិកម្មទាក់ទងនឹង HCN ត្រូវតែធ្វើឡើងនៅក្នុងទូសម្រូប

ស្យាណូអ៊ីឌ្រីនជាអង្គធាតុមានប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ ពីព្រោះពួកវាអាចត្រូវបានបម្លែងជាក្រុមបង្គុំនាទីជាច្រើន។

- អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតបម្លែងស្យាណូអ៊ីឌ្រីនទៅជាអាស៊ីតα-អ៊ីដ្រុកស៊ី ឬទៅជាអាស៊ីតα,β-មិនឆ្អែត។

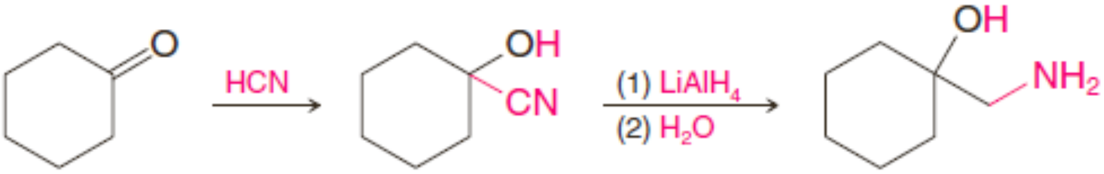
ចលនការប្រតិកម្មសម្រាប់ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនេះនឹងត្រូវបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី១៧។ ការទង្វើអាស៊ីត α-អ៊ីដ្រុកស៊ីជាផ្នែកមួយនៃការសំយោគស្ករKiliani-Fischer៖



អាស៊ីត α-អ៊ីដ្រុកស៊ី

អាស៊ីត α,β-មិនឆ្អែត

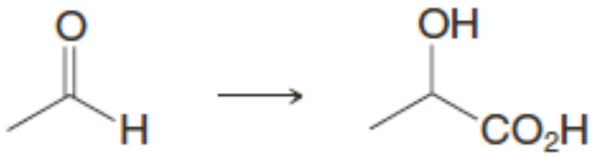
- រេដុកម្មស្យាណូអ៊ីឌ្រីនមួយជាមួយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួបង្កើត β-អាមីណូអាល់កុលមួយ៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៦៖

a. ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលអ្នកអាចបង្កើតអាស៊ីតឡាក់ទិចពីអាសេតាល់ដេអ៊ីត និងពីអង្គធាតុស្យាណូអ៊ីឌ្រីន។

b. តើទម្រង់ស្តេរ៉េអូអ៊ីសូមែររបស់អាស៊ីតឡាក់ទិចណា ដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបាន?



១០. ប្រតិកម្មបូករបស់អ៊ីលួ៖ ប្រតិកម្ម Wittig

- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនប្រតិកម្មជាមួយផូស្វរអ៊ីលួបង្កើតអាល់សែន និងទ្រីផេនីលផូស្វីន អុកស៊ីត (ផលិតផលបន្ទាប់បន្សំ)។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានគេហៅថា**ប្រតិកម្ម Wittig**។

គេបានបង្ហាញថា ប្រតិកម្មWittigជាវិធីសាស្ត្រមានប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគអាល់សែន។ **អ៊ីលួ**(ylides) ដែលត្រូវការសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះជាម៉ូលេគុលដែលគ្មានបន្ទុកសរុប ប៉ុន្តែវាជាម៉ូលេគុលដែលមានអាតូមកាបូនអវិជ្ជមានជាប់នឹងអេតេរ៉ូអាតូមវិជ្ជមានមួយ ហើយដែលក្នុងប្រតិកម្មWittig ជាអាតូមផូស្វរ។ ផូស្វរអ៊ីលួក៏ត្រូវបានគេហៅថាផូស្វរ៉ានផងដែរ។

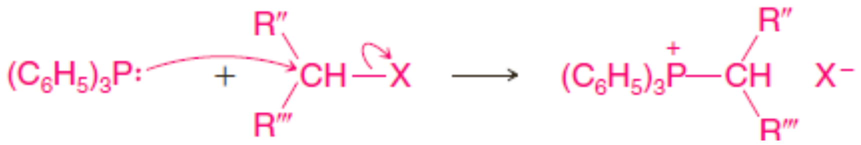
អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន **ផូស្វរអ៊ីលួ ឬផូស្វរ៉ាន** **អាល់សែន (អ៊ីសូមែរ E និង Z)** **ទ្រីផេនីលផូស្វីនអុកស៊ីត**

ប្រតិកម្មWittigអាចត្រូវបានអនុវត្តចំពោះសមាសធាតុជាច្រើន ហើយទោះបីជាវាបង្កើតផលិតផលជាល្បាយនៃអ៊ីសូមែរ E និង Z ក៏ដោយ ប្រតិកម្មWittigផ្តល់អត្ថប្រយោជន៍សម្រាប់ការសំយោគអាល់សែន*ដោយដឹងទីតាំងរបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់ក្នុងផលិតផលច្បាស់លាស់* (ប្រតិកម្មនេះផ្ទុយពីប្រតិកម្មបណ្តាច់ ដែលឱ្យផលិតផលអាល់សែនច្រើន ដោយបណ្តូរទីតាំងទៅជាអង្គធាតុកាបូកាចុងស្ថេរភាព ហើយទាំងប្រតិកម្មបណ្តាច់E1 និង E2 ដែលអាចបង្កើតផលិតផលច្រើននៅពេលមានអ៊ីដ្រូសែនβត្រូវបានដកចេញ)។

ផូស្វរអ៊ីលួត្រូវបានទម្រង់យ៉ាងងាយស្រួលពីទ្រីផេនីលផូស្វីន និងអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ ឬទី២។ ទម្រង់របស់ពួកវាទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មពីរ៖

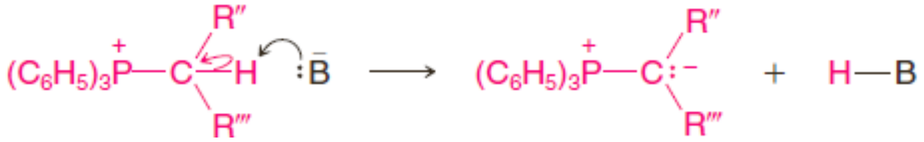
ប្រតិកម្មទូទៅ

ប្រតិកម្មទី១៖



ទ្រីផេនីលផូស្វីន **អាល់គីលទ្រីផេនីលផូស្វរនីញ៉ូមអាឡូសែនួ**

ប្រតិកម្មទី២៖



ផូស្វរអ៊ីលួ

ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់៖

ប្រតិកម្មទី១៖

$$(C_6H_5)_3P: \; + \; CH_3Br \xrightarrow{C_6H_6} (C_6H_5)_3\overset{+}{P}—CH_3 \;\; Br^-$$

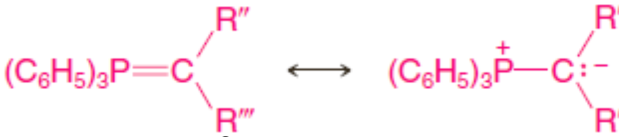
មេទីលទ្រីផេនីលផូស្វូនីញ៉ូមប្រូមួ (89%)

ប្រតិកម្មទី២៖

$$(C_6H_5)_3\overset{+}{P}—CH_3 \;\; Br^- \; + \; C_6H_5Li \longrightarrow (C_6H_5)_3\overset{+}{P}—CH_2:^- \; + \; C_6H_6 \; + \; LiBr$$

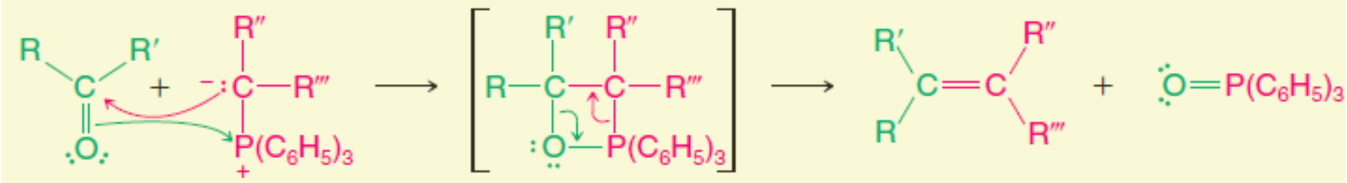
ប្រតិកម្មទី១ជាប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។ ទ្រីផេនីលផូស្វីនជានុយក្លេអូភីលល្អ និងជាបាសខ្សោយមួយ។ វាមានប្រតិកម្មយ៉ាងងាយស្រួលជាមួយអាល់គីលអាឡូសែន 1^0 និង 2^0 ដោយចលនការប្រតិកម្ម S_N2 ដើម្បីជំនួសអ៊ីយ៉ុងអាឡូសែនមួយពីអាល់គីលអាឡូសែន បង្កើតជាអំបិលអាល់គីលទ្រីផេនីលផូស្វូនីញ៉ូម។ **ប្រតិកម្មទី២ជាប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាស។** បាសខ្លាំងមួយ (តែងតែអាល់គីលលីចូម ឬផេនីលលីចូម) ដកយក ប្រូតុងមួយពីកាបូនដែលភ្ជាប់ជាមួយផូស្វូបង្កើតជាអ៊ីលួ។

ផូស្វូអ៊ីលួអាចត្រូវបានតាងដោយអ៊ីប្រ៊ីតមួយនៃទម្រង់រេសូណង់ពីរដូចបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ការគណនាមេកានិចកង់ទិចបញ្ជាក់ថារបាយដែលបង្កើតដោយទម្រង់ទី១មិនមានសារសំខាន់ទេ។



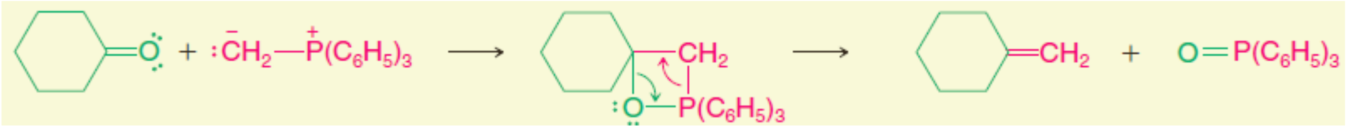
ការសិក្សាដោយ E. Vedejs (សាកលវិទ្យាល័យ Michigan) បញ្ជាក់ថា ប្រតិកម្មWittig កើតឡើងពីរដំណាក់កាល។ ក្នុងដំណាក់កាលទី១ (ខាងក្រោម) អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនផ្គុំជាមួយអ៊ីលួក្នុងប្រតិកម្មបូកវង់មួយបង្កើតវង់៤អាតូមរបស់អុកសាផូស្វេតាន។ បន្ទាប់មក ក្នុងដំណាកកាលទី២អុកសាផូស្វេតានបំបែកបង្កើតអាល់សែន និងទ្រីផេនីលផូស្វីនអុកស៊ីត។ កម្លាំងជម្រុញប្រតិកម្មគឺការកកើតសម្ព័ន្ធផូស្វូ-អុកស៊ីសែនខ្លាំង(DH^0=540kJ mol^{-1}) ក្នុងទ្រីផេនីលផូស្វីនអុកស៊ីត។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មWittig*



អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន　អ៊ីលួ　អុកសាផូស្វាតាន　អាល់សែន　ទ្រីផេនីលផូស្វីនអុកស៊ីត + ដ្យាស្តេរ៉េអូមែរ

ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់៖



មេទីឡែនស៊ីក្លូអិចសាន (86%)

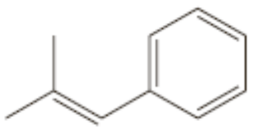
នៅពេលការសំយោគ Wittig មានភាពស្មុគ្រស្មាញ តាមការអនុវត្ត ពួកគេងាយស្រួលធ្វើប្រតិកម្ម។ ដំណាក់កាលស្ទើរតែទាំងអស់អាចត្រូវបានធ្វើក្នុងផើងប្រតិកម្មដូចគ្នា ហើយការសំយោគទាំងមូលអាចសម្រេច ទៅបាន។ លទ្ធផលសរុបនៃការសំយោគ Wittig គឺ៖

១០.១ របៀបគ្រោងសំយោគWittig

ការគ្រោងសំយោគWittigមួយចាប់ផ្តើមពីការកត់សម្គាល់ក្នុងអាល់សែនចង់បាន ដែលអាចជាផ្នែករបស់អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន និងអាចជាផ្នែករបស់អ៊ីលួ។ ក្រុមRណាមួយ ឬទាំងអស់អាចជាអ៊ីដ្រូសែន ទោះបីផលិតផលល្អជាង នៅពេលមានយ៉ាងហោចណាស់ក្រុមមួយជាអ៊ីដ្រូសែន។ ផ្នែកអាឡូសែនត្រូវតែជាអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ ទី២ ឬមេទីលអាឡូសែន។

ឧទាហរណ៍៖ សំយោគ 2-មេទីល-ផេនីលប្រូ-1-អែន ដោយប្រើប្រតិកម្មWittigមួយ។ ចូរចាប់ផ្តើមពីការសរសេរការសំយោគត្រលប់។

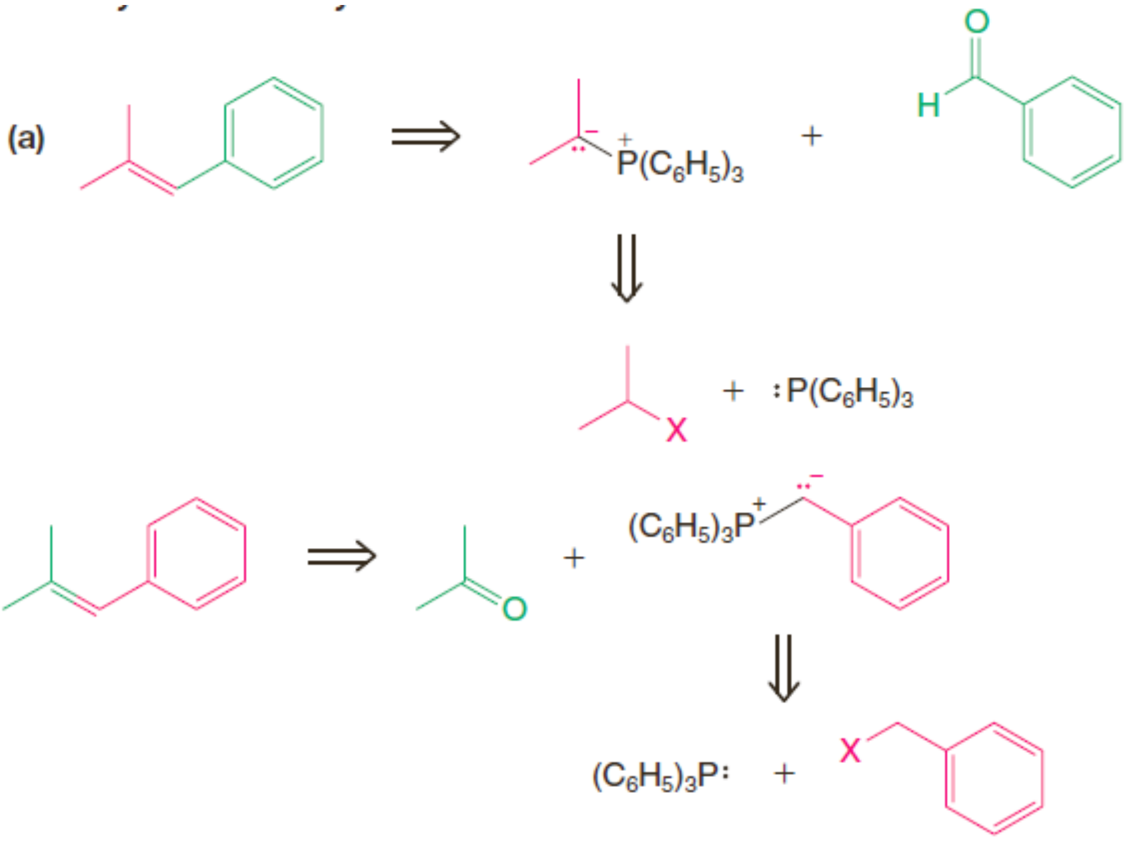
យើងពិចារណាលើទម្រង់សមាសធាតុនេះ ដោយផ្តោតសំខាន់លើក្រុមនៅសងខាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់៖



2-មេទីល-ផេនីលប្រូ-1-អែន

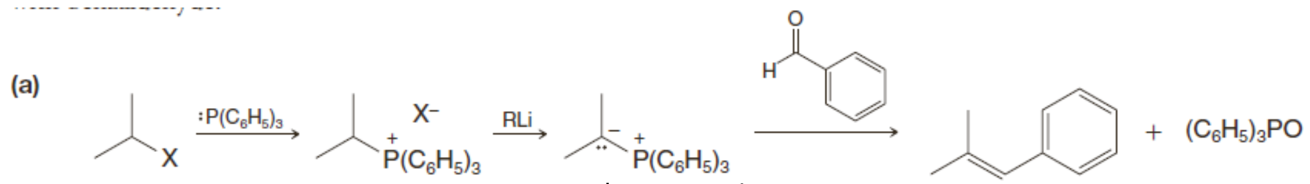
យើងឃើញថា ការវិភាគសំយោគត្រលប់អាចមានដូចខាងក្រោម៖

ការវិភាគសំយោគត្រលប់៖

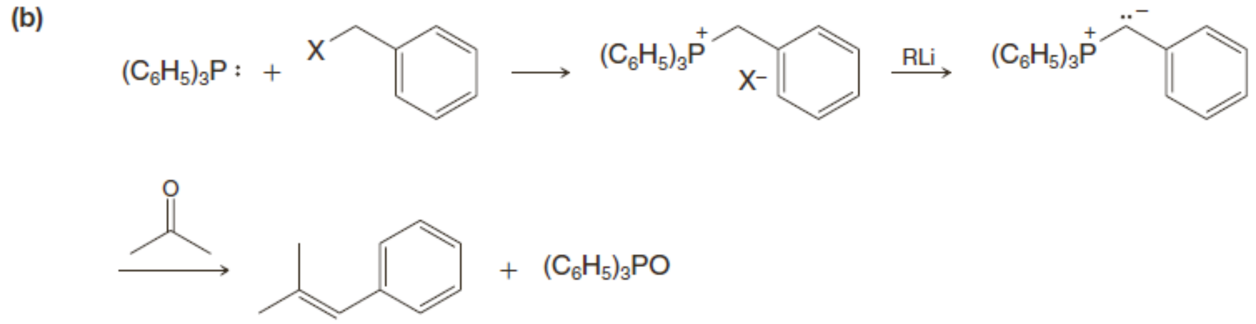


ការសំយោគ៖

ទៅតាមការវិភាគត្រលប់ (a) យើងចាប់ផ្តើមដោយការបង្កើតអ៊ីលួមួយពី 2-អាឡូប្រូប៉ាន ហើយបន្ទាប់ មកឱ្យអ៊ីលួមានប្រតិកម្មជាមួយបង់សាល់ដេអ៊ីត៖



ទៅតាមការសំយោគត្រលប់(b) យើងបង្កើតអ៊ីលួពីបង់ស៊ីលអាឡូសែនមួយ ហើយឱ្យវាមានប្រតិកម្មជាមួយអាសេតូន៖



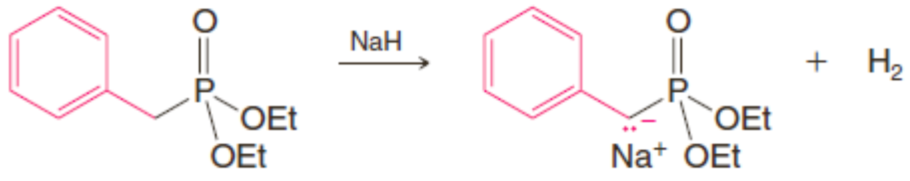
១០.២ ប្រតិកម្ម Horner-Wadsworth-Emmons ៖ ការបម្លែងប្រតិកម្មWittig

ប្រតិកម្ម Wittig ជាច្រើនជាប្រតិកម្មបម្លែង Horner-Wadsworth-Emmons។

- ប្រតិកម្មHorner-Wadsworth-Emmonsទាក់ទងនឹងការប្រើអេស្ទែរផូស្វាតជំនួសអំបិលទ្រីផេនីលផូស្វូនីញ៉ូម។ ផលិតផលឧត្តមភាពតែងតែជាអ៊ីសូមែរ E។

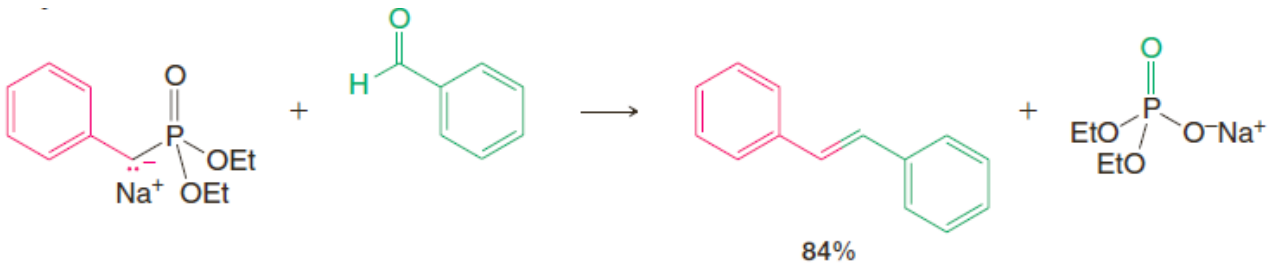
បាសខ្លាំងដែលត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតកាបាញ៉ុងអេស្ទែរផូស្វាត រួមមានសូដ្យូមអ៊ីដ្រូ ប៉ូតាស្យូទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីត និងប៊ុយទីលលីចូម។ លំដាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយ៖

ដំណាក់កាលទី១

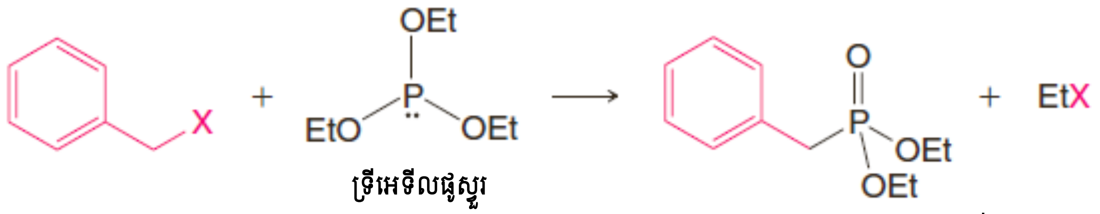


អេស្ទែរផូស្វាត

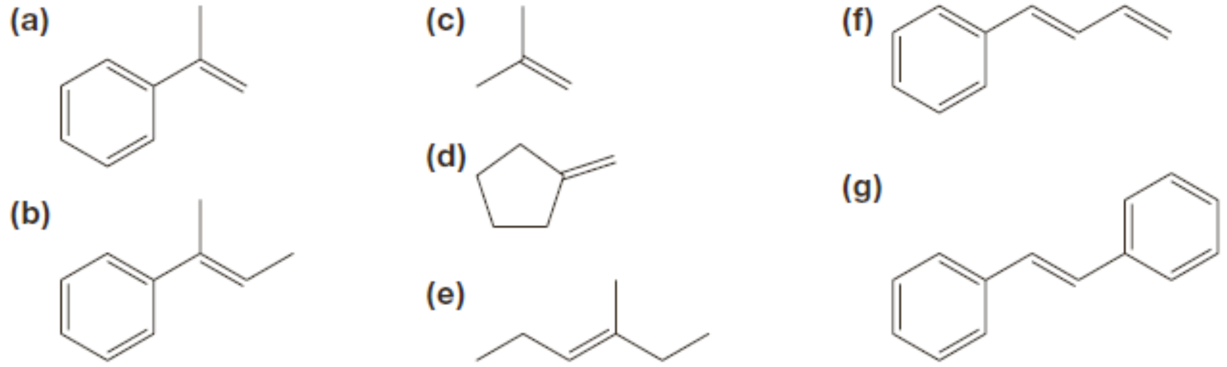
ដំណាក់កាលទី២៖



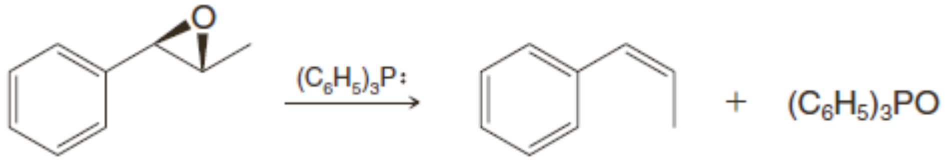
អេស្ទែរផូស្វាតត្រូវបានគេធ្វើដោយប្រតិកម្មរបស់ទ្រីអាល់គីលផូស្វ៊ូរ [$(RO)_3P$] ជាមួយអាឡូសែនមួយ (ដំណើរការនេះហៅថាប្រតិកម្ម Arbuzov)។ ឧទាហរណ៍៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៧៖ ក្នុងប្រតិកម្មបូកទ្រីផេនីលផូស្វីន សន្មត់ថាអ្នកមានសារធាតុផ្ដើមដែលចាំបាច់ដូចជាអាល់ដេអ៊ីត សេតូន និងអាឡ្គីលហាលីដ។ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចសំយោគអាល់សែននីមួយៗខាងក្រោម ដោយប្រើប្រតិកម្ម Wittig៖

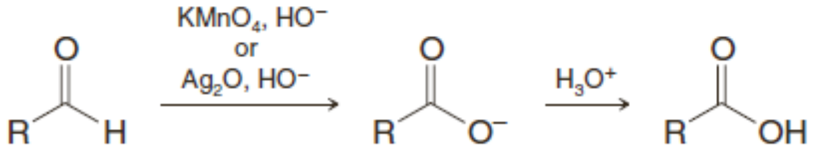


លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៨៖ ទ្រីផេនីលផូស្វីនអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបម្លែងអេប៉ុកស៊ីតទៅជាអាល់សែន។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



១១. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីត

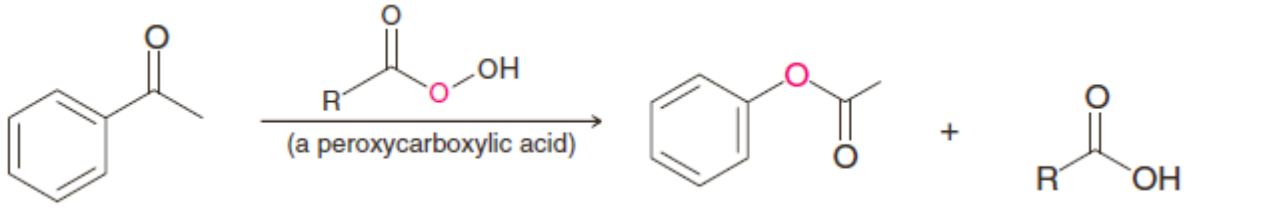
អាល់ដេអ៊ីតងាយរងអុកស៊ីតកម្មជាងសេតូន។ អាល់ដេអ៊ីតងាយអុកស៊ីតកម្មដោយភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្លាំងដូចជាប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាត ហើយពួកវាក៏រងអុកស៊ីតកម្មដោយភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្សោយដូចជាប្រាក់អុកស៊ីតផងដែរ៖



ចូរកត់សម្គាល់ថា ក្នុងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីតទាំងនេះ មានការបាត់បង់អ៊ីដ្រូសែនចងជាមួយ អាតូមកាបូនកាបូនីល។ ដោយសារតែសេតូនមិនមានអ៊ីដ្រូសែននេះ ពួកវាអាចធន់ទៅនឹងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម បាន។ អាល់ដេអ៊ីតរងប្រតិកម្មយឺតដោយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់ ដូចនេះភាគសំណាកអាល់ដេអ៊ីតដែលស្តុកទុក តែងតែមានលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាសារធាតុមិនសុទ្ធមួយ។

១២. អុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger

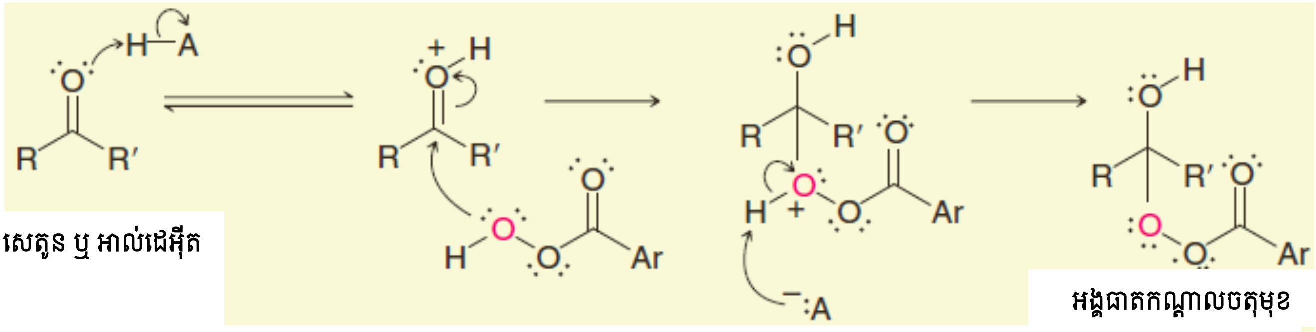
ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger ជាវិធីសាស្ត្រមានប្រយោជន៍មួយដើម្បីបម្លែងអាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូនទៅជាអេស្ទែរ ដោយបញ្ចូលអាតូមអុកស៊ីសែនមួយពីអាស៊ីតពែរ៉ុកស៊ីកាបុកស៊ីលិច(RCO_3H)។ ឧទាហរណ៍ប្រតិកម្មរបស់អាសេតូផេណូនជាមួយអាស៊ីតពែរ៉ុកស៊ីកាបុកស៊ីលិចបម្លែងវាទៅជាអេស្ទែរ ផេនីល អាសេតាត។



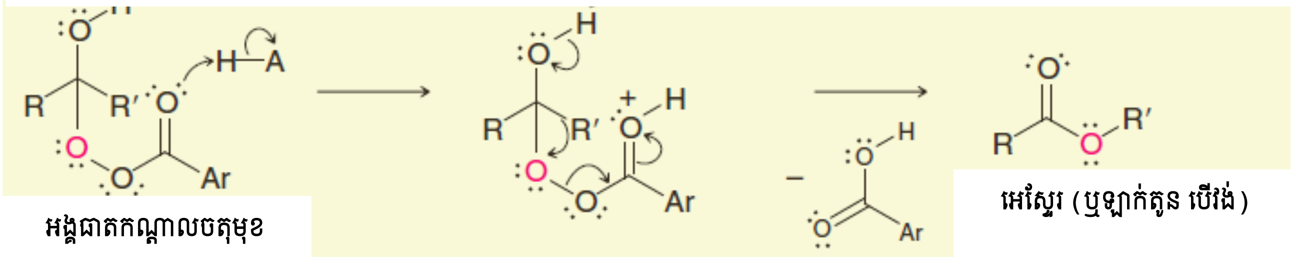
អាសេតូផេណូន **ផេនីលអាសេតាត**

ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger ក៏ត្រូវបានប្រើដើម្បីសំយោគឡាក់តូន(អេស្ទែរវង់)ពីសេតូនវង់ដែរ។ រ៉េអាក់ទីបសំខាន់មួយដែលបានប្រើដើម្បីធ្វើប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មBaeyer-Villiger គឺ អាស៊ីតមេតា-ក្លរ៉ូពែរអុកស៊ីបង់សូអ៊ិច (*m*CPBA)។ គេក៏អាចប្រើអាស៊ីតពែរអុកស៊ីកាបុកស៊ីលិចផ្សេងទៀតផងដែរ។ ខាងក្រោម នេះជាចលនការប្រតិកម្មមួយរបស់ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger ។

➢ ***ចលនការប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger***



អាស៊ីតពែរអុកស៊ីកាបុកស៊ីលិច (ដូចជា mCPBA ដែល Ar ជាក្រុម 3-ក្លរ៉ូផេនីល) ប្រយុទ្ធលើក្រុមកាបូនីល របស់សេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតវងប្រូតុងកម្ម បង្កើតអង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខមួយ



ក្រុមមួយដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយសេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតដំបូងរំកិលទៅអុកស៊ីសែន បង្កើតអេស្ទែរ (ឬ ឡាក់តូន) ជាអាស៊ីតពែរអុកស៊ីកាបុកស៊ីលិចត្រូវបានបង្កើតដូចជា អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ

ក្រុមដែលរំកិលពីកាបូនសេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតដើមទៅកាន់អុកស៊ីសែនរបស់អាស៊ីតពែរអុកស៊ីកាបុកស៊ីលិច មានតួនាទីជា **ក្រុមរំកិលល្អ** (migratory aptitude)។ ការសិក្សាត្រូវបានបង្ហាញថា ក្រុមរំកិលល្អមានលំដាប់ ៖ H> ផេនីល>អាល់គីល3^0> អាល់គីល2^0> អាល់គីល 1^0 > មេទីល។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.១៩៖ នៅពេលបងសាល់ដេអ៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតពែរអុកស៊ីមួយ ផលិតផលគឺ អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច។ ចលនការរបស់ប្រតិកម្មនេះស្រដៀងគ្នានឹងចលនការរបស់ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាសេតូផេណូន ហើយលទ្ធផលបង្ហាញអំពីការរំកិលល្អរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយទៅកាន់ផេនីល។ ចូរសរសេរជំណាក់កាលទាំងអស់របស់ចលនការនេះ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.២០៖ ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផលដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មBaeyer-Villigerនៃស៊ី ក្លូប៉ង់តាណូន។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៦.២១៖ ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger នៃ 3-មេទីល-2-ប៊ុយតាណូន។

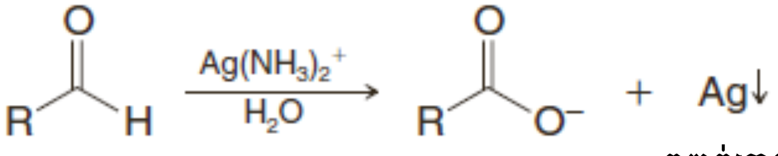
១៣. ការវិភាគគីមីនៃអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

១៣.១ ស្រលាយអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនអាចត្រូវបានញែកសម្គាល់ភាពខុសគ្នាពីសមាសធាតុមិនមែនកាបូនីលតាមរយៈប្រតិកម្មរបស់ពួកវាជាមួយស្រលាយអាម៉ូញាក់។ 2,4-ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីត(2,4-DNPH) និងអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាមីនមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់ដេអ៊ីតបង្កើតកករ។ អុកស៊ីមតែងតែគ្មានពណ៌ តែ 2,4-ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាសូនមានពណ៌ទឹកក្រូច។ ចំណុចរលាយរបស់ស្រលាយទាំងនេះអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីសម្គាល់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន។

១៣.២ តេស្តតូឡង់ (Tollents' Test) (តេស្តកញ្ចក់ប្រាក់)

ភាពងាយស្រួលរងប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីតអាចញែកឱ្យខុសគ្នាពីសេតូនទាំងអស់។ ការលាយប្រាក់នីត្រាតជាមួយអាម៉ូញាក់បង្កើតសូលុយស្យុងមួយត្រូវបានគេហៅថា**រ៉េអាក់ទីបតូឡង់**។ រ៉េអាក់ទីបនេះមានអ៊ីយ៉ុងប្រាក់(I) ឌីអាមីណូ $Ag(NH_2)_2^+$។ ទោះបីជាអ៊ីយ៉ុងនេះជាភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្សោយក៏ដោយ វាធ្វើអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីតទៅជាអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត។ ដូចដែលវាធ្វើប្រតិកម្មដូចនេះ ប្រាក់រងរេដុកម្មពីចំនួនអុកស៊ីត1+(នៃ $Ag(NH_2)_2^+$) ទៅជាលោហៈប្រាក់។ បើសិនជាប្រតិកម្មយឺត ហើយជញ្ជាំងរបស់បំពង់សាកស្អាត លោហៈប្រាក់កកលើជញ្ជាំងបំពង់សាកដូចជាកញ្ចក់មួយ បើមិនដូចនេះទេវាកកជាកករពណ៌ប្រផេះទៅខ្មៅ។ រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ឱ្យលទ្ធផលអវិជ្ជមានជាមួយសេតូនទាំងអស់លើកលែងតែ α-អ៊ីដ្រុកស៊ីសេតូន៖



អាល់ដេអ៊ីត កញ្ចក់ប្រាក់

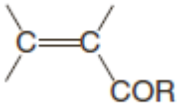
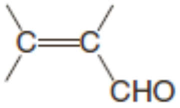
១៤. លក្ខណៈស្ប៊ិចរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

១៤.១ ស្ប៊ិច IR របស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

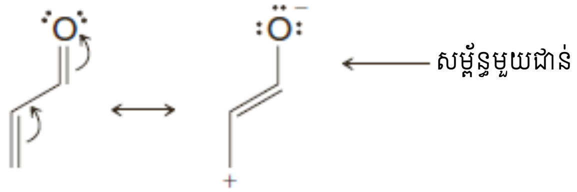
- ក្រុមកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមានបង់សម្រូបខ្លាំងនៃC = O ក្នុងតំបន់1665–1780cm^{-1}។

ទីតាំងពិតប្រាកដរបស់សម្រូបIRកាបូនីល (តារាង១៦.៣) អាស្រ័យលើទម្រង់របស់អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន ហើយជាសម្រូបមានប្រយោជន៍ និងកំណត់លក្ខណៈក្នុងស្ប៊ិច IR។

- អាល់ដេអ៊ីតអាស៊ីគ្លិចឆ្អែតតែងមានសម្រូបនៅក្បែរ1730cm^{-1} ស្រដៀងគ្នានឹងសេតូនដែលស្រូបនៅក្បែរ 1715cm^{-1}។
- ភាពឆ្លាស់នៃក្រុមកាបូនីលជាមួយសម្ព័ន្ធពីរជាន់មួយ ឬវង់បង់សែនមួយរំកិលសម្រូបC=O ទៅកាន់ប្រេកង់ទាបជាងមុន 40cm^{-1}។

តារាង១៦.៣ បង់សម្រួបកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន			
ប្រេកង់ទំនាញសម្ព័ន្ធ C = O			
សមាសធាតុ	**ចន្លោះ (cm^{-1})**	**សមាសធាតុ**	**ចន្លោះ (cm^{-1})**
R-CHO	1720-1740	RCOR	1705-1720
Ar-CHO	1695-1715		1665-1680
	1680-1690	ស៊ីក្លូអិចសាណូន	1715
		ស៊ីក្លូប៉ង់តាណូន	1751
		ស៊ីក្លូប៊ុយតាណូន	1785

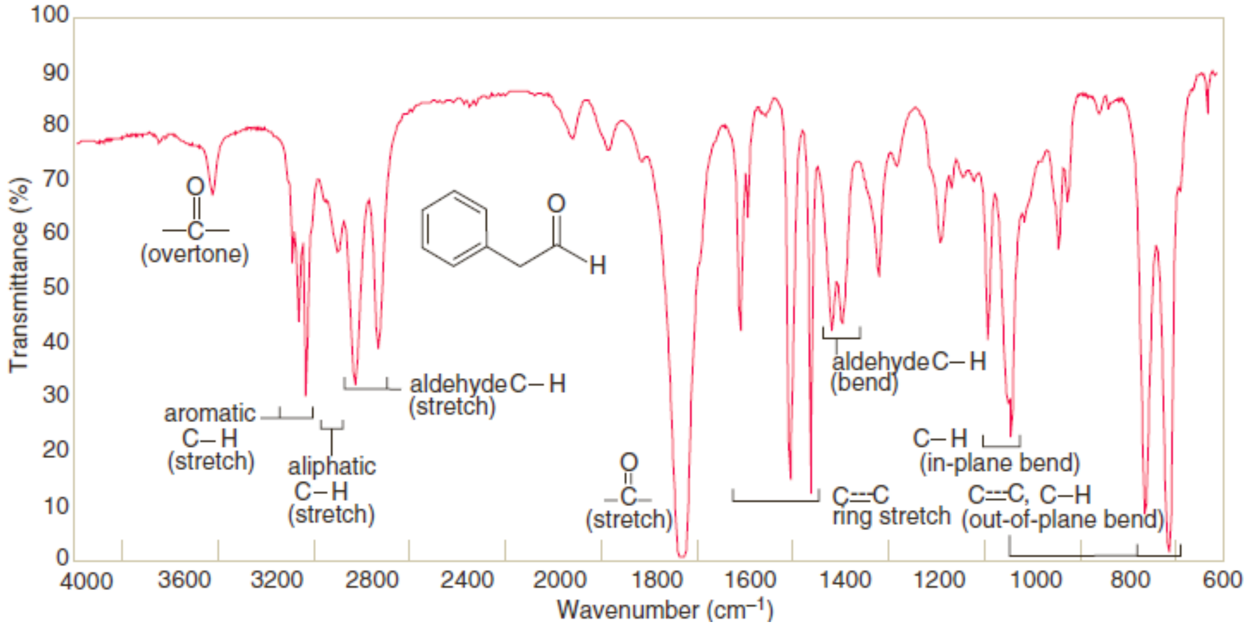
ការរំកិលទៅកាន់ប្រេកង់ខ្ពស់នេះកើតឡើង ពីព្រោះសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូនីលនៃសមាសធាតុឆ្លាស់មានលក្ខណៈសម្ព័ន្ធមួយជាន់ (មើលទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោម) និងសម្ព័ន្ធមួយងាយស្រួលទាញជាងសម្ព័ន្ធពីរ ជាន់។



ទីតាំងរបស់សម្រួបកាបូនីលរបស់សេតូនវង់អាស្រ័យលើទំហំរបស់វង់ (ប្រៀបធៀបជាមួយសមាសធាតុវង់ក្នុងតារាង១៦.៣)។ *នៅពេលដែលវង់កាន់តែតូច ពិកទំនាញសម្ព័ន្ធ C=O រំកិលទៅប្រេកង់កាន់តែធំ។*

រំញ័របស់សម្ព័ន្ធ C–Hរបស់ក្រុមCHO របស់អាល់ដេអ៊ីតក៏ឱ្យបង់ពិកពីរក្នុងតំបន់2700-2775cm^{-1} និង 2820-2900cm^{-1} ដែលងាយស្រួលសម្គាល់។

រូប១៦.១ បង្ហាញស្ប៊ិច IR របស់ផេនីលអេតាណាល់។



រូប១៦.១ ស្ប៊ិច IR របស់ផេនីលអេតាណាល់

១៤.២ ស្បិច NMR របស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

ក. ស្បិច^{13}CNMR

- កាបូនកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនឱ្យស្បិច NMR ក្នុងតំបន់ 180-220cm^{-1} នៃស្បិច^{13}C។

ដោយសារតែគ្មានស៊ិញ៉ាល់ផ្សេងទៀតកើតឡើងក្នុងតំបន់នេះ *វត្តមានរបស់ស៊ិញ៉ាល់មួយក្នុងតំបន់នេះ (ជិត δ=200) បង្ហាញអំពីវត្តមានរបស់ក្រុមកាបូនីលមួយ*។

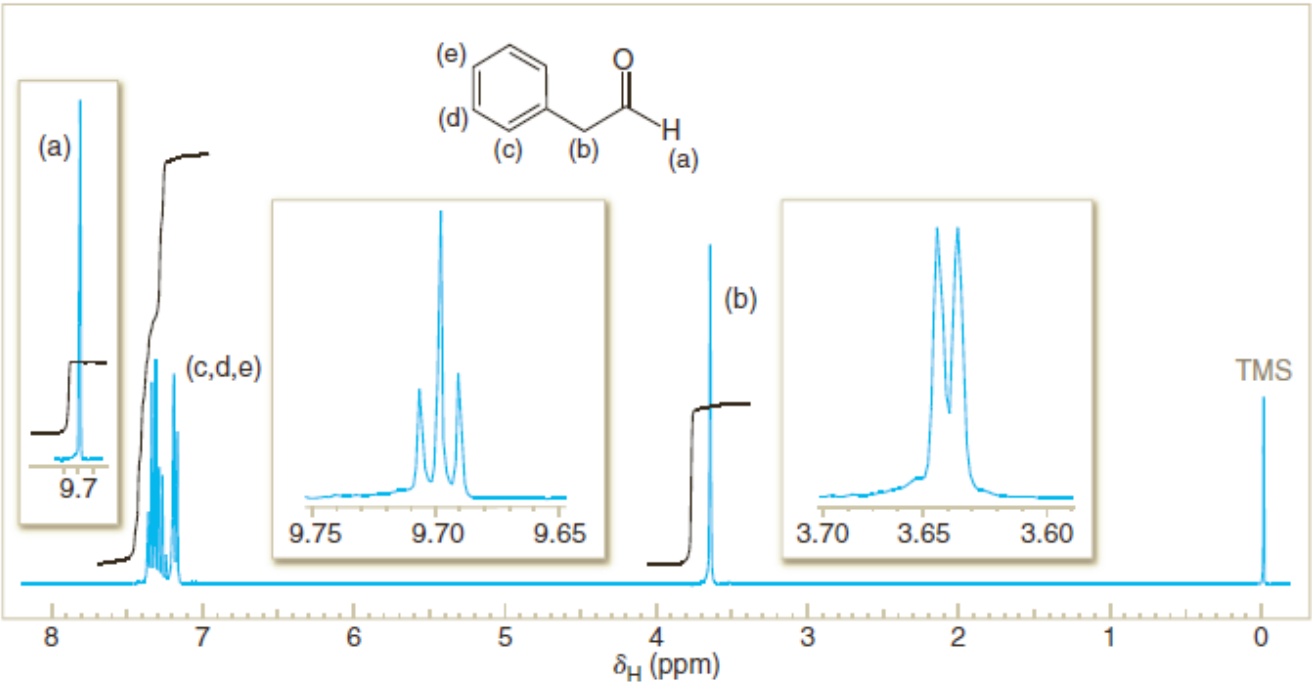
ខ. ស្បិច^{1}HNMR

- ប្រូតុងអាល់ដេអ៊ីតមួយឱ្យស៊ិញ៉ាល់ ^{1}H NMR ដែនក្រោមក្នុងតំបន់ δ= 9-12 ដែលជា តំបន់ដែលស្ទើរតែគ្រប់សមាសធាតុមិនមានសម្រូប ដូចនេះ វាងាយស្រួលសម្គាល់ ដោយប្រើស្បិចនេះ។

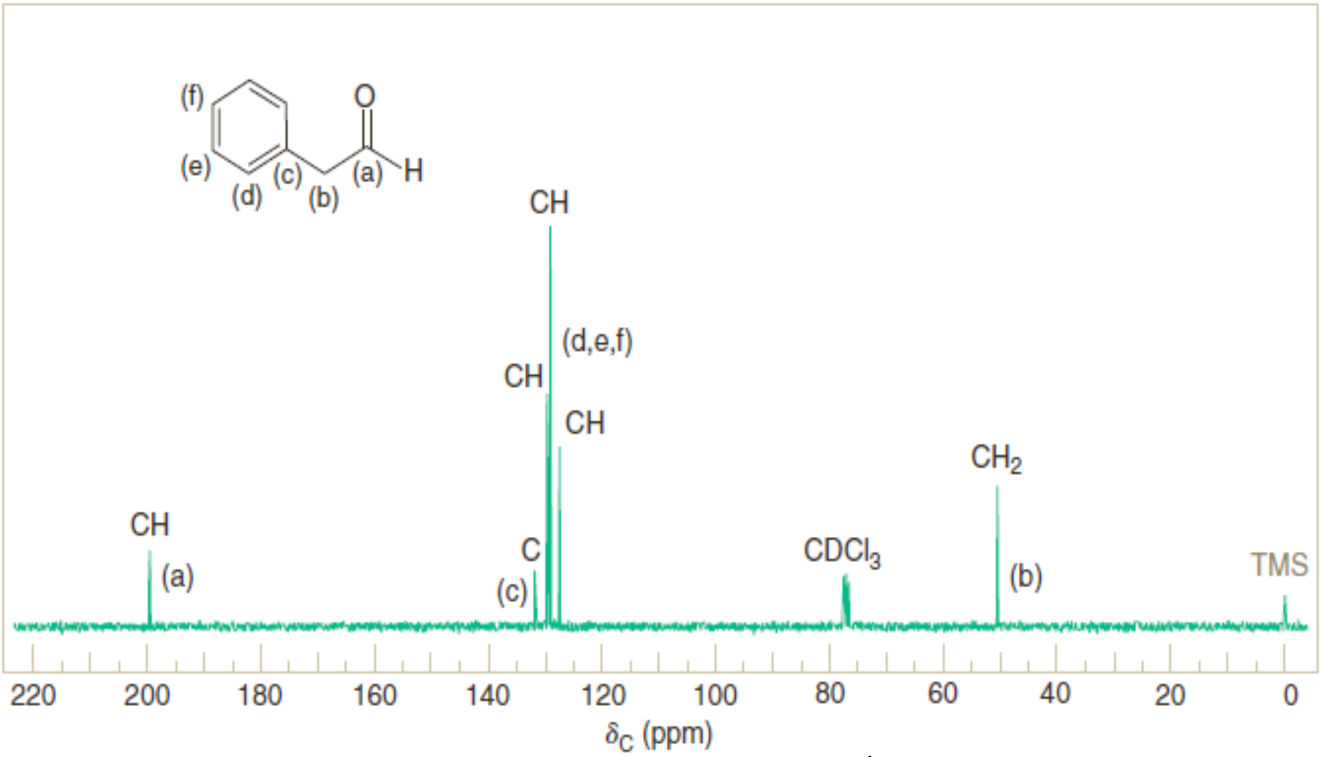
ប្រូតុងអាល់ដេអ៊ីតរបស់អាល់ដេអ៊ីតអាលីផាទិចបង្ហាញបង្គុំគូស្ពីន-ស្ពីនជាមួយប្រូតុងលើកាបូនα ហើយគំរូបំបែកពិកបង្ហាញកម្រិតជំនួសរបស់កាបូនα។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងអាសេតាល់ដេអ៊ីត(CH_3CHO) ស៊ិញ៉ាល់ប្រូតុងអាល់ដេអ៊ីតត្រូវបានបំបែកជាឌុបប្លែតដោយប្រូតុងអាល់ដេអ៊ីត។ ប៉ុន្តែ ថេរបង្គុំគូតូច (ប្រហែល 3Hz បើប្រៀបធៀបជាមួយការបំបែកស៊ិញ៉ាល់វិកដែលមាន ប្រហែល 7Hz)។

- ប្រូតុងលើកាបូនαមិនត្រូវបានបាំងដោយក្រុមកាបូន និងស៊ិញ៉ាល់របស់ពួកវាបង្ហាញក្នុងតំបន់ δ=2.0-2.3។
- មេទីលសេតូនបង្ហាញស៊ិញ៉្គ្លែត (3H) នៅ δ=2.1។

រូប១៦.២ និងរូប១៦.៣ បង្ហាញស្បិច ^{1}H និង ^{13}C របស់ផេនីលអេតាណាល់។



រូប១៦.២ ស្បិច^{1}HNMR របស់ផេនីលអេតាណាល់។ បង្គុំគូរវាងប្រូតុងអាល់ដេអ៊ីត និងមេទីឡែន (2.6Hz) ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងផ្នែកពង្រីក។



រូប១៦.៣ ស្បិច ^{13}CNMR របស់ផេនីលអេតាណាល់។ ព័ត៌មាន DEPT ^{13}CNMR និងការរកកាបូនត្រូវបានបង្ហាញក្បែរពិកនីមួយៗ

១៤.៣ ស្បិចម៉ាសរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

ស្បិចម៉ាសរបស់សេតូនតែងតែបង្ហាញពិកមួយត្រូវទៅនឹងអ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុល។ អាល់ដេអ៊ីតបង្កើតពិក $M.^{+}$+1 ក្នុងស្បិចម៉ាសពីបណញតាច់អ៊ីដ្រូសែនអាល់ដេអ៊ីត។ សេតូនតែងតែរងបណ្តាច់ផ្នែកសងខាងនៃក្រុមកាបូនីល បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលីញ៉ូម $RC{\equiv}O{:}^{+}$ ដែល R អាចត្រូវជាក្រុមអាល់គីលពីផ្នែកទាំងពីរនៃកាបូនីលសេតូន។ បណ្តាច់តាមរយៈបណ្តូរទីតាំង McLafferty ក៏អាចកើតមានក្នុងអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមួយចំនួន។

១៤.៤ ស្បិចUV

ក្រុមកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនឆ្អែតឱ្យបង់សម្រូបខ្សោយមួយក្នុងតំបន់UVរវាង270 និង 300nm។ បង់នេះត្រូវបានរំកិលប្រវែងរលកវែង (300-350nm) នៅពេលក្រុមកាបូនីលត្រូវបានឆ្លាស់ជាមួយសម្ព័ន្ធពីរជាន់។

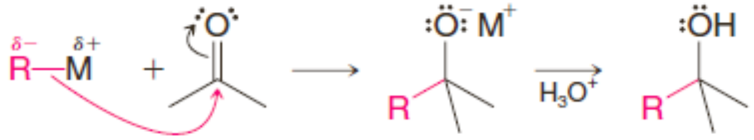
១៥. សង្ខេបប្រតិកម្មបូករបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនដែលកើតឡើងលើអាតូមកាបូនកាបូនីលដែលយើងបានសិក្សារួចហើយត្រូវបានសង្ខេបខាងក្រោម។ ក្នុងមេរៀនទី១៨ និង ១៩ យើងនឹងឃើញឧទាហរណ៍ ផ្សេងទៀត។

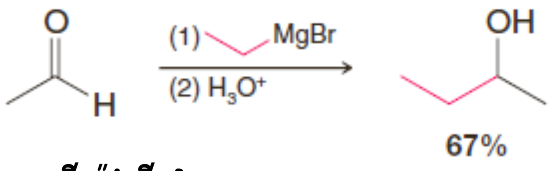
ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

1. ***ប្រតិកម្មបូកសមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈ***

   ប្រតិកម្មទូទៅ៖

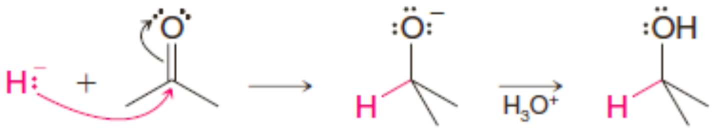


ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់ដោយប្រើរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ៖

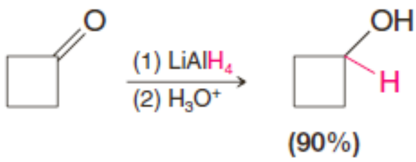


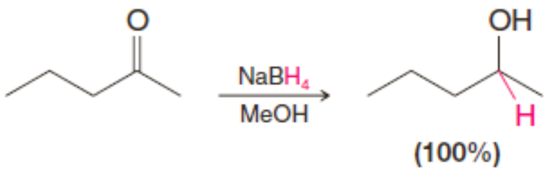
2. ប្រតិកម្មបូកអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួ

ប្រតិកម្មទូទៅ



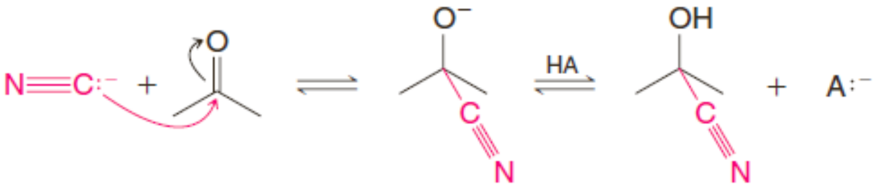
ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់ដោយប្រើលោហៈអ៊ីដ្រួ



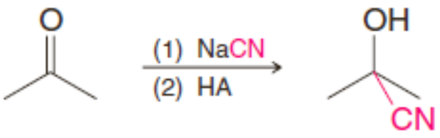


3. ប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនស្យានួ

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



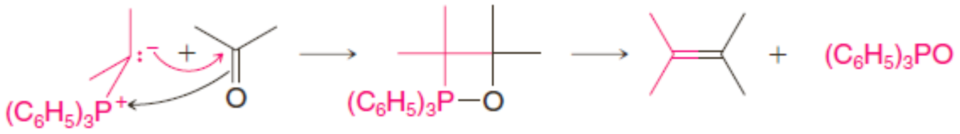
ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់៖



អាសេតូនស្យាណូអ៊ីឌ្រីន

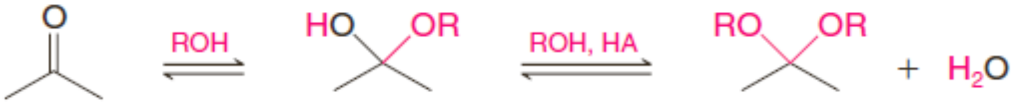
4. ប្រតិកម្មរបស់អ៊ីលួ

ប្រតិកម្ម Wittig



5. ប្រតិកម្មបូកអាល់កុល

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

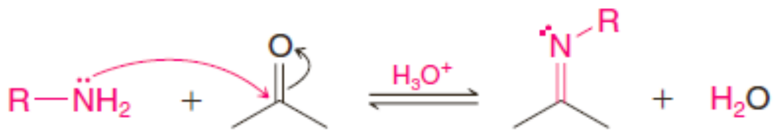


អេមីអាសេតាល់ អាសេតាល់

ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់៖

6. ប្រតិកម្មបូកនៃស្រលាយអាម៉ូញាក់

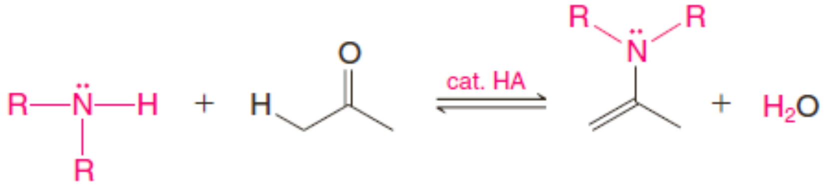
អ៊ីមីន៖



អាមីន 1^0 អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន អ៊ីមីន

(អ៊ីសូមែរ E និង Z)

អែណាមីន៖



អាមីន 2^0 អែណាមីន

(((((())))))

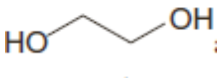
លំហាត់មេរៀនទី១៦

ប្រតិកម្ម និងការហៅឈ្មោះ

១. ចូរឱ្យទម្រង់ និងឈ្មោះមួយទៀតរបស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត
b. អាសេតាល់ដេអ៊ីត
c. ផេនីលអាសេតាល់ដេអ៊ីត
d. អាសេតូន
e. អេទីលមេទីលសេតូន
f. អាសេតូផេណូន
g. បង់សូផេនូន
h. សាលីស៊ីឡាល់ដេអ៊ីត
i. វ៉ានីលីន
j. ឌីអេទីលសេតូន
k. អេទីលអ៊ីសូប្រូពីលសេតូន
l. ឌីអ៊ីសូប្រូពីលសេតូន
m. ឌីប៊ុយទីលសេតូន
n. ឌីប្រូពីលសេតូន
o. ស៊ីណាម៉ាល់ដេអ៊ីត

២. ចូរឱ្យរូបមន្តរបស់ផលិតផលដែលទទួលបាន នៅពេលប្រូប៉ាណាល់មានប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបខាងក្រោម៖

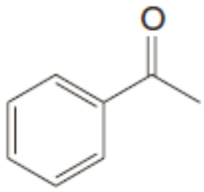
a. $NaBH_4$ ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក $NaOH$
b. C_6H_5MgBr បន្ទាប់មក H_3O^+
c. $LiAlH_4$ បន្ទាប់មក H_2O
d. Ag_2O, HO^-
e. $(C_6H_5)_3P^+\text{-}CH_2\!:^-$
f. H_2 និង Pt
g.  និង HA
h. $CH_3\ddot{C}^-{-}\overset{+}{P}(C_6H_5)_3$
i. $Ag(NH_3)_2^+$
j. អ៊ីដ្រុកស៊ីលឡាមីន
k. ផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីន
l. $KMnO_4$ រាវត្រជាក់
m. , HA

n. , HA, បន្ទាប់មកនីកែល Raney

o. *m*CPBA

៣. ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មរបស់សេតូនជាមួយរ៉េអាក់ទីបនីមួយៗក្នុងលំហាត់ទី២។

៤. តើផលិតផលដែលអាចទទួលបាននៅពេលអាសេតូផេណូនប្រតិកម្មក្នុងល័ក្ខខ័ណ្ឌដូចខាងក្រោម?



អាសេតូផេណូន

(a) $\xrightarrow[H_2SO_4]{HNO_3}$

(b) $\xrightarrow{C_6H_5NHNH_2,\ HA}$

(c) $\xrightarrow{H_2\ddot{C}^{-}-\overset{+}{P}(C_6H_5)_3}$

(d) $\xrightarrow[CH_3OH]{NaBH_4}$

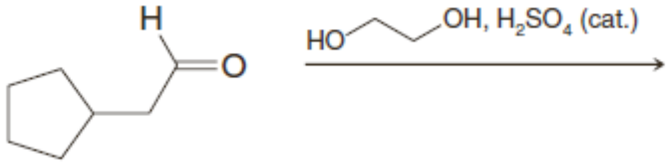
(e) $\xrightarrow[(2)\ NH_4Cl]{(1)\ C_6H_5MgBr}$

(f) $\xrightarrow[\Delta]{NH_2NH_2,\ HO^-}$

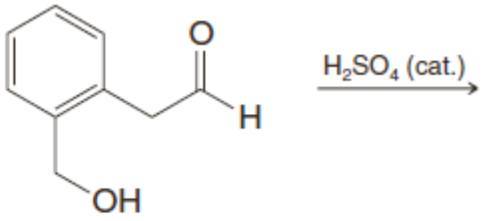
(g) $\xrightarrow{mCPBA}$

៥. ចូរឱ្យផលិតផលសរីរាង្គរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

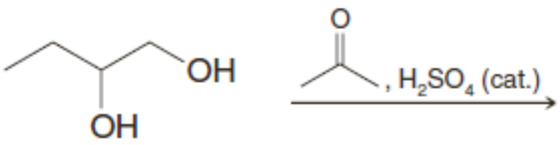
(a)



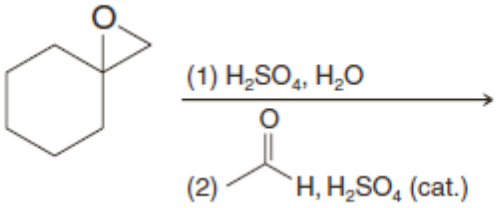
(b)



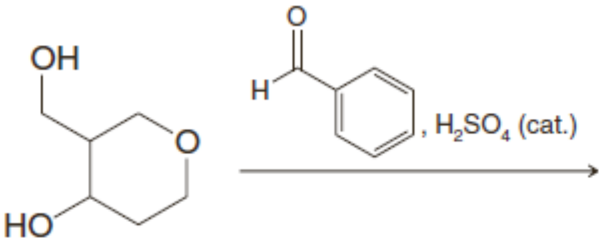
(c)



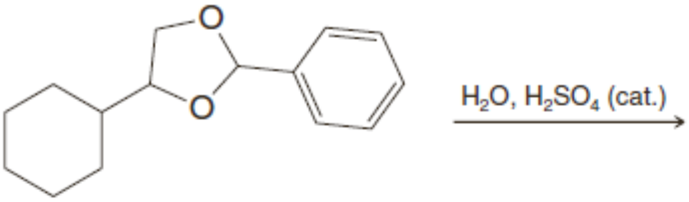
(d)



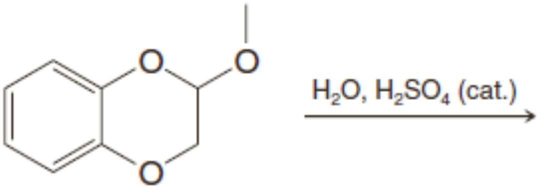
(e)



(f)

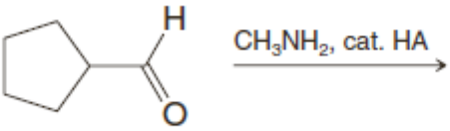


(g)

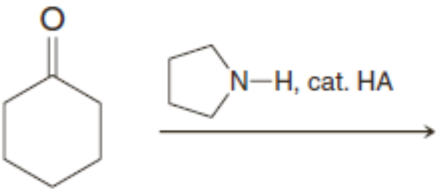


៦. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

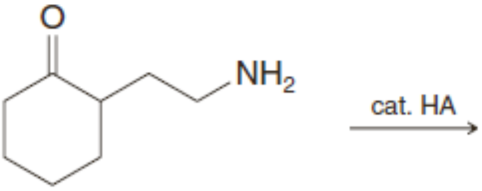
(a)



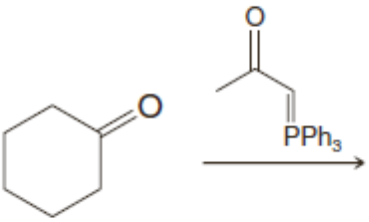
(b)



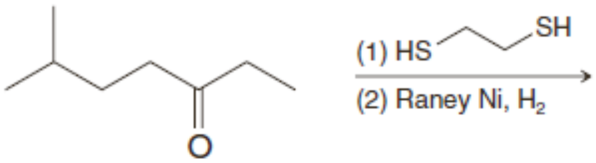
(c)



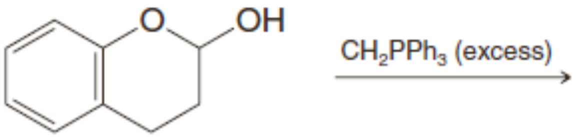
(d)



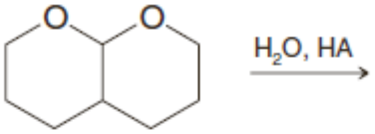
(e)



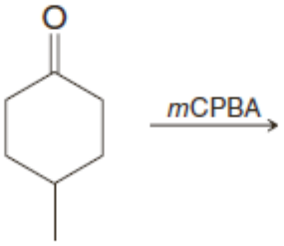
(f)



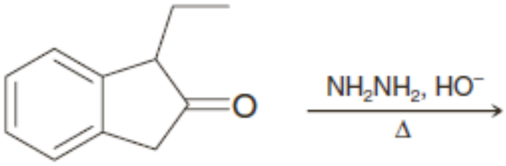
(g)



(h)

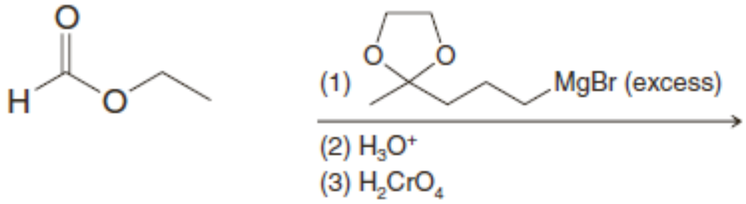


(i)

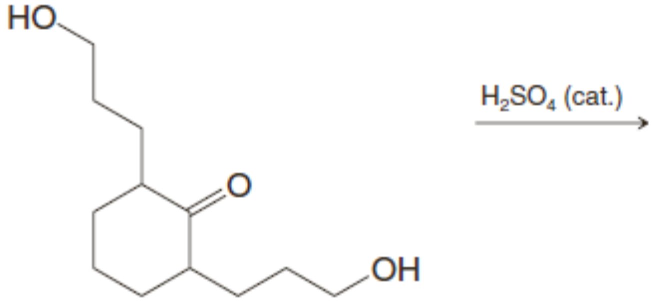


៧. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

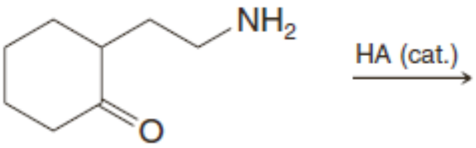
(a)



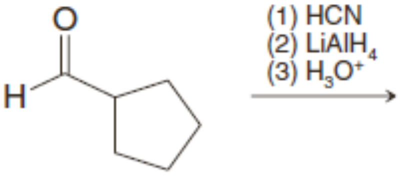
(b)



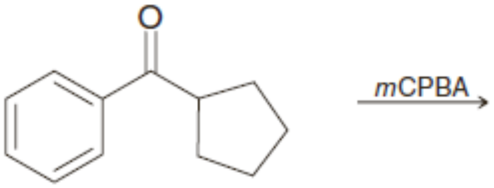
(c)



(d)

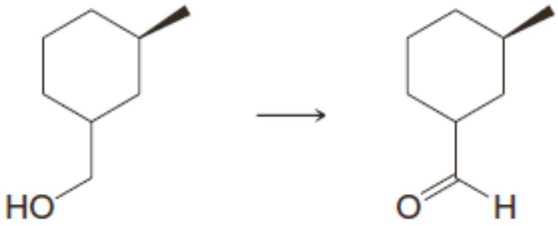


(e)

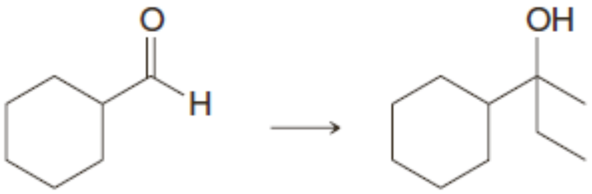


៨. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការដើម្បីសម្រេចការបម្លែងប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

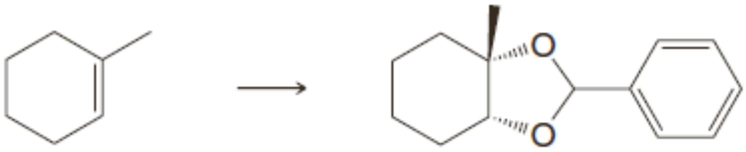
(a)



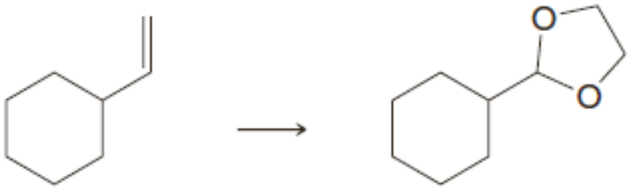
(b)



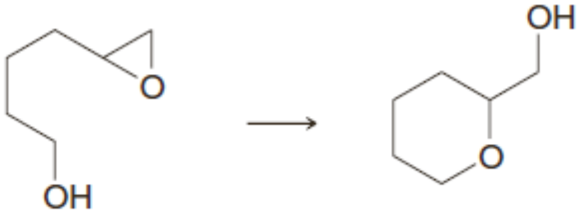
(c)



(d)



(e)



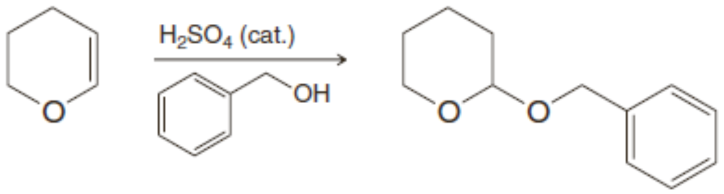
(f)

(g)

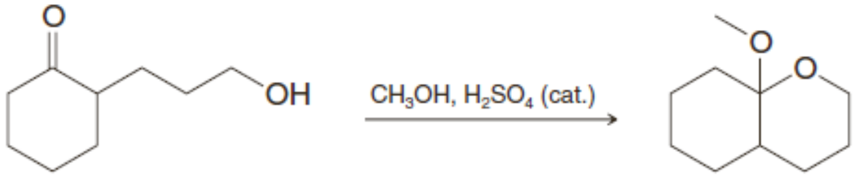
(h)

៩. ចូរសរសេរចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

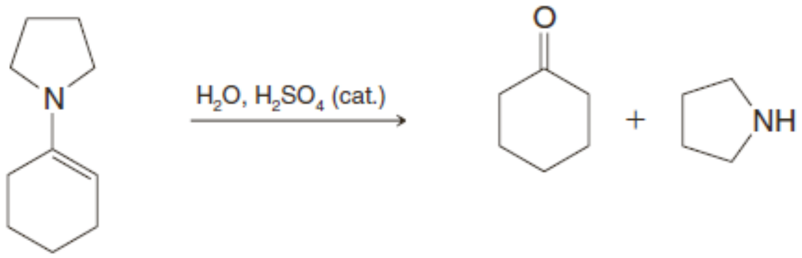
(a)



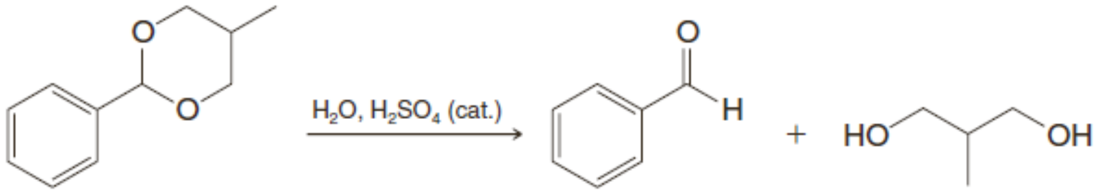
(b)



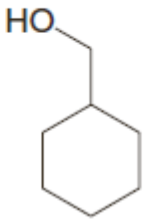
(c)

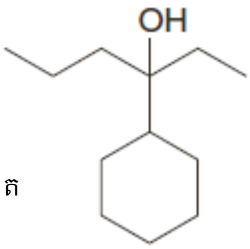


(d)



១០. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការដើម្បីសំយោគខាងក្រោម៖

ផ្តើមពី 

និងបង្កើត 

ការសំយោគ

១១. ចូរសំយោគផេនីលប្រូពីលសេតូនពីបង់សែន និងរ៉េអាក់ទីបចាំបាច់ផ្សេងទៀត។

១២. ចូរឱ្យវិធីសាស្ត្រពីរសម្រាប់បម្លែងផេនីលប្រូពីលសេតូនទៅជាប៊ុយទីលបង់សែន។

១៣. ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចបម្លែងបង់សាល់ដេអ៊ីតទៅជាសមាសធាតុខាងក្រោម។ អ្នកអាច ប្រើរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការ ហើយអ្នកអាចប្រើច្រើនដំណាក់កាល។

a. បង់ស៊ីលអាល់កុល
b. អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច
c. បង់សូអ៊ីលក្លរួ
d. បង់សូផេណូន
e. 1-ផេនីលអេតាណុល
f. 3-មេទីល-1-ផេនីល-1-ប៊ុយតាណុល
g. បង់ស៊ីលប្រូមួ

h. តូលុយអែន

i. $C_6H_5CH(OCH_3)_2$

j. $C_6H_5CH^{18}O$

k. C_6H_5CHDOH

l. $C_6H_5CH(OH)CN$

m. $C_6H_5CH{=}NOH$

n. $C_6H_5CH{=}NNHC_6H_5$

o. $C_6H_5CH{=}CHCH{=}CH_2$

១៤. ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអេទីលផេនីលសេតូន ($C_6H_5COCH_2CH_3$) អាចត្រូវបានសំយោគពីសមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. បង់ស៊ីលអាល់កុល

b. អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច

c. ផេនីលអេទីន

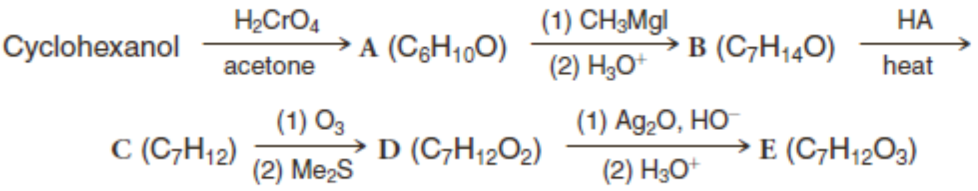
d. ផេនីលអេតែន (ស្ទីរ៉ែន)

e. $C_6H_5CO_2CH_3$

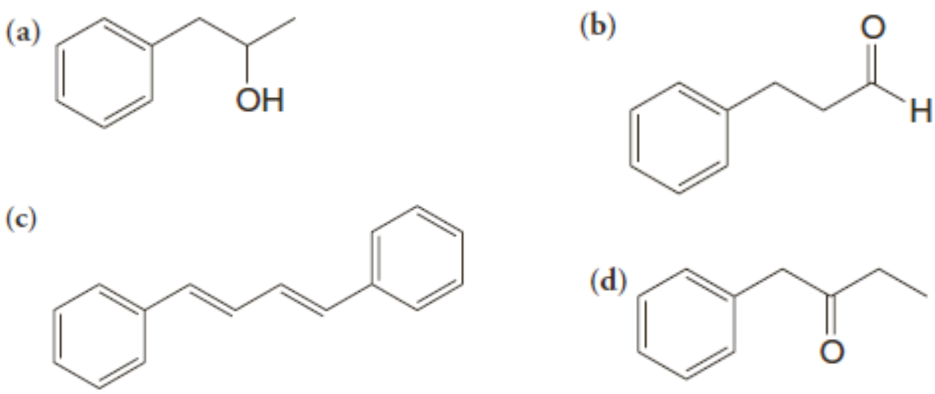
f. $C_6H_5C{\equiv}N$

ការទាញរកទម្រង់

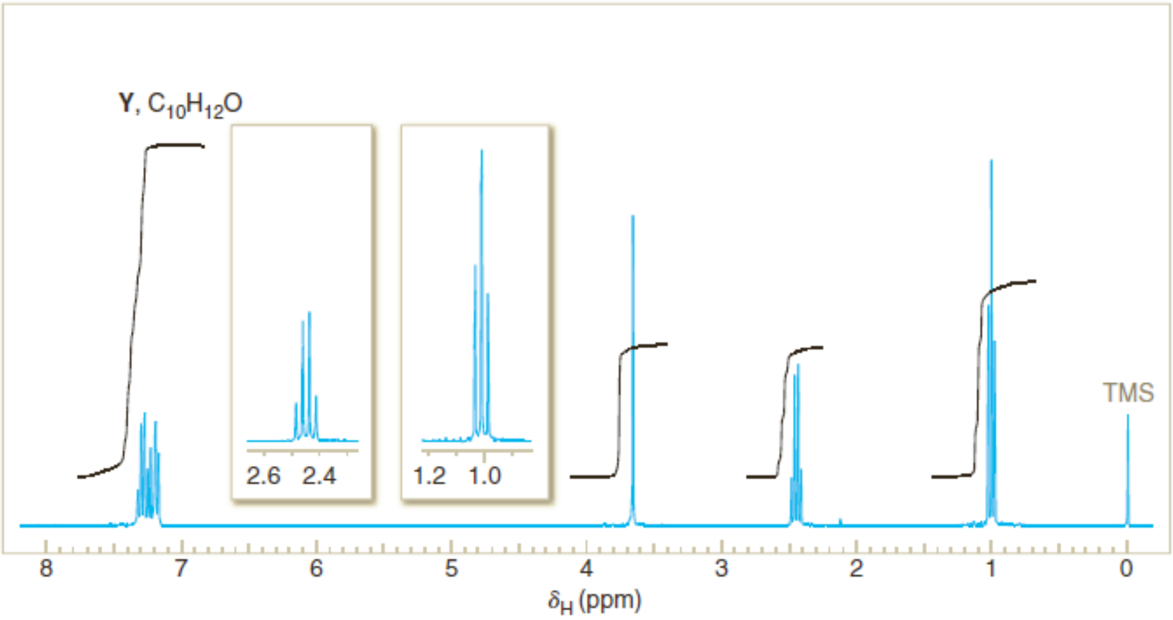
១៥. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុពី A ទៅ E



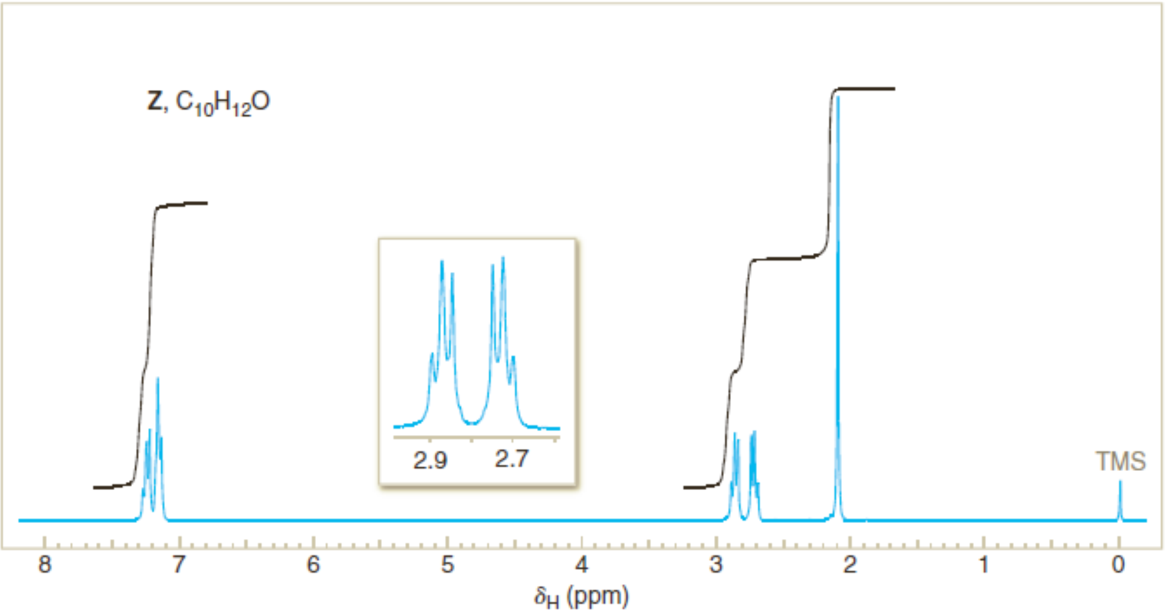
១៦. ដោយចាប់ផ្តើមពីបង់ស៊ីលប្រូមួ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖



១៧. សមាសធាតុ Y និង Z ជាអ៊ីសូមែរដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុល $C_{10}H_{22}O$។ ស្ប៉ិច IR របស់សមាស ធាតុនីមួយៗបង្ហាញបង់សម្រូបខ្លាំងក្បែរ $1710cm^{-1}$។ ស្ប៉ិច ^1H NMR របស់ Y និង Z ត្រូវបាន បង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់ Y និង Z។



Y, $C_{10}H_{12}O$
2.6 2.4
1.2 1.0
TMS
8 7 6 5 4 3 2 1 0
δ_H (ppm)



Z, $C_{10}H_{12}O$
2.9 2.7
TMS
8 7 6 5 4 3 2 1 0
δ_H (ppm)

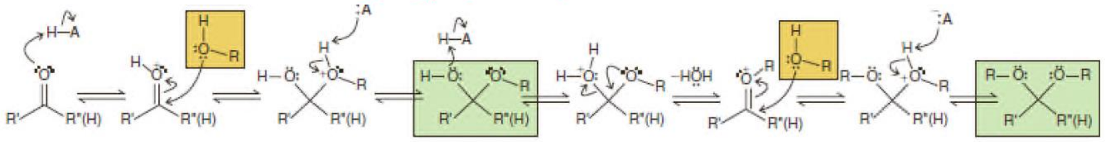
ψψψψψψψψ

សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម

អាសេតាល់ អ៊ីមីន និងអេណាមីនៈ ចលនការរួមក្នុងការកកើតដោយកាតាលីករអាស៊ីតពីអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

ដំណាក់កាលជាច្រើនស្ទើរតែដូចគ្នាក្នុងប្រតិកម្មកាតាលីករអាស៊ីតនៃអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជាមួយអាល់កុល និងអាមីន។ ប្រៀបធៀបចលនការតាមទិសឈរ ដើម្បីឱ្យឃើញភាពស្រដៀងគ្នា និងភាពខុសគ្នា។ កត់សម្គាល់ភាពខុសគ្នាក្នុងការប្រណាំងប្រជែងនៃចលនការប្រភេទនីមួយៗរបស់ផលិតផល។

១. ការកកើតអេមីអាសេតាល់ និងអាសេតាល់ ៖ ប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុល

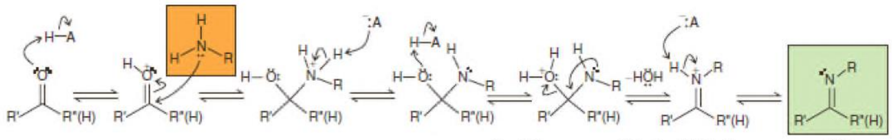


អេមីអាសេតាល់

ក្នុងការកកើតអាសេតាល់អ៊ីយ៉ុងអុកសូនីញ៉ូមត្រូវ បានប្រយុទ្ធដោយ ម៉ូលេគុលអាល់កុលទី២

អាសេតាល់

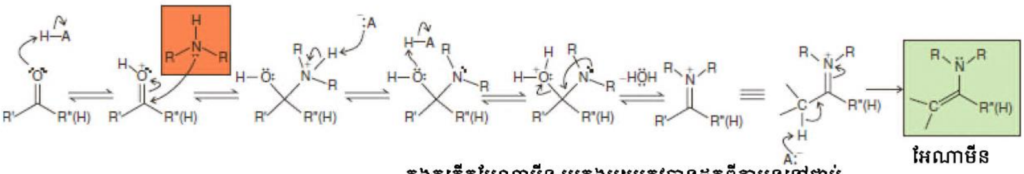
២. ការកកើតអ៊ីមីនៈ ប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់



ក្នុងការកកើតអ៊ីមីន ប្រូតុងលើអ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីនីញ៉ូម ដំបូងត្រូវបានបោះបង់បង្កើតអ៊ីមីនស្ថេរភាព

អ៊ីមីន

៣. ការកកើតអេណាមីនៈ ប្រតិកម្មជាមួយអាមីន2[0]



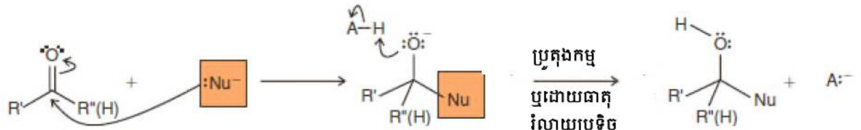
ក្នុងកកើតអេណាមីន ប្រូតុងមួយត្រូវបានដកពីកាបូននៅជាប់ មួយទៅកាបូនអ៊ីមីនីញ៉ូម (ពីព្រោះគ្មានប្រូតុងលើអាសូតទេ)

អេណាមីន

សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម

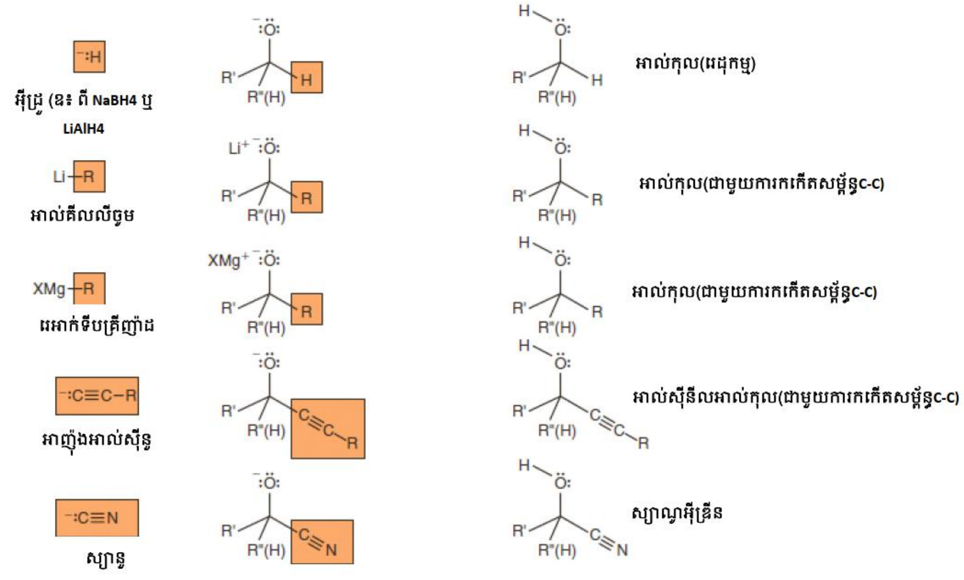
ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌបាស

ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលទូទៅលើអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន



អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន

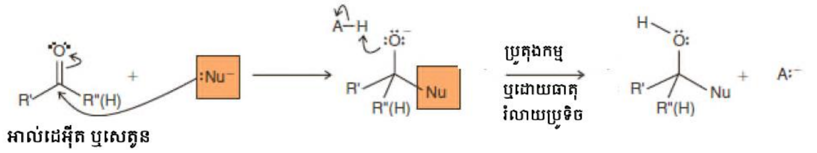
ឧទាហរណ៍



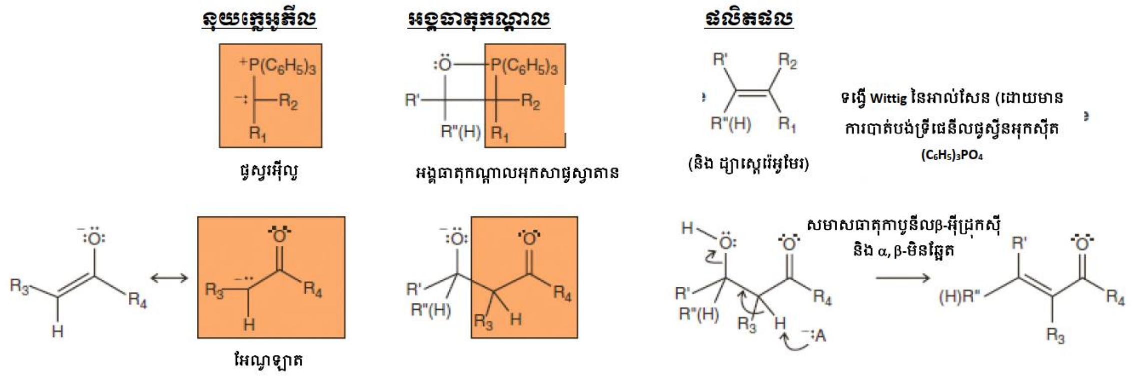
សង្ខេបចលនការប្រតិកម្ម

ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌបាស

ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលទូទៅលើអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន



ឧទាហរណ៍ (ត)



ខ្សែសំយោគ

ខ្សែសំយោគខ្លះរបស់អាល់ដេអ៊ីត សេតូន និងក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងទៀត

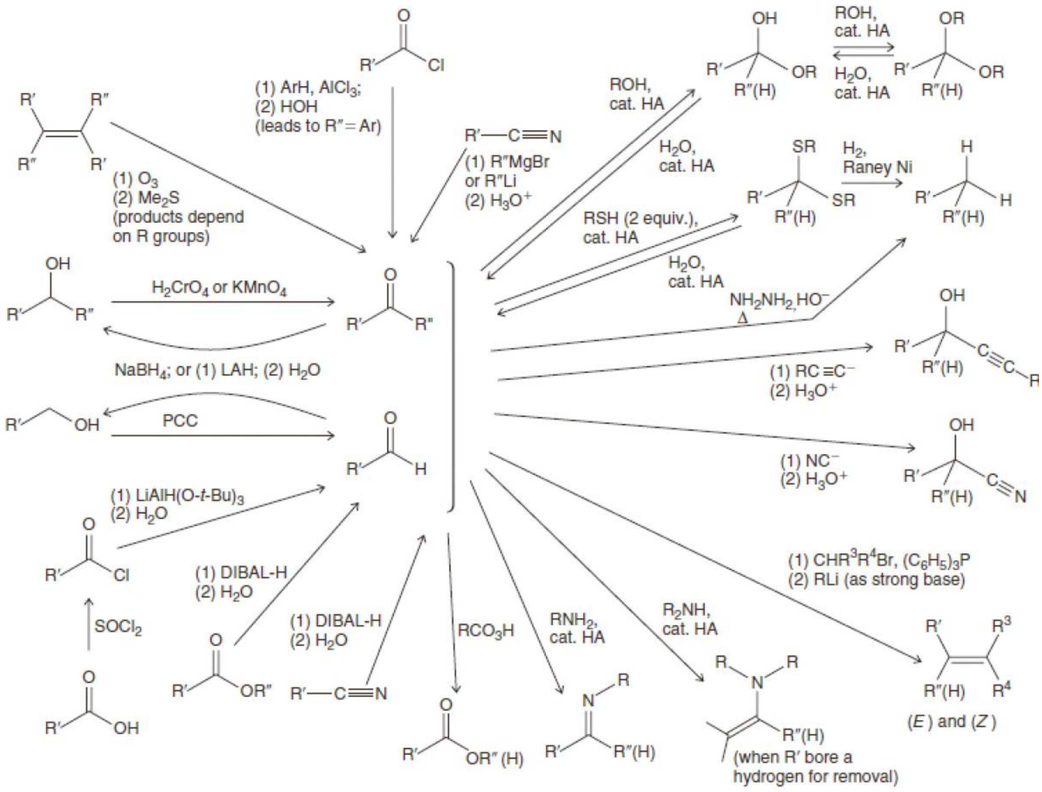
តាមទិសនាឡិកាពីផ្នែកកណ្ដាលខាងក្រោម

១. ទង្វើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន៖

- រេដុកម្មនីទ្រីល អេស្ទែរ អាស៊ីលអាឡូសែនូ
- អុកស៊ីតកម្មអាល់កុល
- អូសូណូលីស
- អាស៊ីលកម្ម Friedel-Crafts
- គ្រីញ៉ាដជាមួយនីទ្រីល
- អ៊ីដ្រូលីសអាសេតាល់ និងអេមីអាសេតាល់

១. ប្រតិកម្មរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន៖

- បង្កើតសេតាល់ និងអេមីសេតាល់
- បង្កើតត្យូអាសេតាល់ និងរេដុកម្ម
- ប្រតិកម្ម Wolff-Kishner
- បូកអាញ៉ុងអាល់ស៊ីនូ
- បូកនីទ្រីល (បង្កើត ស្យាណូអ៊ីឌ្រីន)
- សំយោគអេណាមីន
- អុកស៊ីតកម្ម Baeyer-Villiger
- សំយោគអ៊ីមីន
- រេដុកម្មអាល់កុល



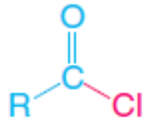
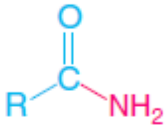
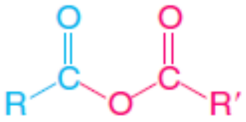
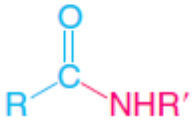
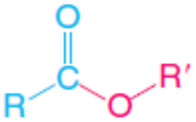
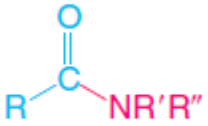
មេរៀនទី១៧

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វា

១. សេចក្តីផ្តើម

ក្រុមកាបុកស៊ីល (-CO_2H ឬ -COOH) ជាក្រុមបង្គុំនាទីក្នុងគីមី និងគីមីជីវៈ។ មិនមែនត្រឹមតែអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានសារសំខាន់នោះទេ ក្រុមកាបុកស៊ីលជាក្រុមមេនៃស្រលាយសមាសធាតុជាច្រើនដែលគេហៅថា**សមាសធាតុអាស៊ីលឬស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច** ដូចដែលបង្ហាញក្នុងតារាង១៧.១ខាង ក្រោម។

តារាង១៧.១ ស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

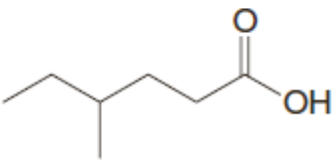
ទម្រង់	ឈ្មោះ	ទម្រង់	ឈ្មោះ
	អាស៊ីលក្លរ		អាមីត
	អាស៊ីតអានីឌ្រីត		
	អេស្ទែរ		
	នីទ្រីល		

២. ការហៅឈ្មោះ និងលក្ខណៈរូប

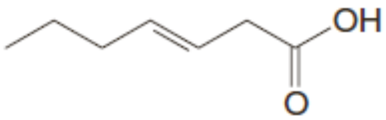
២.១ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

- ឈ្មោះជំនួសនិងឈ្មោះជាប្រព័ន្ធរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចបានមកពីការលុបពាក្យខាងចុង**អាន**របស់ឈ្មោះអាល់កានដែលត្រូវគ្នាទៅនឹងខ្សែវែងជាងក្នុងអាស៊ីត ហើយជំនួសដោយពាក្យ**អូអ៊ិច**។ អាតូមកាបូនកាបុកស៊ីលត្រូវបានគេបង់លេខ1។

ឧទាហរណ៍៖



អាស៊ីត 4-មេទិលអ៊ិចសាណូអ៊ិច



អាស៊ីត (E)-3-អ៊ិបតែណូអ៊ិច
ឬ អាស៊ីត (E)-អ៊ិប-3-អែណូអ៊ិច

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយចំនួនមានឈ្មោះធម្មតាដែលបានមកពីភាសាឡាតាំង ឬភាសាក្រិចដែលបញ្ជាក់អំពីប្រភពរបស់ពួកវា។ អាស៊ីតមេតាណូអ៊ិចត្រូវបានគេហៅថាអាស៊ីតផរមិច (ភាសាឡាតាំង៖ formica =ស្រមោច)។ អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិចត្រូវបានគេហៅថា អាស៊ីតអាសេទិច (ភាសាឡាតាំង៖ acetum=ទឹកខ្មេះ)

។ អាស៊ីតប៊ុយតាណូអ៊ិចជាសមាសធាតុមួយដែលធ្វើឱ្យមានក្លិនរបស់ប័រឡើងខា ដូចនេះឈ្មោះធម្មតារបស់វាគឺអាស៊ីតប៊ុយទីរិច (ភាសាឡាតាំង៖ Butyrum= ប័រ)។ អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច កើតឡើងក្នុងស្មៅម្យ៉ាងហៅថាវ៉ាឡេរីច (valeric) ដូចនេះវាមានឈ្មោះអាស៊ីតវ៉ាឡេរីច។ អាស៊ីតអិចសាណូអ៊ិចជាសមាសធាតុមួយដែលធ្វើឱ្យពពែមានក្លិន ដូចនេះឈ្មោះធម្មតារបស់វាត្រូវបានហៅថា អាស៊ីតកាប្រូអ៊ិច (ឡាតាំង៖Caper=ពពែ)។ អាស៊ីតអុកតាដេកាណូអ៊ិចមានឈ្មោះធម្មតាជា អាស៊ីតស្តេអារិចបានមកពីពាក្យក្រិច stear មានន័យថាខ្លាញ់។

ឈ្មោះធម្មតាទាំងនេះត្រូវបានប្រើតាំងពីយូរយាណាស់មកហើយ ហើយខ្លះនៅតែត្រូវបានប្រើដដែល ដូចនេះវាមានប្រយោជន៍ដែលត្រូវស្គាល់វា។ ក្នុងសៀវភៅនេះ យើងនឹងប្រើពាក្យអាស៊ីតសផរមិចជំនួសឱ្យអាស៊ីតមេតាណូអ៊ិច និងអាស៊ីតអាសេទិចជំនួសឱ្យអាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច។ ប៉ុន្តែ ចំពោះសមាសធាតុភាគច្រើនផ្សេងទៀត យើងនឹងប្រើឈ្មោះជំនួស ឬឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធ IUPAC។

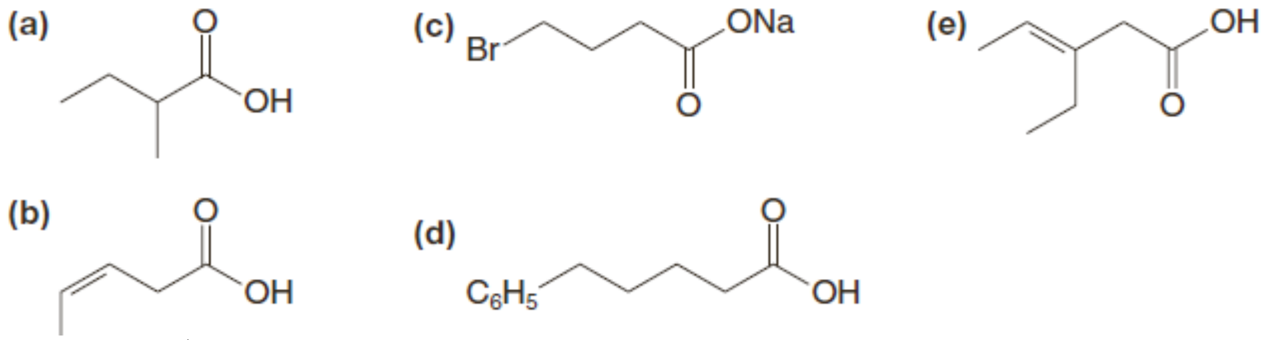
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាសមាសធាតុប៉ូលែ។ ម៉ូលេគុលរបស់ពួកវាអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយគ្នា និងជាមួយទឹក។ ដូចនេះជាទូទៅ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាប ហើយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចម៉ាសម៉ូលេគុលទាបមានកម្រិតរលាយល្អក្នុងទឹក។ នៅពេលខ្សែកាបូនកាន់តែវែង កម្រិតរលាយក្នុងទឹកកាន់តែថយចុះ។

២.២ អំបិលកាបុកស៊ីឡាត

អំបិលរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចត្រូវបានគេហៅឈ្មោះថា*អាត* ទាំងក្នុងឈ្មោះធម្មតា និងឈ្មោះ IUPACដែលពាក្យ**អាត**ជំនួសឱ្យពាក្យ**អាស៊ីត....អ៊ិច**។ ឈ្មោះរបស់កាចុងត្រូវដាក់ពីមុខអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត ដូចនេះCH_3CO_2Na ត្រូវបានគេហៅថាសូដ្យូមអាសេតាត ឬសូដ្យូមអេតាណូអាត។

អំបិលសូដ្យូម និងប៉ូតាស្យូមរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរលាយក្នុងទឹកទាំងស្រុង ទោះបីជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចខ្សែវែងក៏រលាយក្នុងទឹកដែរ។ អំបិលសូដ្យូម ឬប៉ូតាស្យូមរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចខ្សែវែងជាគ្រឿងផ្សំសំខាន់របស់សាប៊ូ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១ ៖ ចូរឱ្យឈ្មោះរបស់សមាសធាតុខាងក្រោមតាមប្រព័ន្ធIUPAC។



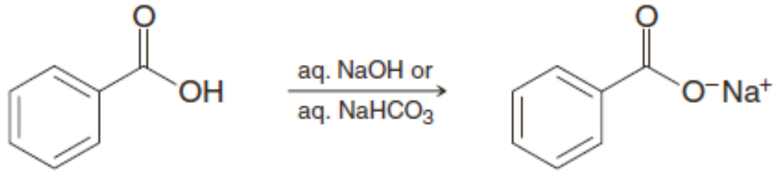
លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.២ ៖ ការពិសោធបង្ហាញថាម៉ាសម៉ូលេគុលរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក្នុងផាសចំហាយ (លើចំណុចរំពុះ) ប្រហែល120។ ចូរពន្យល់អំពីមូលហេតុនៃទិន្នន័យពិសោធន៍ដោយប្រៀបធៀបជាមួយទិន្នន័យពិតដែលមានតែ 60។

២.៣ កម្លាំងអាស៊ីតរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនជួសស្មើរតែទាំងអស់មានតម្លៃ K_a ក្នុងចន្លោះ 10^{-4}-10^{-5} (pKa=4-5) ។ pKa របស់ទឹកគឺ16 ហើយ pKa របស់H_2CO_3 គឺ 7។ កម្លាំងអាស៊ីតទាំងនេះមានន័យថា អាស៊ីតអាចមានប្រតិកម្ម

ជាមួយសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត និងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាតបង្កើតអំបិលសូដ្យូមរលាយក្នុងទឹក។ ដូចនេះ យើងអាចប្រើតេស្តកម្រិតរលាយដើម្បីញែកអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនរលាយក្នុងទឹកពីផេណុល និង អាល់កុល មិនរលាយក្នុង។

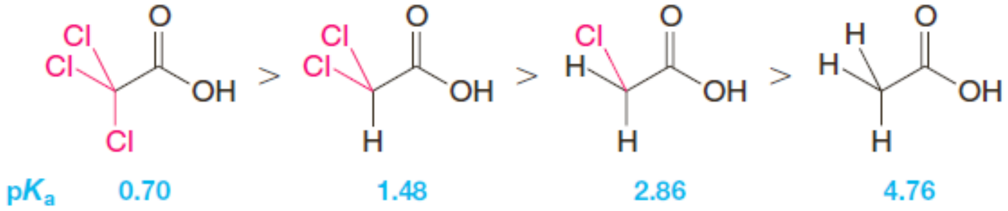
- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនរលាយក្នុងទឹករលាយទាំងក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬ សូលុយស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត។



អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច (មិនរលាយក្នុងទឹក) **សូដ្យូមបង់សូអាត (រលាយក្នុងទឹក)**

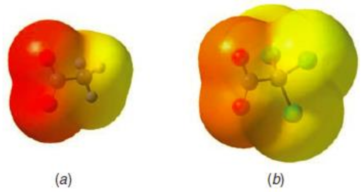
- ផេណុលមិនរលាយក្នុងទឹករលាយក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត (លើកលែងតែនីត្រូផេណុល) ប៉ុន្តែមិនរលាយក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាតទេ។
- អាល់កុលមិនរលាយក្នុងទឹកមិនរលាយទាំងក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត និងសូលុយស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត។

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងមានកម្លាំងអាស៊ីតខ្លាំងជាអាស៊ីតមិនឆ្អែត។ ឧទាហរណ៍ អាស៊ីតក្លរ៉ូអាសេទិចបង្ហាញលំដាប់នៃកម្លាំងអាស៊ីតខាងក្រោម៖



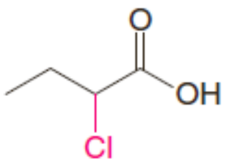
ដូចដែលយើងបានឃើញក្នុងមេរៀនទី៣ឥទ្ធិពលបង្កើនកម្លាំងអាស៊ីតរបស់ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងបានមកពីការផ្តួបគ្នារវាងផលអាំងឌុចទីវ និងផលអង់ត្រូពី។ យើងអាចឃើញភាពមិនដោកន្លែងនៃបន្ទុកតាមផលអាំងឌុចទីវ នៅពេលយើងប្រៀបធៀបគំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតរបស់អាស៊ីតអាសេទិច និងទ្រីក្លរ៉ូអាសេទិចក្នុងរូប១៧.១។ គំរូទាំងនេះបង្ហាញបន្ទុកអវិជ្ជមានមានទីតាំងក្បែរក្រុមកាបុកស៊ីលអាសេតាតជាងក្រុមកាបុកស៊ីលទ្រីក្លរ៉ូអាសេតាត។ ការមិនដោកន្លែងនៃបន្ទុកអវិជ្ជមានក្នុងទ្រីក្លរ៉ូ អាសេតាតដោយផលទាញអេឡិចត្រុងរបស់អាតូមក្លរទាំងបីរបស់វា ធ្វើឱ្យកម្លាំងអាស៊ីតខ្លាំងជាងអាស៊ីត អាសេទិច។

- ជាទូទៅ មានភាពមិនដោកន្លែងនៃបន្ទុកកាន់តែច្រើនក្នុងបាសឆ្លាស់ អាញ៉ុងកាន់តែមានស្ថេរភាព ហើយ អាស៊ីតកាន់តែខ្លាំង។



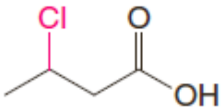
រូប១៧.១៖ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតរបស់ (a) អាស៊ីតអាសេទិច (b) អាស៊ីតទ្រីក្លរ៉ូអាសេទិច។

ដោយសារតែផលអាំងឌុចទីវមិនត្រូវបានដាលយ៉ាងមានប្រសិទ្ធភាពតាមសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ផល បង្កើនកម្លាំងអាស៊ីតថយចុះនៅពេលចម្ងាយរវាងក្រុមទាញអេឡិចត្រុង និងក្រុមកាបុកស៊ីលកើនឡើង។ ក្នុងចំណោមអាស៊ីតក្លរ៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិចខាងក្រោមអាស៊ីតដែលខ្លាំងជាងគេគឺអាស៊ីត 2-ក្លរ៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិច៖



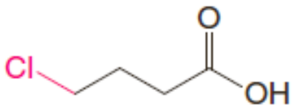
អាស៊ីត2-ក្លរ៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិច

pKa=2.85



អាស៊ីត3-ក្លរ៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិច

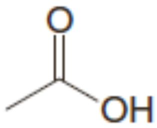
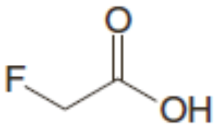
pKa=4.05

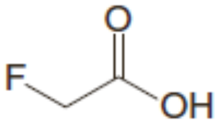
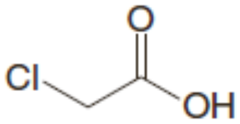


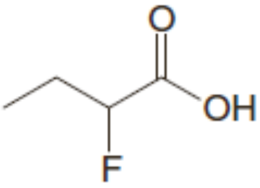
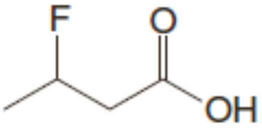
អាស៊ីត4-ក្លរ៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិច

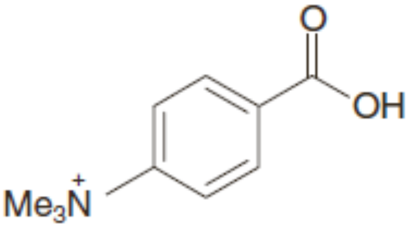
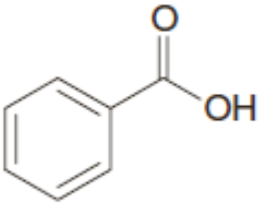
pKa=4.50

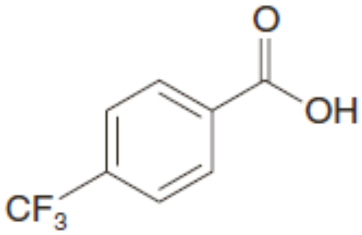
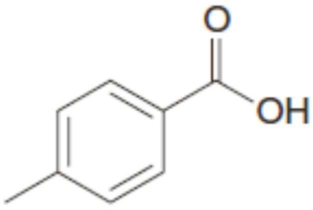
លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៣៖ តើអាស៊ីតមួយណាខ្លាំងជាង ក្នុងចំណោមគូអាស៊ីតខាងក្រោម៖

(a)  ឬ 

(b)  ឬ 

(c)  ឬ 

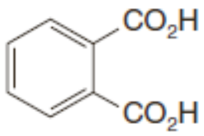
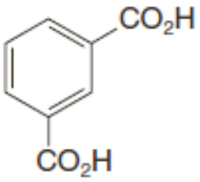
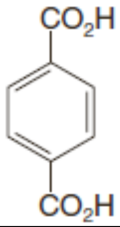
(d)  ឬ 

(e)  ឬ 

២.៤ អាស៊ីតឌីកាបុកស៊ីលិច

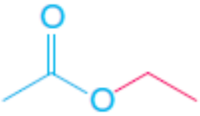
អាស៊ីតឌីកាបុកស៊ីលិចត្រូវបានហៅឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធ IUPAC ថា **អាស៊ីតអាល់កានឌីអូអ៊ិច**។ អាស៊ីតឌី កាបុកស៊ីលិចងាយស្ទើរតែទាំងអស់មានឈ្មោះធម្មតា (តារាង១៧.២)។

តារាង១៧.២ ស្រឡាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

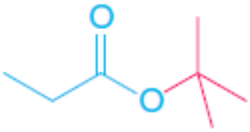
ទម្រង់	ឈ្មោះធម្មតា	m.p (°C)	pKa (25°C)	
			pKa1	pKa2
$HO_2C - CO_2H$	អាស៊ីតអុកសាលិច	189	1.2	4.2
$HO_2CCH_2CO_2H$	អាស៊ីតម៉ាឡូអ៊ិច	136	2.9	5.7
$HO_2C(CH_2)_2CO_2H$	អាស៊ីតស៊ុយស៊ីនិច	187	4.2	5.6
$HO_2C(CH_2)_3CO_2H$	អាស៊ីតគ្លុយតារិច	98	4.3	5.4
$HO_2C(CH_2)_4CO_2H$	អាស៊ីតអាឌីពិច	153	4.4	5.6
ស៊ីស-HO_2C-CH=CH-CO_2H	អាស៊ីតម៉ាឡេអ៊ិច	131	1.9	6.1
ត្រង់-HO_2C-CH=CH-CO_2H	អាស៊ីតផូម៉ារិច	287	3.0	4.4
	អាស៊ីតផ្តាលិច	206-208	2.9	5.4
	អាស៊ីតអ៊ីសូផ្តាលិច	345-348	3.5	4.6
	អាស៊ីតតេរេផ្តាលិច	រំហើរ	3.5	4.8

២.៥ អេស្ទែរ

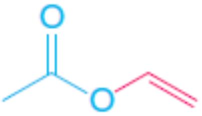
ឈ្មោះរបស់អេស្ទែរទទួលបានពីឈ្មោះរបស់អាល់កុល (បញ្ចប់ដោយ**អ៊ីល**) និងឈ្មោះរបស់អាស៊ីត (បញ្ចប់ដោយ**អាត** ឬ **អូអាត**)។ គេតែងសរសេរឈ្មោះដែលបានពីអាល់កុលមុន៖



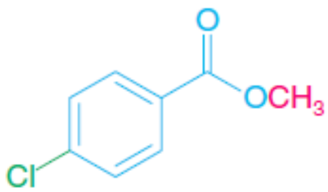
អេទីលអាសេតាត
ឬ អេទីលអេតាណូអាត

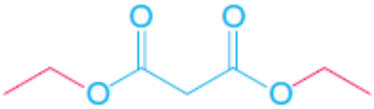


ទែរ-ប៊ុយទីលប្រូប៉ាណូអាត



វីនីលអាសេតាត
ឬ អេតែនីលអេតាណូអាត

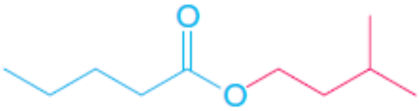




មេទីលp-ក្លរ៉ូបង់សូអាត　　　　ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត

អេស្ទែរជាសមាសធាតុប៉ូលែ ប៉ុន្តែដោយកង្វះអ៊ីដ្រូសែនលើអុកស៊ីសែន ម៉ូលេគុលមិនអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយគ្នាទេ។ ដូចនេះ អេស្ទែរមានចំណុចរំពុះទាបជាងអាស៊ីត និងអាល់កុលបើម៉ាសម៉ូលេគុលប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ ចំណុចរំពុះរបស់អេស្ទែរប្រហាក់ប្រហែលនឹងចំណុចរំពុះរបស់អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន។

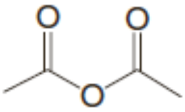
មិនដូចអាស៊ីតម៉ាសម៉ូលេគុលទាបទេ អេស្ទែរតែងតែមានក្លិនក្រអូប ខ្លះមានក្លិនដូចផ្លែឈើ ហើយពួកវាត្រូវបានប្រកើការផលិតផលរសជាតិសំយោគ៖



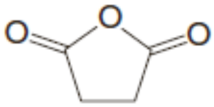
អ៊ីសូប៉ង់ទីអាសេត (ប្រើសម្រាប់បង្កើតរសជាតិចេក)　　　　អ៊ីសូប៉ង់ទីលប៉ង់តាណូអាត (ប្រើសម្រាប់បង្កើតរសជាតិប៉ោម)

២.៦ អានីទ្រីតកាបុកស៊ីលិច

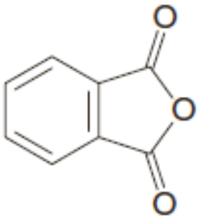
អានីទ្រីតស្ទើរតែទាំងអស់ត្រូវបានហៅឈ្មោះដោយលុបពាក្យ**អាស៊ីត** ពីឈ្មោះរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចហើយបន្ទាប់មកបន្ថែមពាក្យថា **អានីទ្រីត**៖



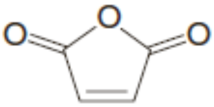
អានីទ្រីតអាសេទិច (អានីទ្រីតអេតាណូអ៊ិច) mp = -73^{0}C



អានីទ្រីតស៊ុយស៊ីនិច mp = 121^{0}C



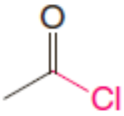
អានីទ្រីតផ្តាលិច mp=131^{0}C



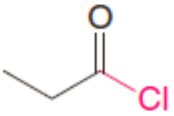
អានីទ្រីតម៉ាឡេអ៊ិច mp=53^{0}C

២.៧ អាស៊ីលក្លរួ

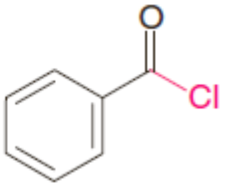
គេហៅអាស៊ីលក្លរួថា**អាស៊ីតក្លរួ**។ គេហៅឈ្មោះពួកវាដោយលុបពាក្យ **អាស៊ីត ...អ៊ិច**ពីឈ្មោះរបស់អាស៊ីត បន្ទាប់មកបន្ថែមពីល **-អ៊ីលក្លរួ**។ ឧទាហរណ៍៖



អាសេទីលក្លរួ ឬអេតាណូអ៊ីលក្លរួ mp =-112^{0}C , bp=51^{0}C



ប្រូប៉ាណូអ៊ីលក្លរួ mp=-94^{0}C, bp=80^{0}C

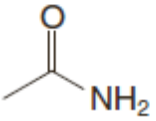


បង់សូអ៊ីលក្លរួ mp=-1^{0}C, bp=197^{0}C

អាស៊ីលក្លរួ និងអានីទ្រីតកាបុកស៊ីលិចមានចំណុចរំពុះក្នុងចន្លោះដូចគ្នានឹងអេស្ទែរ បើមានម៉ាសម៉ូលេគុលប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។

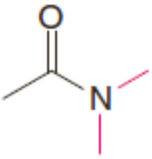
២.៨ អាមីត

អាមីតដែលគ្មានក្រុមជួសលើអាសូតត្រូវបានគេហៅឈ្មោះដោយលុប **អាស៊ីត...អ៊ិច** ចេញពីឈ្មោះធម្មតារបស់អាស៊ីត (ឬ **អាស៊ីត...អូអ៊ិច**ពីឈ្មោះជំនួស) ហើយដាក់ពាក្យថា **អាមីត**។ ក្រុមអាល់គីលនៅលើអាតូមអាសូតត្រូវបានគេហៅឈ្មោះជាក្រុមជួស ហើយក្រុមជួសទាំងនេះត្រូវបានដាក់ពីមុខដោយអក្សរ N- ឬ N,N-។ ឧទាហរណ៍៖



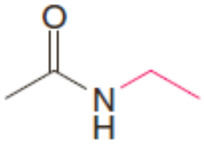
អាសេតាមីត (អេតាណាមីត)

mp=82^{0}C , bp=221^{0}C



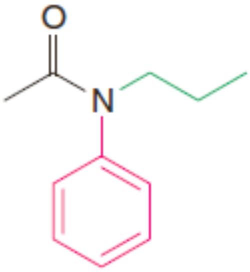
N,N-ឌីមេទីលអាសេតាមីត

mp=-20^{0}C , bp=166^{0}C



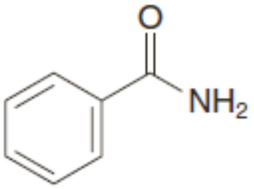
N-អេទីលអាសេតាមីត

bp=205^{0}C



N-ផេនីល-N-ប្រូពីលអាសេតាមីត

mp=49^{0}C , bp=226^{0}Cនៅ 712torr



បង់សាមីត

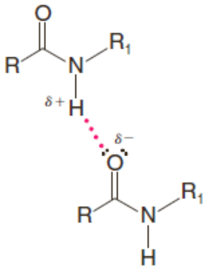
mp=130^{0}C , bp=290^{0}C

- អាមីតដែលមានអាតូមអាសូតចងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ ឬពីរអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងនឹងគ្នា។

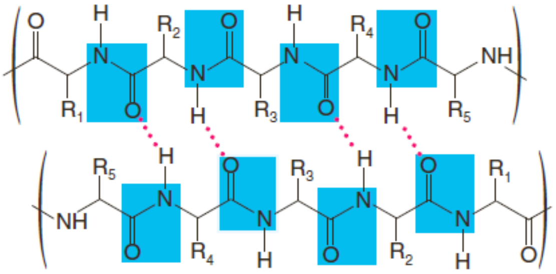
អាមីតមានចំណុចរំពុះ និងចំណុចរលាយខ្ពស់។ ម្យ៉ាងវិញទៀត ម៉ូលេគុលរបស់ អាមីតN,N-ឌីជំនួសមិនអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយគ្នា ពួកវាមានចំណុចរំពុះ និងចំណុចរលាយទាប។ ទិន្នន័យនៃចំណុចរំពុះ និងចំណុចរលាយដែលបានលើកឡើងខាងលើទៅអំពីទំនោរនេះ។

- ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងក្រុមអាមីតមានតួនាទីសំខាន់ក្នុងមធ្យោបាយដែលប្រូតេអ៊ីន និងប៉ិបទីតបត់បង្កើតជាទម្រង់របស់ពួកវា។

ប្រូតេអ៊ីន និងប៉ិបទីត(ប្រូតេអ៊ីនខ្លី) ជាប៉ូលីមែររបស់អាស៊ីតអាមីនេដែលចងសម្ព័ន្ធដោយក្រុមអាមីត។ ទម្រង់សំខាន់មួយនៃទម្រង់របស់ប្រូតេអ៊ីនជាច្រើនគឺទម្រង់បន្ទះβ (β sheet) ដូចបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



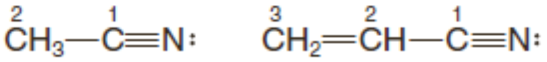
ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន (ចំណុច) រវាងម៉ូលេគុលអាមីត



ការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងក្រុមអាមីតរបស់ខ្សែប៉ិបទីត។ អន្តរកម្មរវាង ខ្សែទាំងនេះ (ហៅថាបន្ទះβ) មានសារសំខាន់ចំពោះទម្រង់ប្រូតេអ៊ីន

២.៩ នីទ្រីល

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជានីទ្រីល និងប្រាសមកវិញ។ ក្នុងការហៅឈ្មោះ IUPAC នីទ្រីលអាស៊ីត្លិចត្រូវបានហៅឈ្មោះដោយបូកដាក់មជ្ឈឹមបទ*-នីទ្រីល* ទៅលើឈ្មោះអ៊ីដ្រូកាបួដែលត្រូវគ្នា។ អាតូមកាបូនរបស់ក្រុម-C≡N ត្រូវបានបង់លេខ1។ ឧទាហរណ៍របស់នីទ្រីលត្រូវបានលើកឡើងក្នុងមេរៀនទី២ រួចហើយ។ ឈ្មោះ អាសេតូនីទ្រីលជាឈ្មោះធម្មតាដែលគេទទួលស្គាល់របស់ CH_3CN និងអាគ្រីឡូនីទ្រីលជាឈ្មោះធម្មតាដែលគេទទួលស្គាល់របស់ CH_2=CHCN៖



អេតាននីទ្រីល (អាសេតូនីទ្រីល)　　ប្រូប៉េននីទ្រីល (អាគ្រីឡូនីទ្រីល)

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៤៖ ចូរគូរទម្រង់របស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. មេទីលប្រូប៉ាណូអាត
b. អេទីល p-នីត្រូបង់សូអាត
c. ឌីមេទីលម៉ាឡូអាត
d. N,N-ឌីមេទីលបង់សាមីត
e. ប៉ង់តាននីទ្រីល
f. ឌីមេទីលផ្តាឡាត
g. ឌីប្រូពីលម៉ាឡូអាត
h. N,N-ឌីមេទីលផរម៉ាត
i. 2-ប្រូម៉ូប្រូប៉ាណូអ៊ីលប្រូមួ
j. ឌីអេទីលស៊ូស៊ីណាត

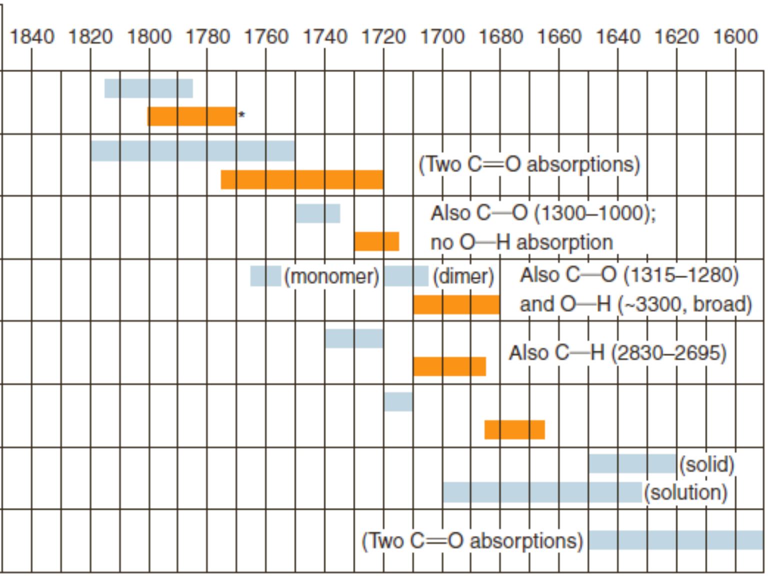
២.១០ លក្ខណៈស្ប៉ិចរបស់សមាសធាតុអាស៊ីល

ក. ស្ប៉ិច IR

អាំងប្រាស្ប៉ិចត្រូស្កូពីមានសារសំខាន់ក្នុងការកំណត់អត្តសញ្ញាណអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វា។ បង់ទំនាញសម្ព័ន្ធ C=O ជាស្ប៉ិច IR លេចធ្លោរជាងគេមួយ ដោយសារតែវាជាបង់ខ្លាំងមួយ។ រូប ១៧.២ បង្ហាញពីទីតាំងរបស់បង់របស់សមាសធាតុអាស៊ីលស្ទើរតែទាំងអស់។

- បង់ទំនាញសម្ព័ន្ធ C=O កើតឡើងនៅហ្វ្រេកង់ខុសគ្នាសម្រាប់អាស៊ីត អេស្ទែរ និងអាមីត ហើយទីតាំងជាក់លាក់របស់វាតែងតែមានប្រយោជន៍ក្នុងការកំណត់ទម្រង់សមាសធាតុ។
- ភាពឆ្លាស់ និងក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងដែលចងសម្ព័ន្ធលើកាបូនីលរំកិលទីតាំងនៃសម្រួប C=O ទៅកាន់ហ្វ្រេកង់ទាបជាង។

ក្រុមបង្គុំនាទី	ប្រេកង់ (cm^{-1})	
អាស៊ីតក្លរួ	1815–1785 1800–1770 (conj.)	
អាស៊ីតអានីឌ្រីត	1820–1750 1775–1720 (conj.)	(Two C═O absorptions)
អេស្ទែរ/ឡាក់តូន	1750–1735 1730–1715 (conj.)	Also C—O (1300–1000); no O—H absorption
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច	~1760 or 1720–1705 1710–1680 (conj.)	(monomer) (dimer) Also C—O (1315–1280) and O—H (~3300, broad)
អាល់ដេអ៊ីត	1740–1720 1710–1685 (conj.)	Also C—H (2830–2695)
អាមីត/ឡាក់តាម	1720–1710 1685–1665 (conj.)	
សេតូន	1700–1620	(solid) (solution)
អំបិលកាបុកស៊ីឡាត	1650–1550	(Two C═O absorptions)

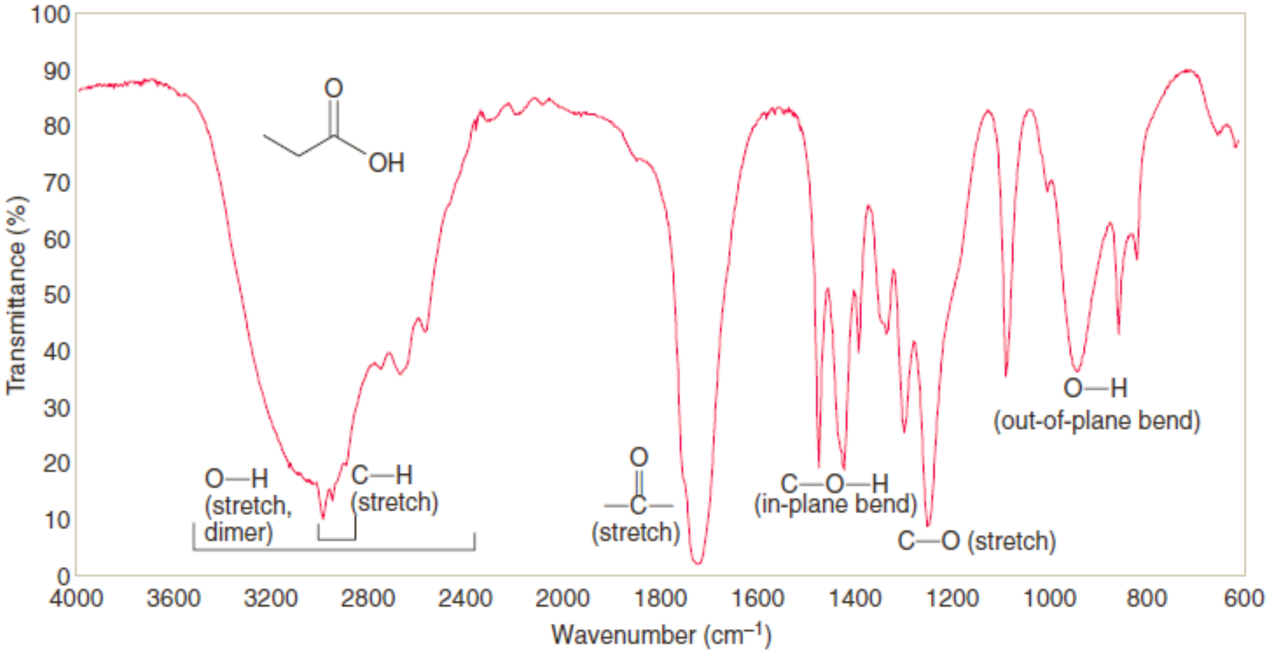


រូប១៧.២ ប្រេកង់សម្រូប IR កាបូនីល

- ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងចងសម្ព័ន្ធលេកាបូនលរកេលសម្រូប C=O ទៅប្រេងកងខ្ពសជាង។
- ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក៏ឱ្យពិកធំមួយក្នុងតំបន់ 2500-3100cm^{-1} ដែកបានមកពីរំញ័រនៃទំនាញសម្ព័ន្ធ O–H ។
- រំញ័រទំនាញសម្ព័ន្ធ N–H របស់អាមីតស្រូបនៅចន្លោះ 3140-3500cm^{-1}។

វត្តមាន ឬអវត្តមាននៃសម្រូប O–H ឬ N–H អាចជាគន្លឹះសំខាន់ ដើម្បីឱ្យដឹងថាមានវត្តមានបង្គុំនាទីកាបូនីលក្នុងសមាសធាតុមិនស្គាល់ឬអត់។

រូប១៧.៣បង្ហាញស្បិចរបស់អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច។ នីទ្រីលបង្ហាញបង់សម្រូបIRលេចធ្លោរក្បែរ 2250cm^{-1} ដែលបានមកពីទំនាញសម្ព័ន្ធកាបូន-អាសូតបីជាន់។

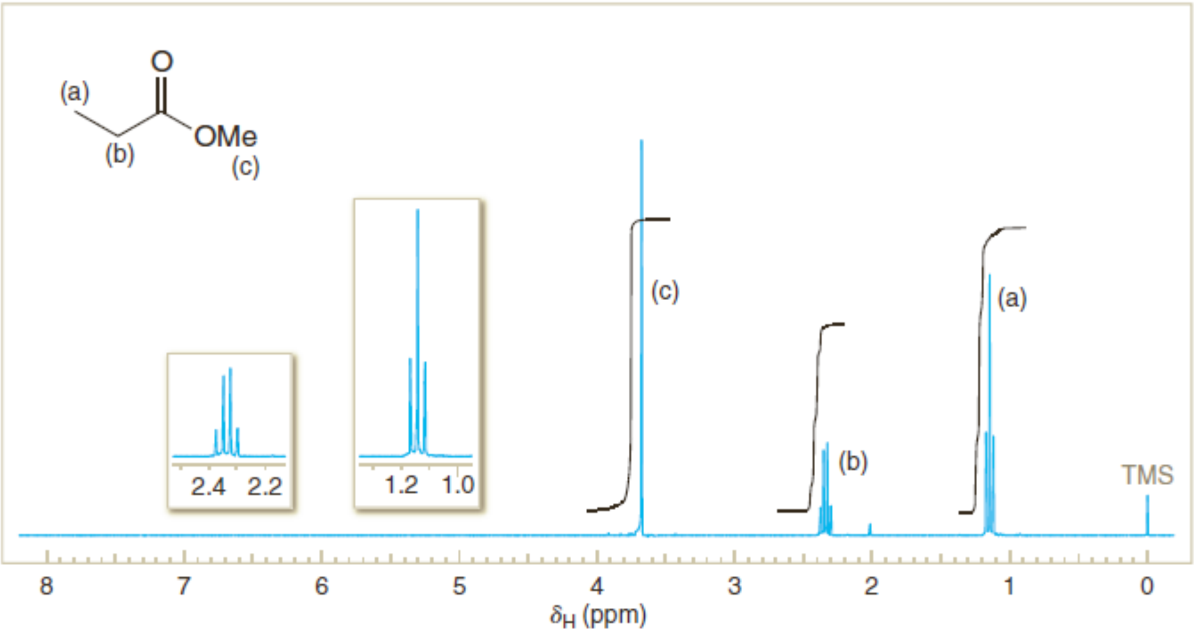


រូប១៧.៣ ស្បិច IR របស់អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច

ខ. ស្ប៊ិច ^{1}HNMR

- ប្រូតុងអាស៊ីតរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនមានរបាំងខ្ពស់ ហើយស្រូបដែនក្រោមនៅតំបន់δ =10-12
- ប្រូតុងកាបូនαរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចស្រូបក្នុងតំបន់ δ =2.0 – 2.5

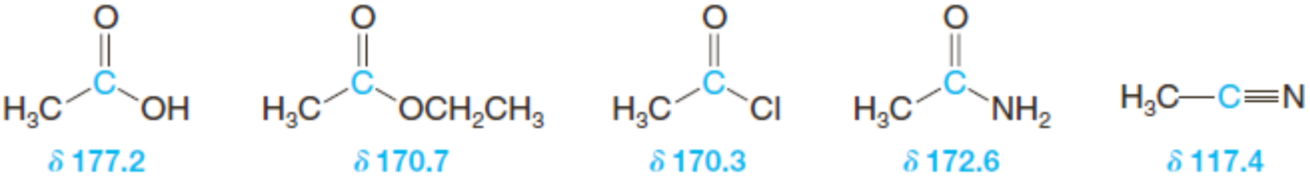
រូប១៧.៤បង្ហាញស្ប៊ិច ^{1}H NMR របស់អេស្ទែរមួយគឺមេទីលប្រូប៉ាណូអាត។ វាបង្ហាញគំរូបំបែកធម្មតា (ខ្វាតេត និងទ្រីបព្លេត)របស់ក្រុមអេទីលមួយ ហើយយើងនឹងរំពឹងវាបង្ហាញក្រុមមេទីលមិនបំបែកស្ប៊ិចមួយ។



រូប១៧.៤ ស្ប៊ិច ^{1}H NMR របស់មេទីលប្រូប៉ាណូអាត

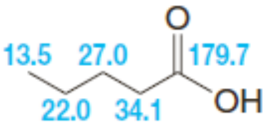
គ. ស្ប៊ិច ^{13}CNMR

- កាបូនកាបូនីលរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វាកើតឡើងក្នុងដែនក្រោមក្នុងតំបន់ δ=160-180 (មើលឧទាហរណ៍ខាងក្រោម) ប៉ុន្តែមិនស្ថិតក្នុងដែនក្រោមឆ្ងាយពេកដូចអាល់ដេអ៊ីត និង សេតូនទេ (δ=180-220)។
- កាបូនីទ្រីលមិនត្រូវបានរំកិលទៅដែនក្រោមទេ ហើយវាស្រូបក្នុងតំបន់ δ= 115-120។



រំកិលគីមី ^{13}C NMR របស់អាតូមកាបូនកាបូនីល ឬនីទ្រីល

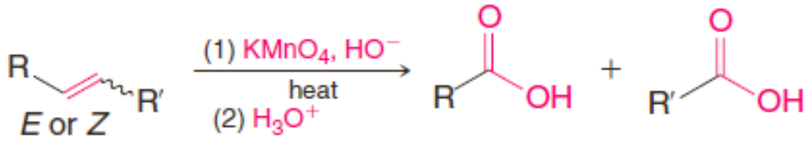
អាតូមកាបូនរបស់ក្រុមអាល់គីលនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វាមានរំកិល ^{13}C ទៅដែនលើឆ្ងាយ។ រំកិលគីមីរបស់កាបូននីមួយៗក្នុងអាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិចត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



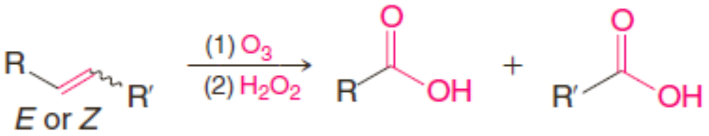
៣. ទង្វើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

វិធីសាស្ត្រក្នុងការទង្វើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចស្ទើរតែទាំងអស់ត្រូវបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

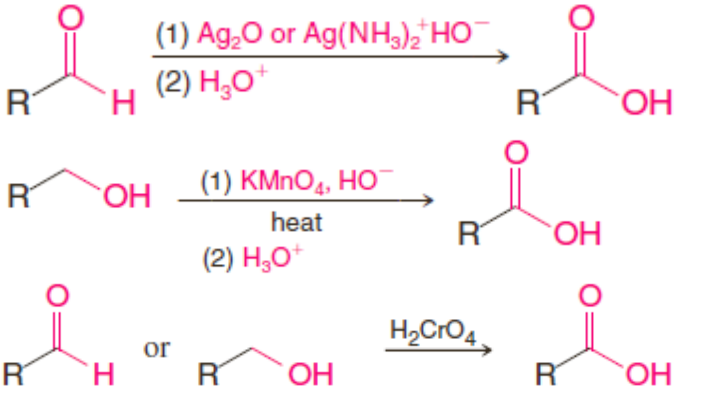
១. **ដោយអុកស៊ីតកម្មអាល់សែន** ៖ យើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី៨រួចហើយថា អាល់សែនអាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាមួយ $KMnO_4$ ក្ដៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស៖



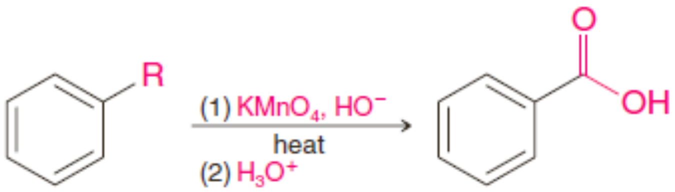
ម្យ៉ាងវិញទៀត អូសូន (មេរៀនទី៨) អាចរងអុកស៊ីតកម្មចំពោះភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មបង្កើតជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច៖



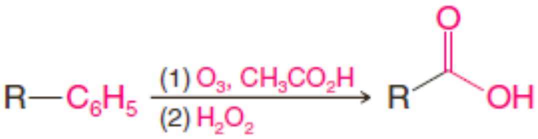
២. **ដោយអុកស៊ីកម្មអាល់ដេអ៊ីត និងអាល់កុលថ្នាក់ទី១៖** អាល់ដេអ៊ីតអាចរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដោយភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្សោយ ដូចជា $Ag(NH_3)_2^+HO^-$ (មេរៀនទី១៦)។ អាល់កុល1^0 អាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយ $KMnO_4$។ អាល់ដេអ៊ីត និងអាល់កុលថ្នាក់ទី១រងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដោយអាស៊ីតក្រូមិច (H_2CrO_4) ក្នុងអាសេតូនរាវ (ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម Jones មេរៀនទី១២)៖



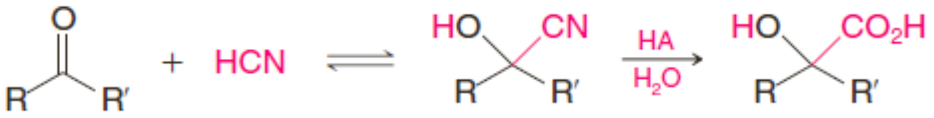
៣. **ដោយអុកស៊ីតកម្មបង់ស៊ីលិចនៃអាល់គីលបង់សែន៖** ក្រុមអាល់គីលថ្នាក់ទី១ និងទី២ (មិនមែនថ្នាក់ទី៣) ដែលភ្ជាប់ដោយផ្ទាល់ជាមួយវង់បង់សែន រងអុកស៊ីតកម្មដោយ $KMnO_4$ ទៅជាក្រុម $-CO_2H$ (មេរៀនទី១៥ ផ្នែកទី១៣គ)។



៤. **ដោយអុកស៊ីតកម្មនៃវង់បង់សែន៖** វង់បង់សែនរបស់អាល់គីលបង់សែនមួយអាចត្រូវបានបម្លែងជាក្រុមកាបូនីលដោយប្រតិកម្មអូសូណូលីស និងបន្ទាប់មកដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត (មេរៀនទី១៥ ផ្នែកទី១៣ឃ)៖

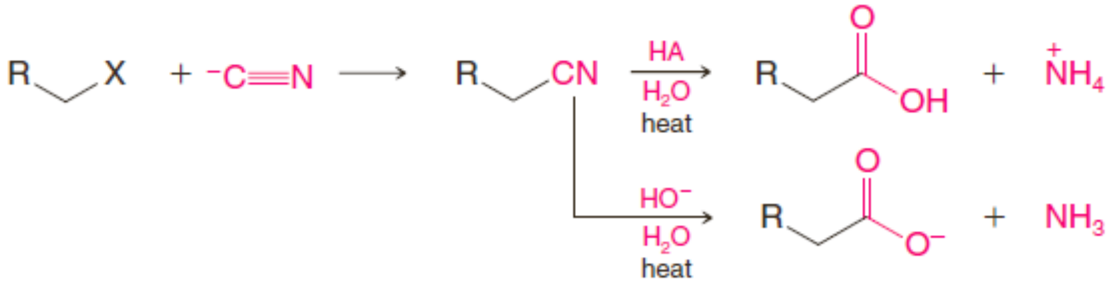


៥. **ដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនៃស្យាណូអ៊ីឌ្រីន និងនីទ្រីលផ្សេងទៀត៖** យើងបានឃើញក្នុងមេរៀនទី ១៦ ផ្នែកទី៩ រួចហើយថា អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាស្យាណូអ៊ីឌ្រីន ហើយស្យាណូអ៊ីឌ្រីនរងអ៊ីដ្រូលីសបង្កើតជាអាស៊ីត α-អ៊ីដ្រុកស៊ី។ ក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនេះ ក្រុម-CN ត្រូវបានបម្លែងជាក្រុម -CO_2H។ យើងនឹងសិក្សាចលនការនៃអ៊ីដ្រូលីសនីទ្រីលនេះក្នុងផ្នែកទី៨នៃមេរៀននេះ។

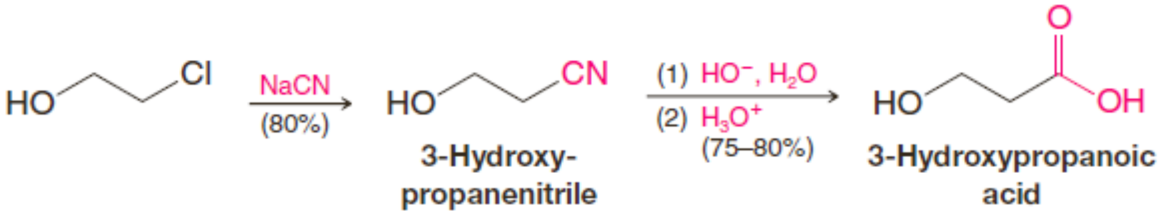


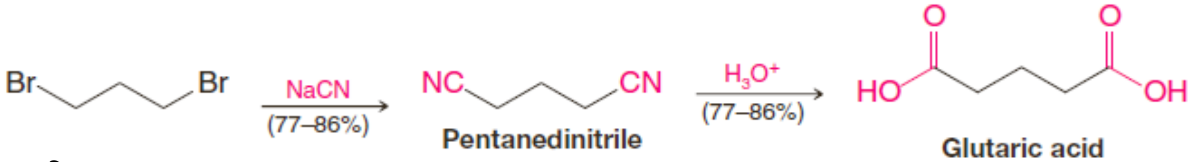
គេក៏អាចទធ្វើនីទ្រីលដោយប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលរបស់អាល់គីលអាឡូសែនួជាមួយសូដ្យូមស្យានួ។ អ៊ីដ្រូលីសនៃនីទ្រីលបង្កើតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានខ្សែកាបូនវែងជាងខ្សែកាបូនអាល់គីលអាឡូសែនួមួយ។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



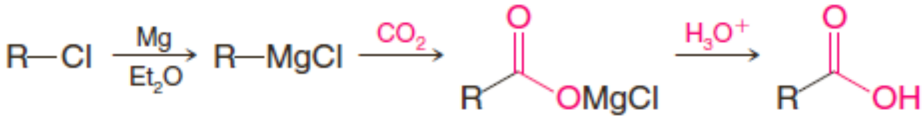
ឧទាហរណ៍៖



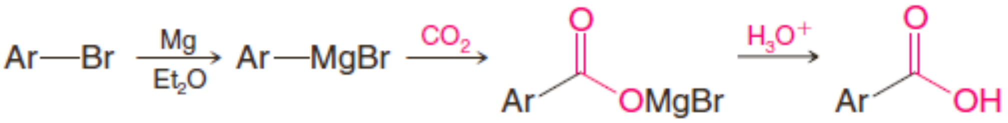


វិធីសាស្ត្រសំយោគនេះមានលីមីតឱ្យប្រើតែអាល់គីលអាឡូសែនួថ្នាក់ទី១។ អ៊ីយ៉ុងស្យានួជាបាសខ្លាំងមួយ ហើយការប្រើអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី២ និងថ្នាក់ទី៣ នឹងបង្កើតអាល់សែនមួយ (តាម ប្រតិកម្មបណ្តាច់E2) មិនបង្កើតនីទ្រីល (តាមប្រតិកម្មជំនួសS_N2)។ អារីលអាឡូសែនួ (លើកលែង តែអារីលអាឡូសែនួដែលមានក្រុមនីត្រូលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ា) មិនមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូម ស្យានួ។

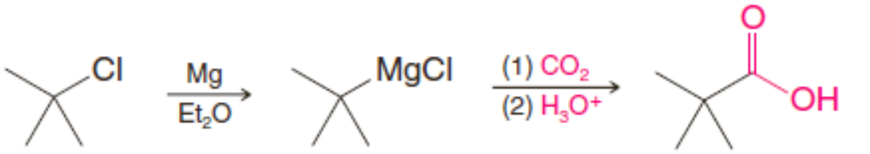
៦. **ដោយប្រតិកម្មកាបូនកម្មនៃរ៉េអាក់ទីគ្រីញ៉ាដ៖** រ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដមានប្រតិកម្មជាមួយកាបូនឌីអុកស៊ីតបង្កើតម៉ាញេស្យូមកាបុកស៊ីឡាត។ អាស៊ីតកម្មបង្កើតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច៖



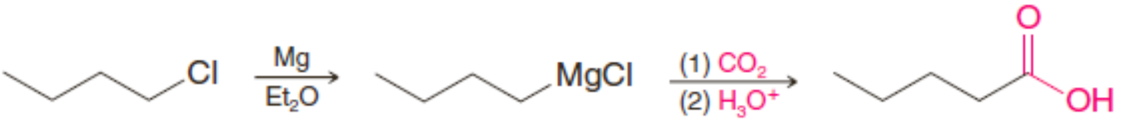
ឬ



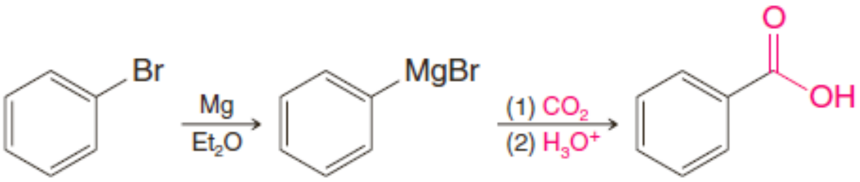
ការសំយោគអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចនេះត្រូវបានអនុវត្តន៍ចំពោះអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ ទី២ ទី៣ អាលីល បង់ស៊ីល និងអារីល ដែលពួកគេគ្មានក្រុមអាចប្រណាំងប្រជែងជាមួយប្រតិកម្មគ្រីញ៉ាដ (មេរៀនទី១២ ផ្នែកទី៨ខ)៖



ទែរ-ប៊ុយទីលក្លរួ **អាស៊ីត 2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច (79-80%)**

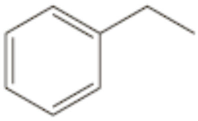


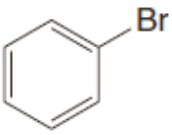
ប៊ុយទីលក្លរួ **អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច (80%)**

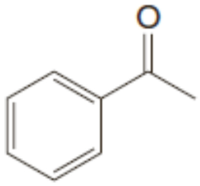


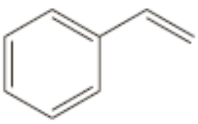
ប្រូម៉ូបង់សែន **អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច (85%)**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៥៖ ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមត្រូវបានបម្លែងទៅជាអាស៊ីតបង់សូអ៊ិច៖

(a)


(b)


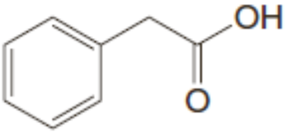
(c)


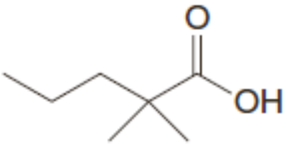
(d)


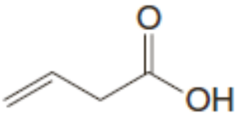
(e) បង់ស៊ីលអាល់កុល

(f) បង់សាល់ដេអ៊ីត

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៦៖ ចូរពីរបៀបដែលអ្នកអាចទធ្វើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចខាងក្រោមពីការសំយោគគ្រីញ៉ាដ៖

(a)


(b)


(c)


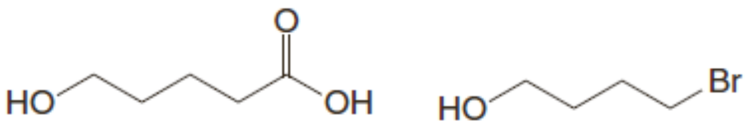
(d) អាស៊ីត4-មេទីលបង់សូអ៊ិច

(e) អាស៊ីតអិចសាណូអ៊ិច

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៧៖

a. តើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក្នុងលំហាត់ទី១៧.៦ណាខ្លះដែលអាចទង្វើដោយសការសំយោគនីទ្រីល?

b. តើសំយោគគ្រីញ៉ាដ ឬនីទ្រីលដែលអ្នកអាចប្រើដើម្បីទង្វើសមាសធាតុ(b) ពីសមាសធាតុ(a) ខាងក្រោម? ហេតុអ្វី?

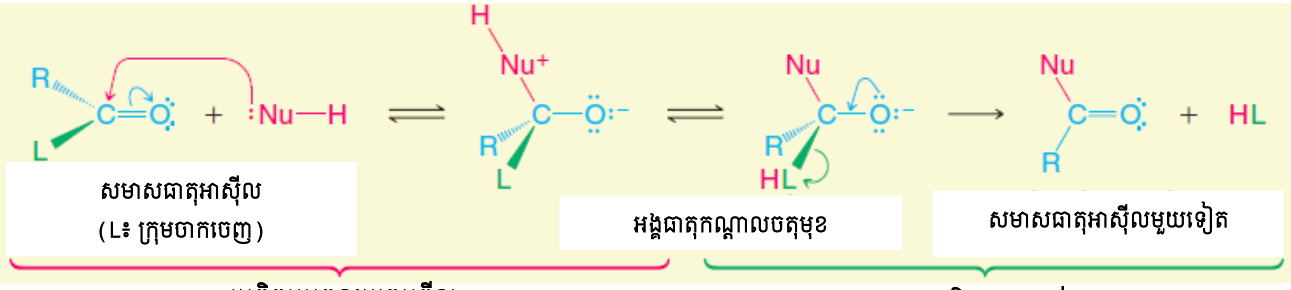


(a) (b)

៤. ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីល ៖ ប្រតិកម្មបូក - បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលលើកាបូនអាស៊ីល

ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វាត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈដោយប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលលើអាតូមកាបូនអាស៊ីល (កាបូនីល) របស់ពួកវា។ លទ្ធផលគឺជាការជំនួសមួយលើកាបូនអាស៊ីល។ ចំណុចសំខាន់នៃចលនការប្រតិកម្មគឺការកកើតអង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខមួយដែលអាចក្លាយជាក្រុមកាបូនីលវិញ បន្ទាប់ពីបណ្ដាច់ក្រុមចាកចេញ។ យើងនឹងឃើញប្រតិកម្មជាច្រើននៃប្រភេទទូទៅនេះ ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងចលនការខាងក្រោម។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលដោយប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីល*



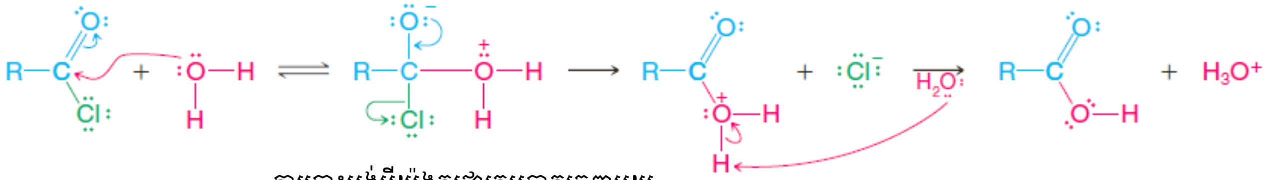
ប្រតិកម្មដូចនេះជាច្រើនកើតឡើងក្នុងភាវរស ហើយអ្នកគីមីជីវៈហៅប្រតិកម្មទាំងនេះថាជា**ប្រតិកម្មបន្ទេរអាស៊ីល** (acyl transfer reactions)។ អាសេទីល-កូអង់ស៊ីមA តែងតែមាននាទីជាភ្នាក់បន្ទេរអាស៊ីលគីមីជីវៈ។ ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលមានសារសំខាន់ណាស់ក្នុងឧស្សាហកម្មផងដែរ។

- ដំណាក់កាលដំបូងក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលគឺប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើអាតូមកាបូនកាបូនីល។ ដំណាក់កាលនេះត្រូវបានសម្របសម្រួលដោយភាពចំហស្ដេរិចនៃអាតូមកាបូនកាបូនីល និងលទ្ធភាពនៃអាតូមអុកស៊ីសែនកាបូនីលក្នុងការទទួលទេ្វតាអេឡិចត្រុងមួយរបស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែន។
- ក្នុងដំណាក់កាលទី១ អង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខផ្ដាច់ក្រុមចាកចេញមួយ (L ក្នុងចលនការខាងលើ)។ ប្រតិកម្មបណ្ដាច់នេះធ្វើឱ្យកកើតឡើងវិញនូវសម្ព័ន្ធពីរជាន់កាបូន-អុកស៊ីសែនហើយបង្កើតផលិតផលប្រតិកម្មជំនួស។

  ដូចនេះ ដំណើរការសរុបគឺ**ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីល** តាមចលនការ**ប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីល**។ សមាសធាតុអាស៊ីលមានប្រតិកម្មទាំងនេះ ដោយសារពួកវាទាំងអស់មានក្រុមចាកចេញល្អ (ឬពួកវាត្រូវបានរងប្រូតុងកម្មបង្កើតក្រុមចាកចេញល្អ) ភ្ជាប់លើអាតូមកាបូនកាបូនីល។
- ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលត្រូវការក្រុមចាកចេញមួយលើអាតូមកាបូនកាបូនីល។

ឧទាហរណ៍ អាស៊ីលក្លរួមួយតែងតែមានប្រតិកម្មដោយបោះបង់អ៊ីយ៉ុងក្លរួមួយ ដែលជាបាសខ្សោយ និងជាក្រុមចាកចេញល្អមួយ។ ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរួជាមួយទឹកជាឧទាហរណ៍មួយ។

ឧទាហរណ៍ជាក់ស្ដែង៖

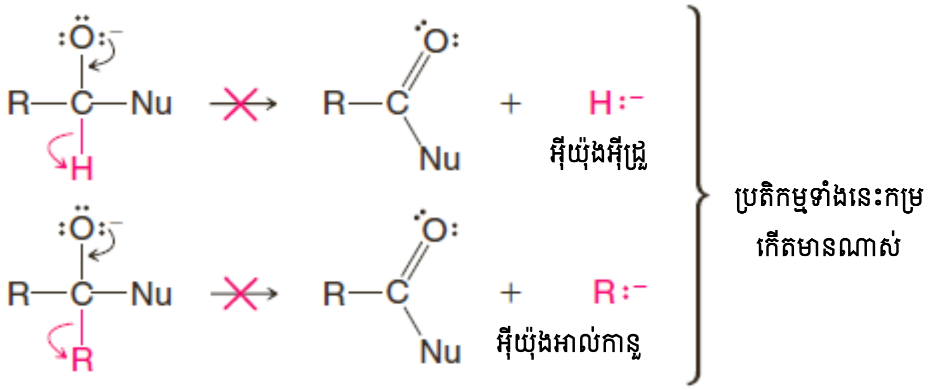


ការបោះបង់អ៊ីយ៉ុងក្លរួជាក្រុមចាកចេញមួយ

អាស៊ីតអានីឌ្រីតមួយតែងតែមានប្រតិកម្មដោយបោះបង់អាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត ឬម៉ូលេគុលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ ដែលពួកវាទាំងពីរជាបាសខ្សោយ និងជាក្រុមចាកចេញល្អ។

ដូចដែលយើងនឹងឃើញនៅពេលក្រោយអេស្ទែរតែងតែមានប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលដោយបោះបង់ម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយ (ផ្នែកទី៧ខ)។ អាស៊ីតមានប្រតិកម្មនេះដោយបោះបង់ម៉ូលេគុលទឹកមួយ (ផ្នែកទី៧ក) ហើយអាមីតមានប្រតកម្មដោយបោះបង់ម៉ូលេគុលអាម៉ូញាក់មួយ ឬអាមីនមួយ (ផ្នែកទី៨ធ)។ ម៉ូលេគុលដែលបោះបង់ទាំងអស់ក្នុងប្រតិកម្មទាំងនេះជាបាសខ្សោយ និងជាក្រុមចាកចេញល្អ។

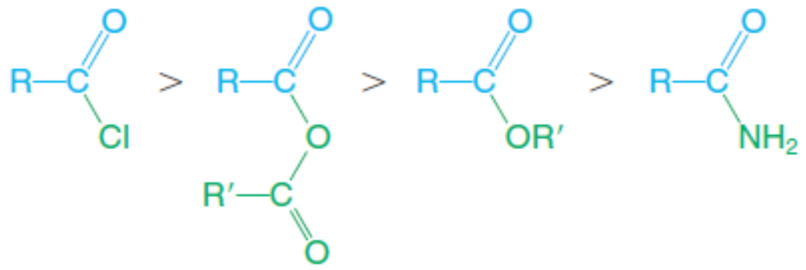
ចំពោះអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន ដើម្បីឱ្យមានប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីល អង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខ អាចត្រូវការបោះបង់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រួមួយ ($H:^-$) ឬ អ៊ីយ៉ុងអាល់កាន ($R:^-$)។ ទាំងពីរនេះជាបាសខ្លាំងណាស់ ដូចនេះ ក្រុមចាកចេញអន់ណាស់៖



ប្រតិកម្មអាឡូផមជាប្រតិកម្មមួយដែលមានអាញ៉ុងអាល់កានអាចមានអំពើជាក្រុមចាកចេញមួយ ប៉ុន្តែ ដូចដែលយើងនឹងឃើញ គឺនៅពេលតែក្រុមចាកចេញអាញ៉ុងទ្រីលអាឡូមេទីលដែលជាបាសខ្សោយមួយប៉ុណ្ណោះ។

៤.១ ប្រតិកម្មភាពរបស់សមាសធាតុអាស៊ីល

ក្នុងចំណោមស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលយើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀននេះ អាស៊ីលក្លរួជាមានប្រតិកម្មភាពចំពោះប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលខ្លាំងជាងគេ ហើយអាមីតមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយជាងគេ។ ជាទូទៅ លំដាប់ប្រតិកម្មភាពគឺ៖



អាស៊ីលក្លរ អានីឌ្រីតអាស៊ីត អេស្ទែរ អាមីត

ក្រុមពណ៌បៃតងក្នុងទម្រង់ខាងលើ (Cl, R′COO, OR′, NH_2) អាចជាក្រុមចាកចេញ L ក្នុងចលនការប្រតិកម្មខាងលើ។

- លំដាប់ទូទៅនៃប្រតិកម្មភាពស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចអាចត្រូវបានពន្យល់ ដោយពិចារណាលើកម្លាំងបាសរបស់ក្រុមចាកចេញ។

នៅពេលអាស៊ីលក្លរមានប្រតិកម្ម ក្រុមចាកចេញជាអ៊ីយ៉ុងក្លរ។ នៅពេលអានីឌ្រីតអាស៊ីតមានប្រតិកម្ម ក្រុមចាកចេញជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ ឬជាអ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតមួយ។ នៅពេលអេស្ទែរមានប្រតិកម្ម ក្រុមចាកចេញជាអាល់កុលមួយ ហើយនៅពេលអាមីតមានប្រតិកម្ម ក្រុមចាកចេញជាអាមីន (ឬអាម៉ូញាក់)។ ក្នុងចំណោមបាសទាំងនេះ អ៊ីយ៉ុងក្លរជាបាសខ្សោយបំផុត ហើយអាស៊ីលក្លរជាសមាសធាតុអាស៊ីលមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាងគេ។ អាមីន (អាម៉ូញាក់) ជាបាសខ្លាំងជាងគេ ហើយអាមីតជាសមាសធាតអាស៊ីលមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយជាងគេ។

៤.២ ការសំយោគស្រលាយអាស៊ីត

នៅពេលនេះ យើងចាប់ផ្តើមរកវិធីសាស្ត្រសំយោគស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច យើងនឹងឃើញថាក្នុងប្រតិកម្មជាច្រើន ស្រលាយអាស៊ីតអាចត្រូវបានសំយោគពីប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលមួយផ្សេងទៀត។ លំដាប់នៃប្រតិកម្មដែលយើងបានបង្ហាញខាងលើផ្តល់ឱ្យនូវគន្លឹះថាធ្វើសំយោគមួយណា ហើយមិនត្រូវ ធ្វើសំយោគណា។ ជាទូទៅ *សមាសធាតុអាស៊ីលប្រតិកម្មភាពខ្សោយអាចត្រូវបានសំយោគពីពីសមាសធាតុ អាស៊ីលប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាង ប៉ុន្តែប្រតិកម្មបញ្ច្រាសតែងតែមានការលំបាក ហើយនៅពេលអាចធ្វើទៅបាន លុះត្រាតែប្រើរេអាក់ទីបពិសេស។*

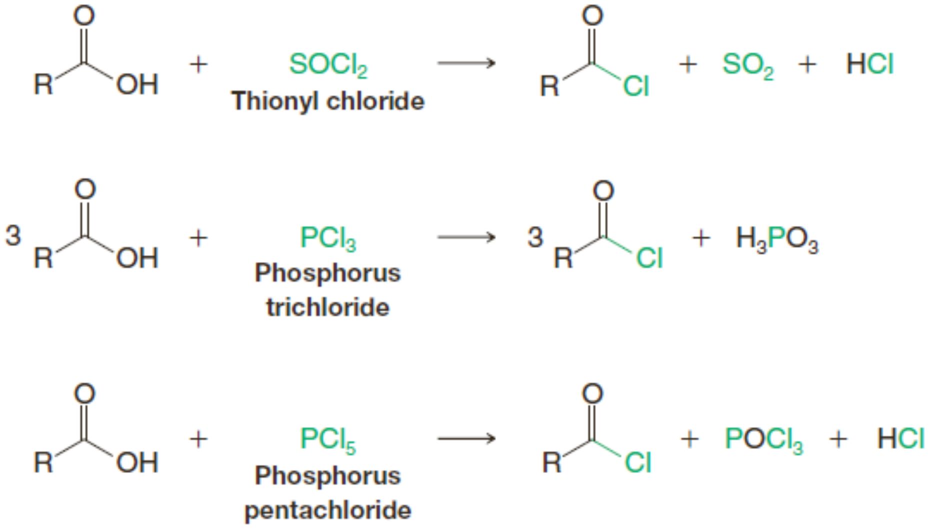
- ការសំយោគស្រលាយអាស៊ីតដោយការជំនួសអាស៊ីល ត្រូវការរេអាក់ទីបដែលមានក្រុមចាកចេញនៅលើកាបូនអាស៊ីលល្អជាងនៅក្នុងផលិតផល។

៥. អាស៊ីលក្លរ

៥.១ ការសំយោគអាស៊ីលក្លរ

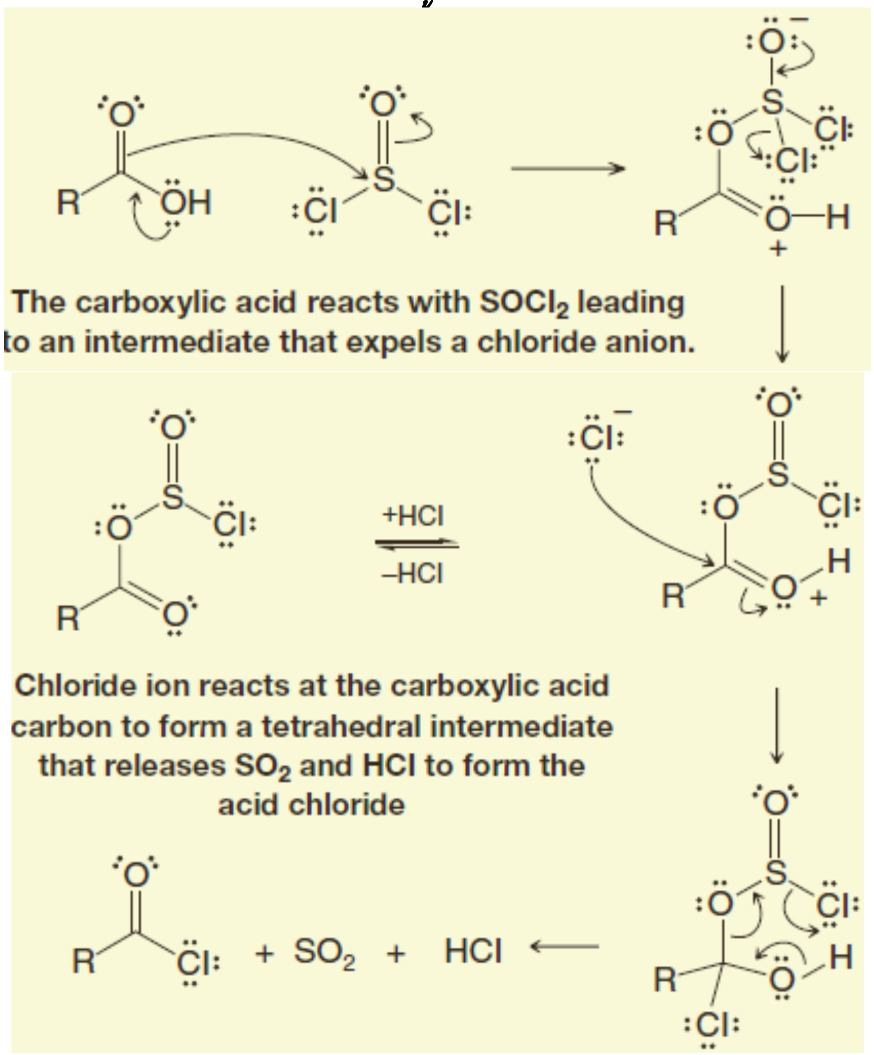
ដោយសារតែអាស៊ីលក្លរមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាងគេក្នុងចំណោមស្រលាយអាស៊ីតទាំងអស់ យើងត្រូវតែប្រើរេអាក់ទីបពិសេសដើម្បីទធ្វើពួកវា។ យើងប្រើអាស៊ីតក្លរផ្សេងទៀត *ដែលជាអាស៊ីតក្លរនៃអាស៊ីតអសរីរាង្គ* ៖ PCl_5 (អាស៊ីតក្លររបស់អាស៊ីតផូស្វរិច) PCl_3 (អាស៊ីតក្លររបស់អាស៊ីតផូស្វរ៉ូ) និង $SOCl_2$ (អាស៊ីតក្លររបស់អាស៊ីតស៊ុលផួរ៉ូ)។ រេអាក់ទីបទាំងអស់នេះមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចបង្កើតអាស៊ីលក្លរក្នុងទិន្នផលខ្ពស់៖

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ប្រតិកម្មទាំងអស់នេះទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលដោយអ៊ីយ៉ុងក្លរលើអង្គធាតុសកម្ម ដូចជា៖ អាស៊ីលក្លរ៉ូស៊ុលផួរងប្រូតុងកម្ម អាស៊ីលក្លរ៉ូផូស្វ ឬ អាស៊ីលក្លរ៉ូផូស្វាតរងប្រូតុងកម្ម។ អង្គធាតុកណ្តាល ទាំងនេះមានក្រុមចាកចេញអាស៊ីលល្អជាងផលិតផលអាស៊ីលក្លរ។ ឧទាហរណ៍ ត្យូនីលក្លរ ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចតាមមធ្យោបាយខាងក្រោម។

- ***ចលនការប្រតិកម្មសំយោគអាស៊ីលក្លរដោយប្រើត្យូនីលក្លរ***



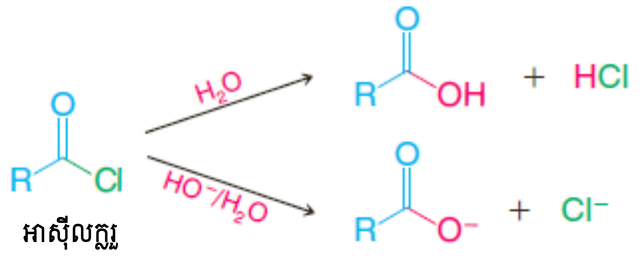
៥.២ ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរួ

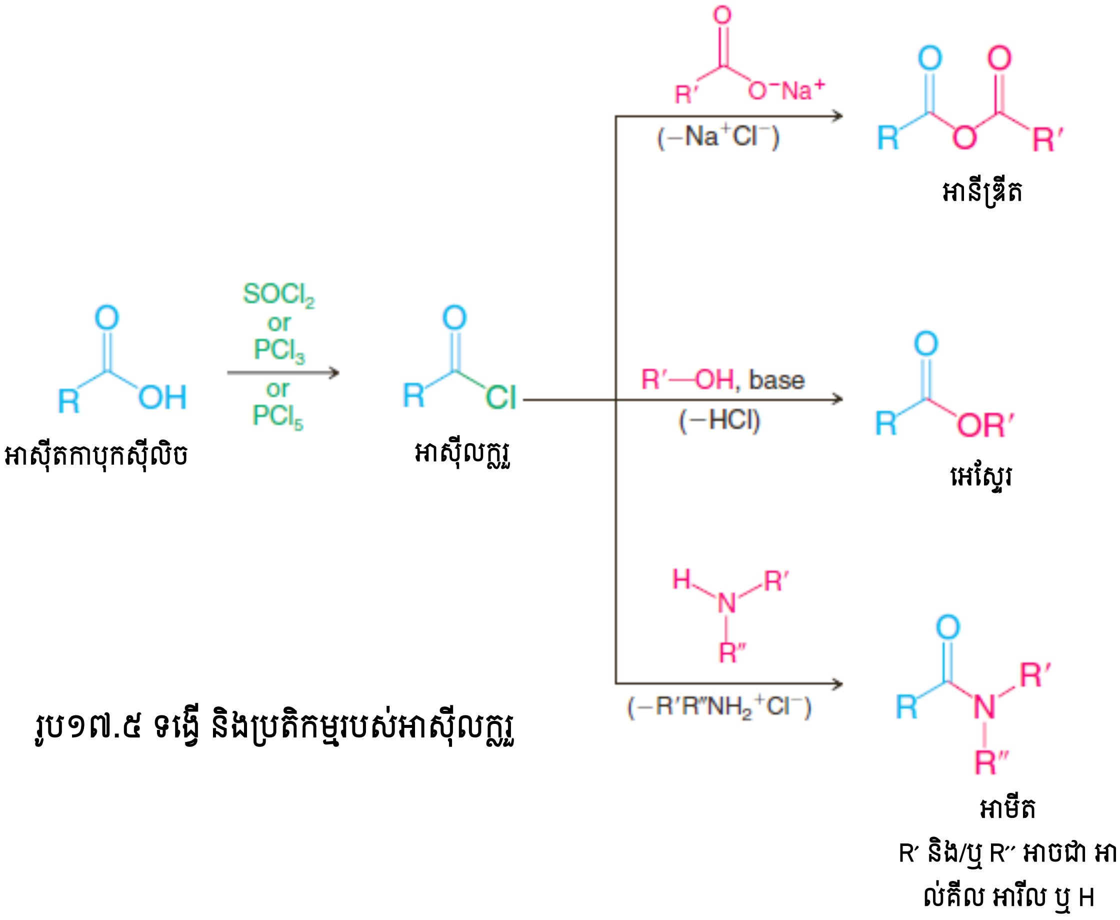
ដោយសារតែអាស៊ីលក្លរួជាស្រលាយអាស៊ីលមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាងគេ ពួកវាត្រូវបានបម្លែងជាស្រលាយមួយទៀតយ៉ាងងាយ។

- ការសំយោគដែលតែងតែជាផ្លូវសំយោគល្អបំផុតក្នុងការបង្កើតអានីឌ្រីតមួយ អេស្ទែរមួយឬអាមីតមួយ ការសំយោគអាស៊ីលក្លរួពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច បន្ទាប់មកបម្លែងអាស៊ីលក្លរួទៅជាស្រលាយអាស៊ីលដែលចង់បាន។

ដ្យាក្រាមប្រតិកម្មក្នុងរូប១៧.៥ បង្ហាញអំពីការសំយោគនេះ។ យើងនឹងសិក្សាលម្អិតអំពីប្រតិកម្មក្នុងផ្នែកទី៦- ៨។

អាស៊ីលក្លរួក៏មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក និងជាមួយសូលុយស្យុងបាស ប៉ុន្តែប្រតិកម្មទាំងនេះមិនអាចធ្វើដោយគ្មានការប្រុងប្រយ័ត្នទេ ពីព្រោះពួកវាអាចបំផ្លាញរេអាក់ទីបអាស៊ីលក្លរួដែលមានប្រយោជន៍ ដោយបង្កើតទាំងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអំបិលរបស់វាឡើងវិញ៖



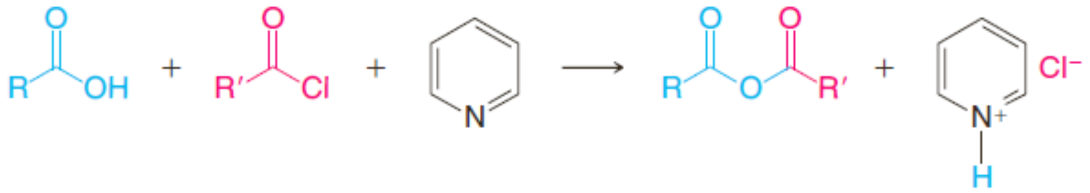


រូប១៧.៥ ទម្រង់ និងប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរួ

៦. អានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

៦.១ ការសំយោគអានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

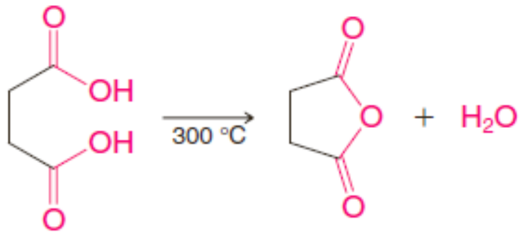
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួក្រោមវត្តមានពីរីឌីន បង្កើតអានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ។ ពីរីឌីនដកប្រូតុងមួយពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច បង្កើននូវកម្រិតនុយក្លេអូភីលរបស់វា។



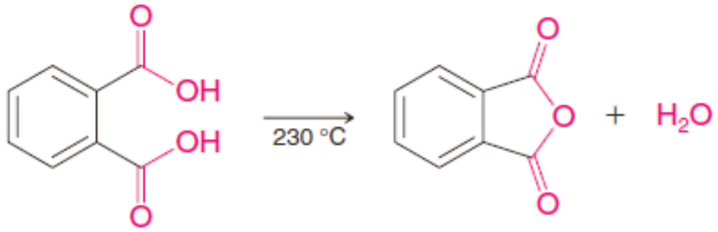
គេតែងប្រើវិធីសាស្ត្រនេះក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍សម្រាប់ទង្វើអានីឌ្រីត។ វិធីនេះមានភាពទូទៅណាស់ ហើយអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីទង្វើល្បាយអានីឌ្រីត (R≠R′) ឬអានីឌ្រីតស៊ីមេទ្រី (R=R′)។

អំបិលសូដ្យូមរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក៏អាចមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួបង្កើតអានីឌ្រីតដែរ៖

ជួនកាលអានីឌ្រីតវង់អាចត្រូវបានទង្វើដោយដុតកម្តៅអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចសមស្របណាមួយ។ ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រនេះទទួលបានជោគជ័យតែនៅពេលការកកើតអានីឌ្រីតបង្កើតជាវង់សមាជិក៥ ឬ៦អាតូម៖

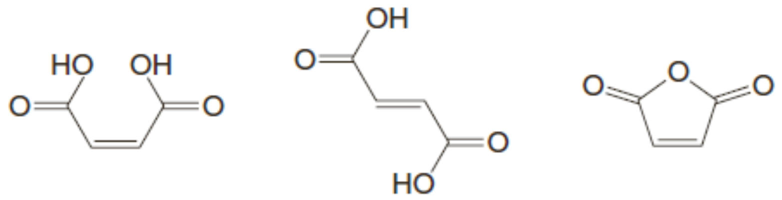


អាស៊ីតស៊ុយស៊ីនិច អានីឌ្រីតស៊ុយស៊ីនិច



អាស៊ីតផ្តាលិច អានីឌ្រីតផ្តាលិច (~100%)

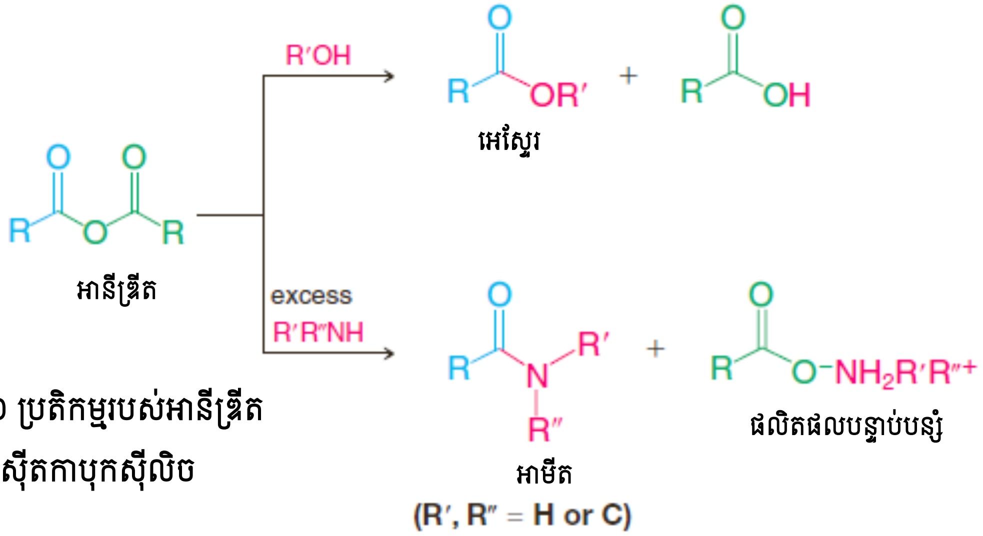
លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៨៖ នៅពេលគេកម្តៅអាស៊ីតម៉ាលេអ៊ិចនៅ200^{0}C វាបាត់បង់ទឹក ហើយក្លាយជាអានីឌ្រីតម៉ាលេអ៊ិច។ អាស៊ីតផូម៉ារិច ជាដ្យាស្តេរេអូមែររបស់អាស៊ីតម៉ាលេអ៊ិចត្រូវការសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង មុនពេលវាបាត់បង់ទឹក ហើយនៅពេលវាធ្វើប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មនេះ វាក៏បង្កើតអានីឌ្រីតម៉ាលេអ៊ិចដែរ។ ចូរពន្យល់ការសង្កេតទាំងនេះ។



អាស៊ីតម៉ាលេអ៊ិច អាស៊ីតផូម៉ារិច \អានីឌ្រីតម៉ាលេអ៊ិច

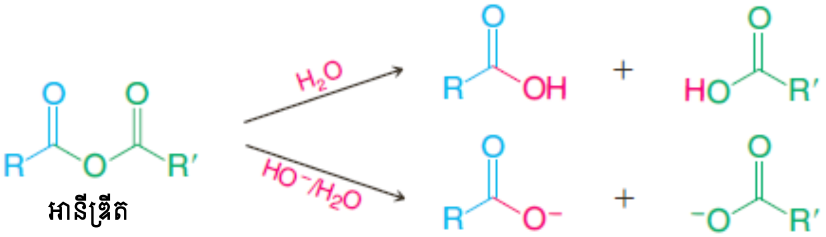
៦.២ ប្រតិកម្មរបស់អានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

ដោយសារតែអានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ គេប្រើពួកវាដើម្បីទធ្វើអេស្ទែរ និង អាមីត (រូប១៧.៦)។ យើងនឹងសិក្សាលម្អិតក្នុងផ្នែកទី៧ និងទី៨។



រូប១៧.៦ ប្រតិកម្មរបស់អានីឌ្រីត អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អានីឌ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក៏អាចរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសដែរ៖

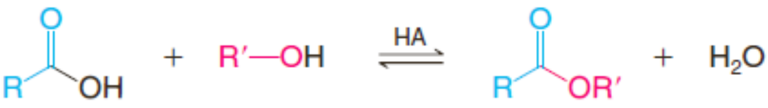


៧. អេស្ទែរ

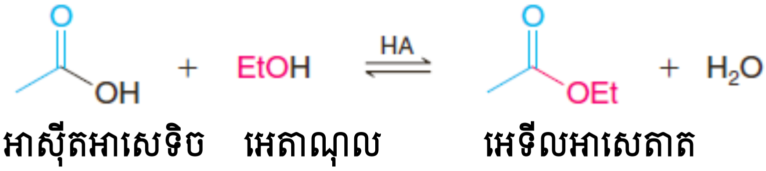
៧.១ សំយោគអេស្ទែរ៖ ប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្ម

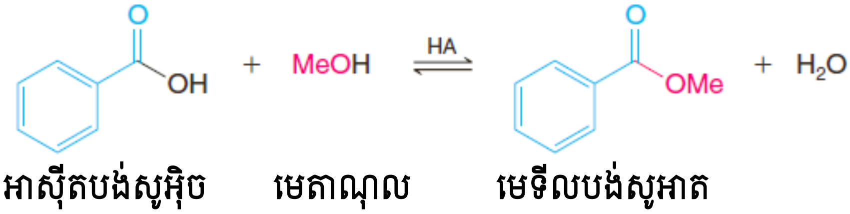
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុលបង្កើតអេស្ទែរតាមប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម ដែលគេហៅថា ប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្ម (esterification)៖

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែង៖

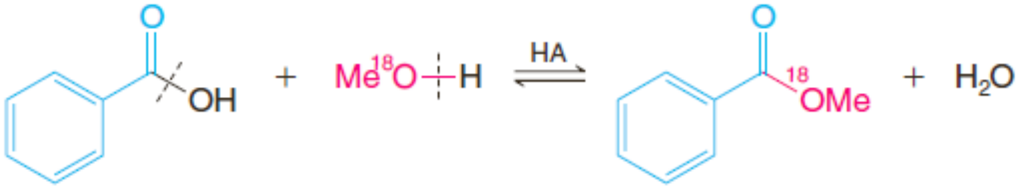




- អេស្ទែរកម្មកាតាលីករអាស៊ីតដូចឧទាហរណ៍ខាងលើត្រូវបានគេហៅថាប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មFischer។

ប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មFischer ប្រព្រឹត្តទៅយឺតក្រោមអវត្តមានអាស៊ីតខ្លាំង ប៉ុន្តែប្រតិកម្មទាំងនេះមកដល់ លំនឹងក្នុងរយៈពេល២ ឬ៣ម៉ោង នៅពេលអាស៊ីតមួយ និងអាល់កុលមួយត្រូវបានធ្វើរេភ្លុចជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់តិចតួច ឬជាមួយអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ។ ដោយសារតែទីតាំងលំនឹងកំណត់បរិមាណអេស្ទែរដែលទទួលបាន ការប្រើទាំងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអាល់កុលលើបានបង្កើនទិន្នផលអាស្រ័យលើប្រតិករកំណត់។ ការជ្រើសរើសសមាសធាតុលើសដើម្បីបង្កើនផលិតផលអាស្រ័យលើភាពសំបូរ និងតម្លៃរបស់វា។ ទិន្នផលរបស់ប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មក៏អាចត្រូវបានបង្កើនដោយដកទឹកចេញពីល្បាយប្រតិកម្មនៅពេលវាកកើត។

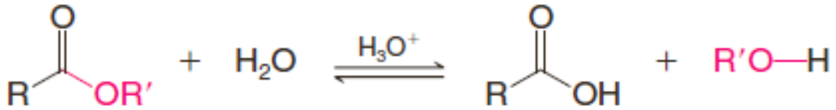
នៅពេលអាស៊ីតបង់សូអ៊ិចមានប្រតិកម្មជាមួយមេតាណុលដែលត្រូវបានដាក់ស្លាក^{18}O អុកស៊ីសែនស្លាកនេះកើតឡើងក្នុងអេស្ទែរ។ លទ្ធផលនេះបង្ហាញអំពីការដាច់សម្ព័ន្ធនៅក្នុងប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មនេះ។



លទ្ធផលនៃការពិសោធន៍ដាក់ស្លាកអុកស៊ីសែននេះ និងការពិតដែលប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មត្រូវការកាតាលីករអាស៊ីតត្រូវបានបញ្ជាក់ដោយចលនការខាងក្រោម។ ចលនការនេះជាប្រភេទប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលកាតាលីករអាស៊ីតលើអាតូមកាបូនអាស៊ីត។

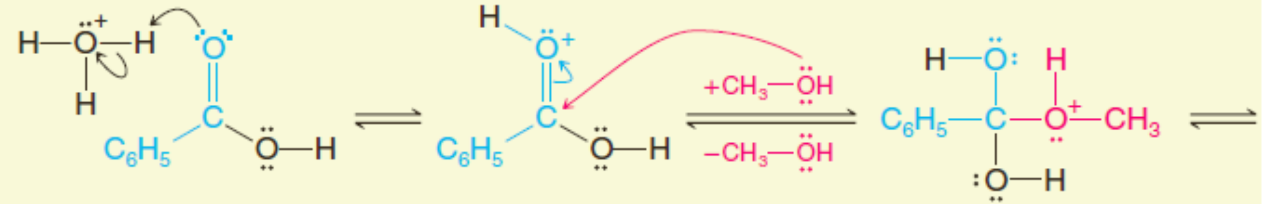
បើសិនជាយើងអនុលោមន៍តាមប្រតិកម្មទៅមុខក្នុងចលនការនេះ យើងមានចលនការរបស់***ប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មកាតាលីករនៃអាស៊ីត***មួយ ។ ប៉ុន្តែ បើសិនយើងអនុលោមន៍តាមប្រតិកម្មត្រលប់ យើងមានចលនការ***ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសកាតាលីករអាស៊ីតនៃអេស្ទែរ***មួយ។

ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរកាតាលីករអាស៊ីត៖



លទ្ធផលដែលយើងទទួលបានអាស្រ័យលើល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលយើងជ្រើសរើស។ បើសិនជាយើងចង់ធ្វើអេស្ទែរកម្មអាស៊ីតមួយ យើងប្រើអាល់កុលលើស ហើយបើសិនជាអាច ត្រូវដកទឹកចេញនៅពេលវាកកើត។ បើសិនជាយើងចង់ធ្វើអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរមួយ យើងប្រើបរិមាណលើសលុបរបស់ទឹក ដែលយើងធ្វើរេភ្លុចអេស្ទែរជាមួយHClរាវ ឬ H_2SO_4រាវ។

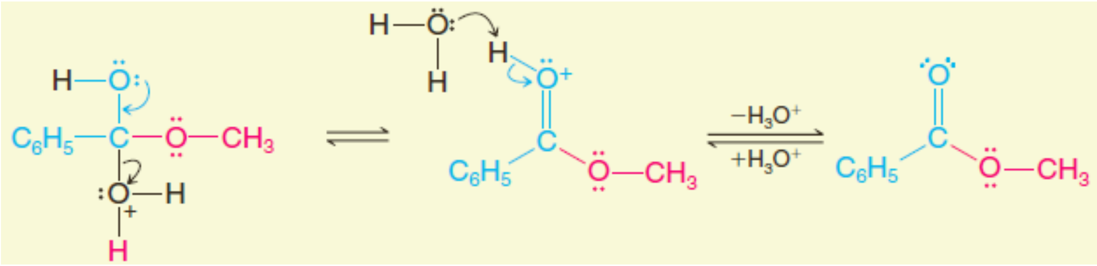
- ***ចលនការប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មកាតាលីករអាស៊ីត***



អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចទទួលប្រូតុងមួយពីកាតាលីករអាស៊ីតខ្លាំង

អាល់កុលប្រយុទ្ធលើក្រុមកាបូនីលរងប្រូតុងកម្មបង្កើតអង្គធាតុ កណ្ដាលចតុមុខមួយ

ប្រូតុងមួយបាត់បង់ពីអាតូមអុកស៊ីសែនមួយ ហើយអាតូមអុកស៊ីសែន មួយទៀតទទួល



ការបាត់បង់ម៉ូលេគុលទឹកមួយបង្កើតអេស្ទែរងប្រូតុងកម្មមួយ បន្ទេរប្រូតុងទៅឱ្យបាសបង្កើតអេស្ទែរមួយ

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.៩៖ តើកន្លែងណាដែលអ្នករំពឹងថាជាកន្លែងរបស់អុកស៊ីសែនស្លាក បើសិនជាអ្នកធ្វើប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសលើមេទីលបង់សូអាតក្នុងទឹកស្លាក^{18}O? ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មដើម្បីគាំទ្រចម្លើយរបស់អ្នក។

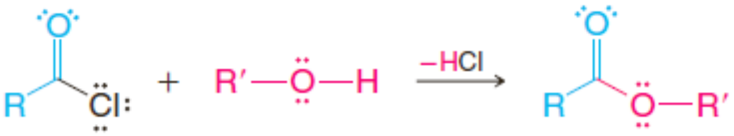
កត្តាស្តេរិចប៉ះពាល់លើល្បឿនប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសកាតាលីករអាស៊ីតនៃអេស្ទែរ។ ក្រុមធំនៅជិតមណ្ឌលប្រតិកម្ម មិនថាក្នុងអាល់កុល ឬក្នុងអាស៊ីត ធ្វើឱ្យល្បឿនប្រតិកម្មយឺត។ ឧទាហរណ៍ អាល់កុលថ្នាក់ទីពមានប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មកាតាលីករអាស៊ីតយឺតណាស់ ដោយសារពួកវាតែងតែរងប្រតិកម្មបណ្តាច់។ ប៉ុន្តែ ពួកវាអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាអេស្ទែរដោយសុវត្ថិភាពតាមរយៈការប្រើអាស៊ីលក្លួ និងអានីទ្រីតក្នុងមធ្យោបាយខាង ក្រោម។

៧.២ អេស្ទែរពីអាស៊ីលក្លរួ

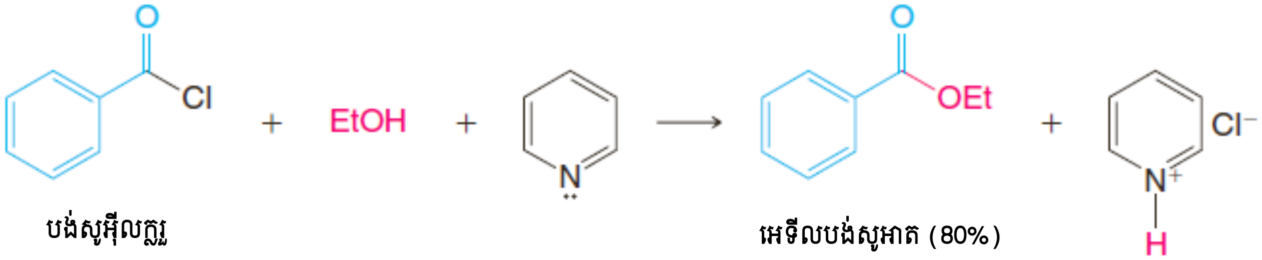
- ប្រតិកម្មនៃអាស៊ីលក្លរួជាមួយអាល់កុលគឺជាមធ្យោបាយល្អបំផុតក្នុងការសំយោគអេស្ទែរ។

ប្រតិកម្មនៃអាស៊ីលក្លរួជាមួយអាល់កុលមួយបង្កើតអេស្ទែរមួយ កើតឡើងយ៉ាងរហ័ស និងមិនត្រូវការកាតាលីករអាស៊ីតទេ។ គេតែងបន្ថែមពីរីឌីនទៅក្នុងល្បាយប្រតិកម្មដើម្បីឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយHCl ដែលកកើត (ពីរីឌីនក៏អាចមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលពីរីឌីញ៉ូមមួយ ដែលជាអង្គធាតុកណ្តាលមានប្រតិកម្មភាពចំពោះនុយក្លេអូភីលខ្លាំងជាងអាស៊ីលក្លរួ)។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែង៖



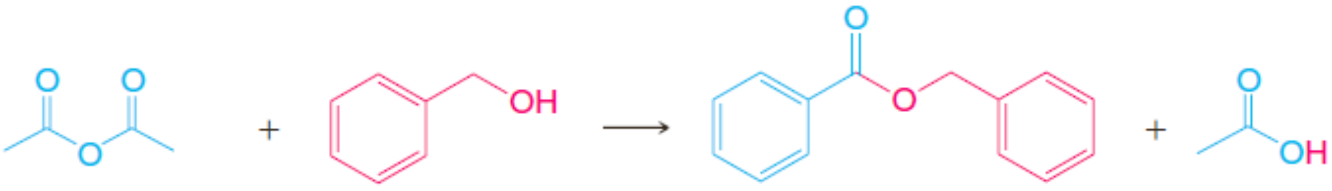
បង់សូអ៊ីលក្លរួ អេទីលបង់សូអាត (80%)

៧.៣ អេស្ទែរពីអានីទ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អានីទ្រីតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក៏មានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុលបង្កើតអេស្ទែរក្រោមវត្តមានកាតាលីករអាស៊ីតមួយដែរ។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

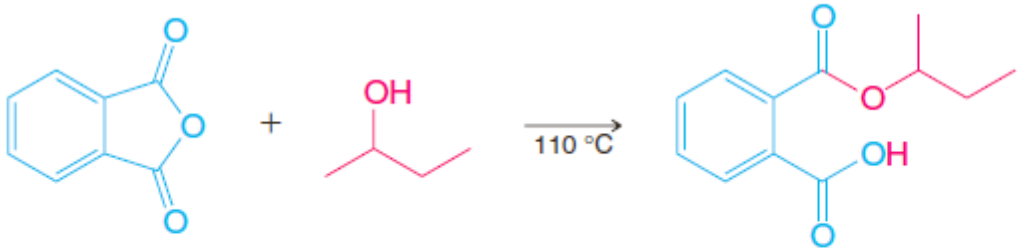
ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែង៖



អានីឌ្រីតអាសេទិច　　បង់ស៊ីលអាល់កុល　　បង់ស៊ីលអាសេតាត

- ការសំយោគអេស្ទែរត្រូវបានអនុវត្តន៍ល្អបំផុតដោយប្រតិកម្មរបស់អាល់កុលមួយជាមួយអាស៊ីលលក្លរួ ឬអានីឌ្រីតមួយ។ រេអាក់ទីបទាំងនេះអាចបញ្ចៀសនូវការប្រើអាស៊ីតខ្លាំង ដូចដែលប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មកតាលីករអាស៊ីតត្រូវការ។ អាស៊ីតខ្លាំងមួយអាចបណ្តាលឱ្យមានប្រតិកម្មបន្ទាប់បន្សំកើតឡើងអាស្រ័យលើវត្តមានរបស់បង្គំនាទីផ្សេងទៀត។

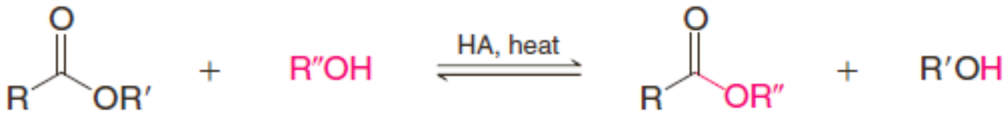
អានីឌ្រីតវង់មានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុល១ម៉ូលបង្កើតសមាសធាតុមួយដែលជាអេស្ទែរផង និងអាល់កុលផង៖



អានីឌ្រីតផ្តាលិច　　សិក-ប៊ុយទីលអាល់កុល　　សិក-ប៊ុយទីលអ៊ីដ្រូសែនផ្តាឡាត

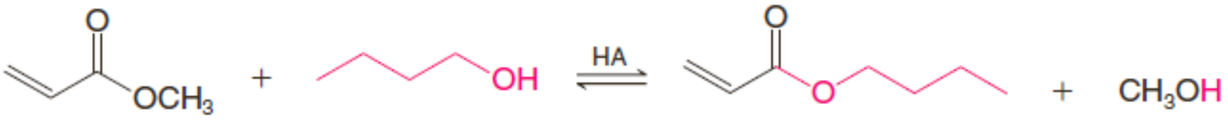
(97%)

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១០៖ អេស្ទែរអាចត្រូវបានសំយោគដយប្រតិកម្មត្រង់ស្សអេស្ទែរកម្ម(transesterifications)៖



អេស្ទែរbpខ្ពស់　　អាល់កុលbpខ្ពស់　　អេស្ទែរ bpខ្ពស់　　អាល់កុលbpទាប

ក្នុងដំណើរការនេះ យើងរំកិលលំនឹងទៅខាងស្តាំដោយធ្វើបំណិតអាល់កុលbpទាបពីល្បាយប្រតិកម្ម។ ចលនការប្រតិកម្មត្រង់ស្សអេស្ទែឬកម្មស្រដៀងគ្នាទៅនឹងចលនការប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មកាតាលីករអាស៊ីត (ឬអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរកាតាលីករអាស៊ីត)។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មត្រង់ស្សអេស្ទែរកម្មខាងក្រោម៖

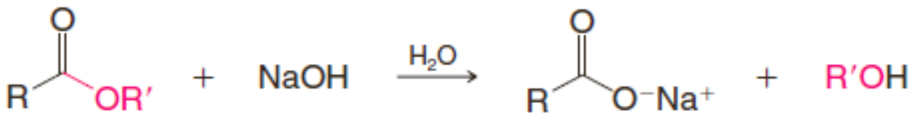


មេទីលអាគ្រីឡាត　　ប៊ុយទីលអាល់កុល　　ប៊ុយទីលអាគ្រីឡាត (94%)　　មេតាណុល

៧.៤ អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអេស្ទែរ ៖ ប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម

- អេស្ទែររងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាស រួមទាំងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតផងដែរ។

អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសត្រូវបានគេហៅថា**ប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម** (saponification) ពីពាក្យឡាតាំង sapo មានន័យថាសាប៊ូ (soap)។ ឧទាហរណ៍ ការធ្វើរេភ្លុចអេស្ទែរមួយជាមួយសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតបង្កើតអាល់កុល មួយ និងអំបិលសូដ្យូមរបស់អាស៊ីត៖

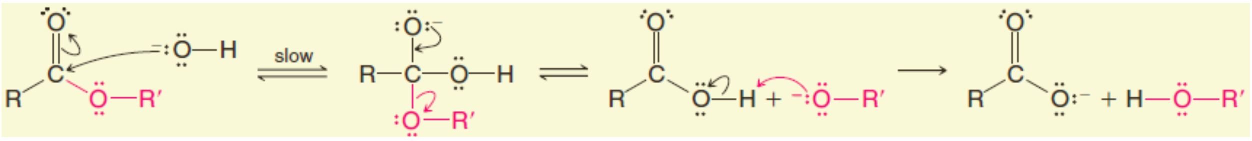


អេស្ទែរ **សូដ្យូមកាបុកស៊ីឡាត** **អាល់កុល**

អ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយចំពោះប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល ពីព្រោះវាមានបន្ទុកអវិជ្ជមាន។ ដូចនេះ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអេស្ទែរមួយជាប្រតិកម្មមិនអាចត្រលប់វិញបាន។

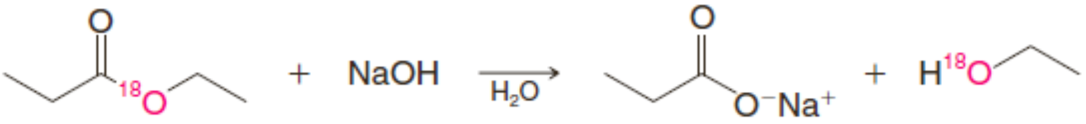
ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអេស្ទែរមួយក៏ទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលនៅលើកាបូនអាស៊ីលដែរ។

- ***ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអេស្ទែរ***

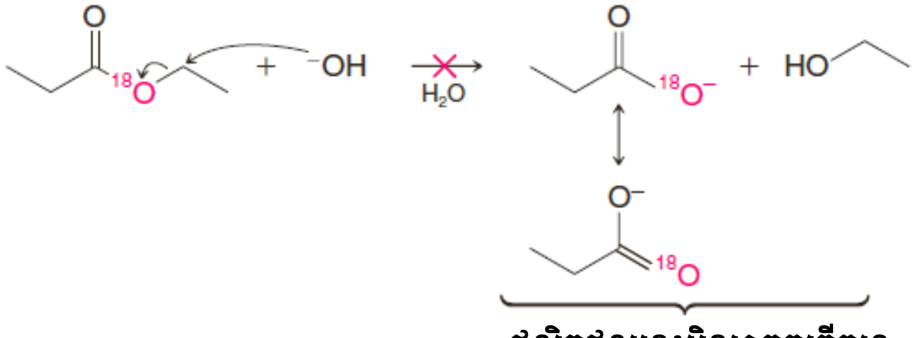


អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតប្រយុទ្ធលើកាបូនកាបូនីល **អង្គធាតុចតុមុខបោះបង់អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមួយ** **បន្ទេរប្រូតុងមួយបង្កើតផលិតផលរបស់ប្រតិកម្ម**

ភស្តុតាងនៃចលនការនេះបានមកពីការសិក្សាដែលធ្វើលើអេស្ទែរមានស្លាកអ៊ីសូតូប។ នៅពេលអេទីលប្រូប៉ាណូអាតតដែលស្លាក^{18}O លើអុកស៊ីសែនអេទែររបស់អេស្ទែរ (ខាងក្រោម)រងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសជាមួយ NaOHពារ^{18}Oទាំងអស់បង្ហាញឡើងក្នុងអេតាណុលដែលកកើត។ មិនមែន^{18}Oកើតឡើងក្នុងអ៊ីយ៉ុងប្រូប៉ាណូអាតទេ៖

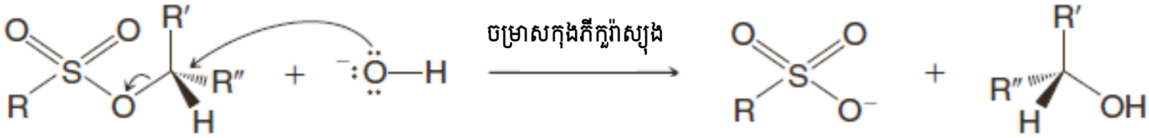


ការធ្វើស្លាកនេះគាំទ្រដល់ចលនការខាងលើ (ចូរសរសេរដំណាក់កាលទាំងអស់ដោយខ្លួនឯង ហើយតាមមើលអុកស៊ីសែនស្លាករហូតដល់ផលិតផល)។ បើសិនអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតប្រយុទ្ធលើកាបូនអាល់គីលជំនួសឱ្យកាបូនអាស៊ីល អាល់កុលដែលទទួលបានអាចមិនមានអុកស៊ីសែនស្លាកទេ។ គេមិនដែលសង្កេតឃើញមានការប្រយុទ្ធលើកាបូនអាល់គីលទេ។



ផលិតផលនេះមិនអាចកកើតទេ

ទោះបីជាការប្រយុទ្ធនុយក្លេអូភីលលើកាបូនអាល់គីលកើតឡើងដោយកម្រជាមួយអេស្ទែរនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចក៏ដោយ វាជារបៀបប្រយុទ្ធដែលគេចង់បានលើអេស្ទែរអាស៊ីតស៊ុលផូនិច (ដូចជាតូស៊ីឡាត មេស៊ីឡាត និងទ្រីផ្លាត)។

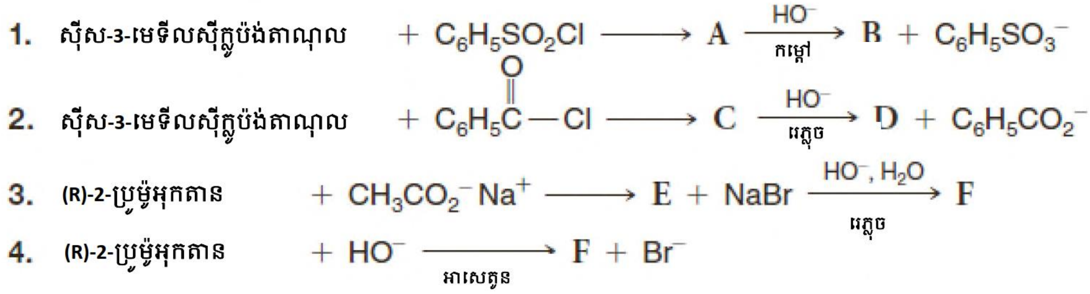


អាល់គីលស៊ុលផូណាត

គេចង់បានចលនការនេះជាមួយអាល់គីលស៊ុលផូណាត

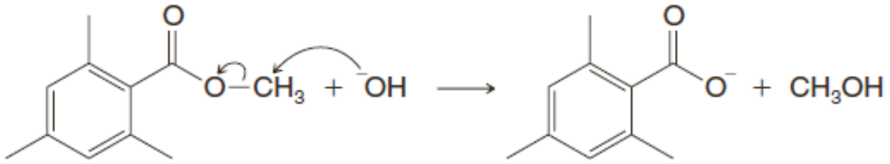
លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១១៖

a. ចូរសរសេររូបមន្តស្តេរ៉េអូគីមីរបស់សមាសធាតុ A – F៖



b. តើវិធីទី3 ឬ ទី4 ដែលអ្នករំពឹងថានឹងអាចបង្កើត Fក្នុងទិន្នផលខ្ពស់? ហេតុអ្វី?

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១២៖ អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃមេទីលមេស៊ីតូអាតកើតឡើងតាមរយៈការប្រយុទ្ធលើកាបូនអាល់កុល មិនមែនកាបូនអាស៊ីលទេ៖



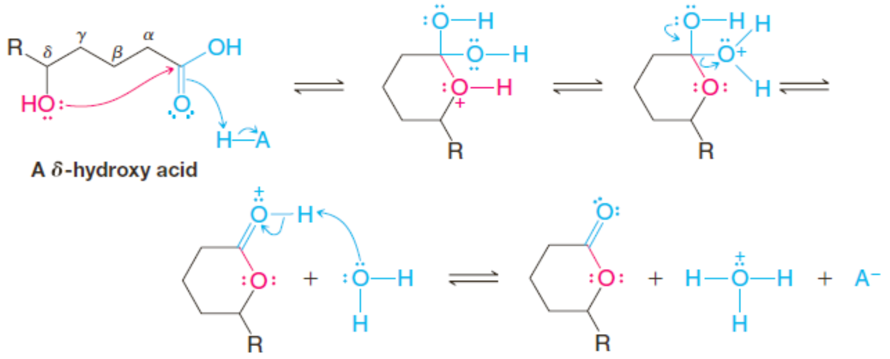
មេទីលមេស៊ីតូអាត

a. ចូរឱ្យមូលហេតុដែលធ្វើឱ្យមានលក្ខណៈមិនធម្មតានេះ?

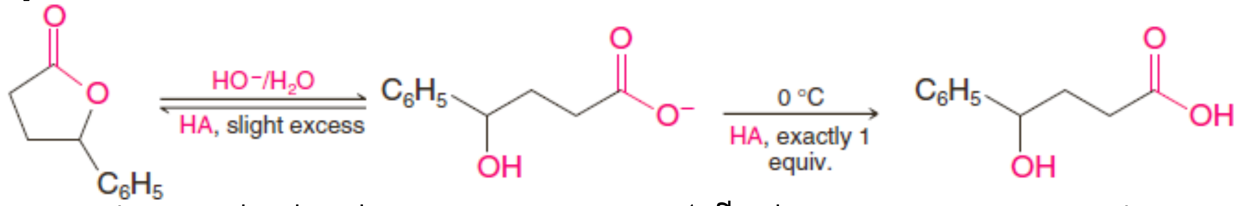
b. ចូរលើកការពិសោធន៍ដោយប្រើសមាសធាតុស្លាកដើម្បីបញ្ជាក់អំពីរបៀបប្រយុទ្ធនេះ។

៧.៥ ឡាក់តូន

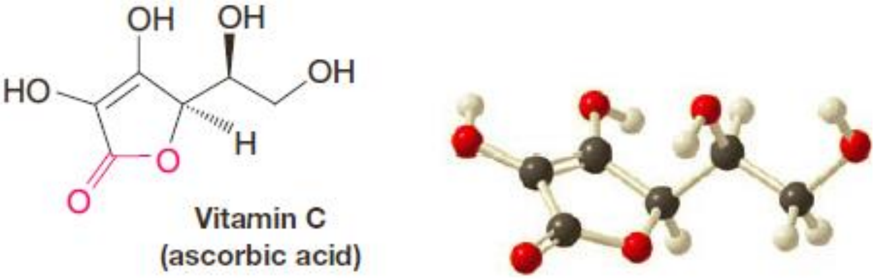
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលម៉ូលេគុលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលមួយលើកាបូន γ ឬ δ រងប្រតិកម្មអេស្ទែរកម្មអន្តរម៉ូលេគុលបង្កើតអេស្ទែរវង់ ដែលគេហៅថា γ- ឬ δ-ឡាក់តូន។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវការកាតាលីករអាស៊ីត៖



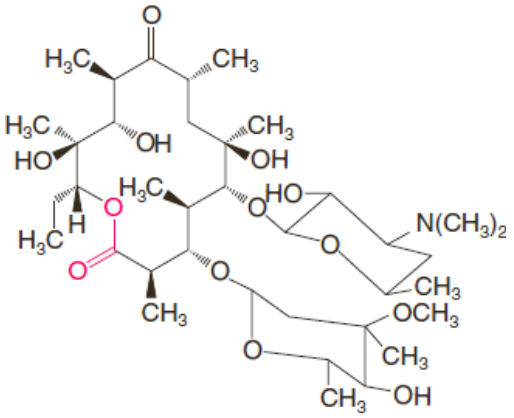
ឡាក់តូនរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសដោយបាសរាវដូចអេស្ទែរផ្សេងទៀតដែរ។ ប៉ុន្តែអាស៊ីតកម្មនៃអំបិលសូដ្យូមអាចធ្វើឱ្យត្រលប់ថយក្រោយទៅជា γ- ឬ δ-ឡាក់តូន ជាពិសេសបើសិនជាគេប្រើអាស៊ីតលើស៖



ឡាក់តូនជាច្រើនកើតឡើងក្នុងធម្មជាតិ។ ឧទាហរណ៍ វីតាមីន C (ខាងក្រោម)ជាγ-ឡាក់តូនមួយ។ អង់ទីប្យូទិចខ្លះដូចជាអ៊ីរីត្រូមីស៊ីន និងណូណាក់ទីនជាឡាក់តូនដែលមានវង់ធំ (ហៅថាឡាក់តូនម៉ាក្រូស៊ីគ្លិច) ប៉ុន្តែឡាក់តូនដែលកើតក្នុងធម្មជាតិស្ទើរតែទាំងអស់ជាγ- ឬδ-ឡាក់តូន ដែលមានវង់សមាជិកតែ៥ ឬ៦អាតូម ប៉ុណ្ណោះ។

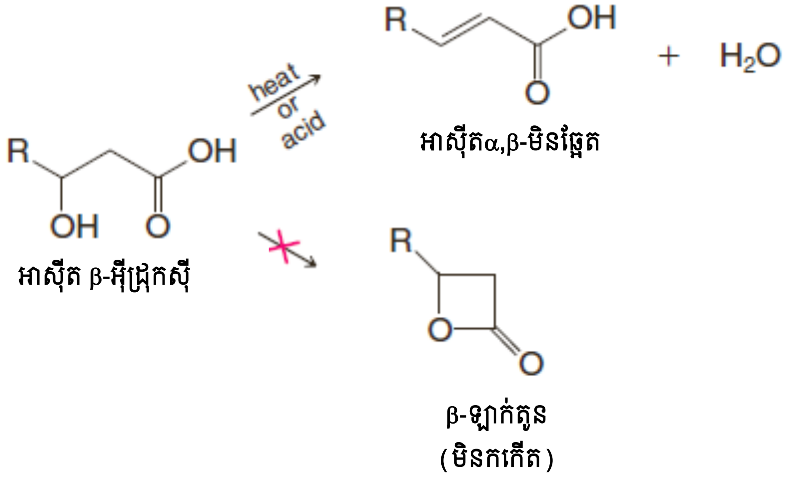


Vitamin C
(ascorbic acid)



អ៊ីរីត្រូមីស៊ីនA

β-ឡាក់តូន (ឡាក់តូនដែលមានសមាជិកវង់៤អាតូម) ត្រូវបានរកឃើញជាអង្គធាតុកណ្ដាលក្នុងប្រតិកម្មខ្លះ ហើយខ្លះទៀតត្រូវបានញែកចេញ។ ប៉ុន្តែពួកវាមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ បើសិនជាគេចង់បង្កើតβ-ឡាក់តូនពី អាស៊ីតβ-អ៊ីដ្រុកស៊ី ប្រតិកម្មបណ្ដាច់β តែងតែកើតឡើងជំនួសវិញ៖



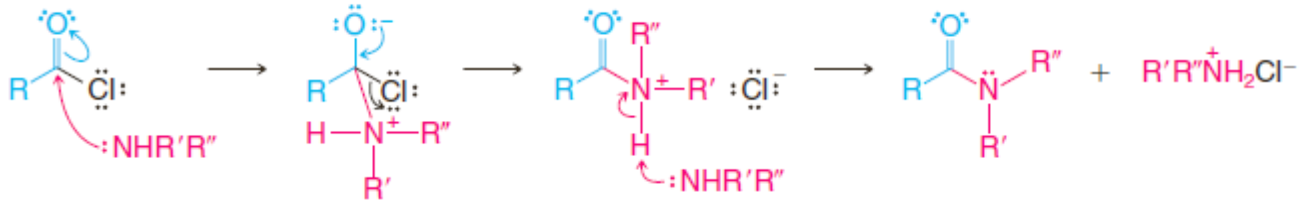
៨. អាមីត

៨.១ ការសំយោគអាមីត

គេអាចសំយោគអាមីតតាមមធ្យោបាយផ្សេងៗ ដោយចាប់ផ្ដើមពីអាស៊ីលក្លរ អានីឌ្រីតអាស៊ីត អេស្ទែរអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអំបិលកាបុកស៊ីឡាត។ វិធីសាស្ត្រទាំងអស់នេះទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីល ដោយអាម៉ូញ៉ាក់ ឬអាមីនមួយលើកាបូនអាស៊ីល។ ដូចដែលយើងរំពឹងទុក អាស៊ីតក្លរមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងជាងគេ ហើយអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតមានប្រតិកម្មភាពខ្សោយជាងគេ។

៨.២ អាមីតពីអាស៊ីលក្លរ

អាម៉ូញាក់ អាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ទាំងអស់មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរយ៉ាងលឿនបង្កើតអាមីត គេប្រើអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនលើសដើម្បីបន្សាប HCl ដែលកកើត៖



ប្រតិករ

អាម៉ូញាក់៖ R′, R″=H

អាមីន1⁰ ៖ R′=H, R″=អាល់គីល, អារីល

អាមីន2⁰៖ R′, R″ =អាល់គីល, អារីល

ផលិតផល

អាមីតមិនជួស៖ R′, R″=H

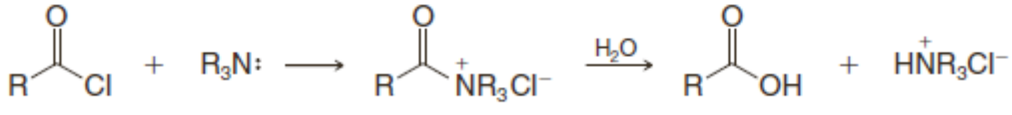
អាមីត N-ជួស ៖ R′=H, R″=អាល់គីល, អារីល

អាមីត N,N-ឌីជួស៖ R′, R″ =អាល់គីរ, អារីល

- ប្រតិកម្មរវាងអាមីនមួយជាមួយអាស៊ីលក្លរត្រូវបានគេប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយជាវិធីសាស្ត្រពិសោធន៍សំរាប់សំយោគអាមីត ពីព្រោះអាស៊ីលក្លរងាយស្រួលទង្វើពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។

ប្រតិកម្មរវាងអាស៊ីលក្លរ និងអាមីនមួយ (ឬអាម៉ូញាក់) តែងតែកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ (ឬក្រោម) ហើយបង្កើតអាមីតក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។

អាស៊ីលក្លរក៏មានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី៣ដោយប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលមួយដែរ។ ប៉ុន្តែអ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលអាម៉ូញ៉ូមដែលកកើតមិនមានស្ថេរភាពក្រោមវត្តមានទឹក ឬជាតុរំលាយអ៊ីដ្រុកស៊ីលណាមួយទេ៖

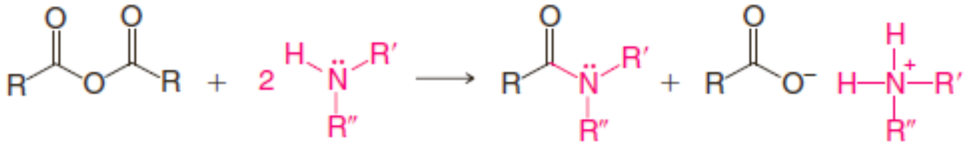


អាស៊ីលក្លរ អាមីន3⁰ អាស៊ីលអាម៉ូញ៉ូមក្លរ

អ៊ីយ៉ុងអាស៊ីលពីរីឌីញ៉ូមក៏ទាក់ទងជាអង្គធាតុកណ្ដាលក្នុងប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរទាំងនេះដែរ បើសិន ជាប្រតិកម្មធ្វើឡើងក្រោមវត្តមានពីរីឌីន។

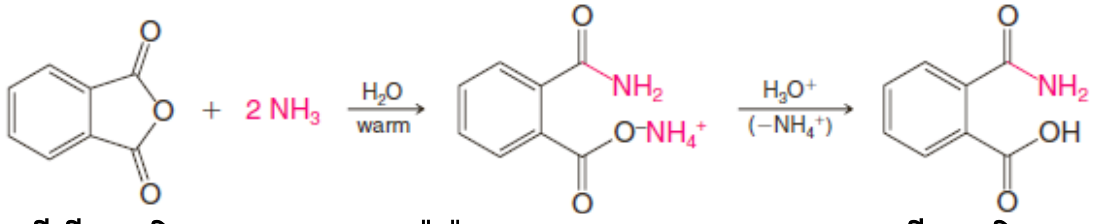
៨.៣ អាមីតពីអានីឌ្រីតកាបុកស៊ីលិច

អានីឌ្រីតអាស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ បង្កើតអាមីតពីប្រតិកម្ម ដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរ៖



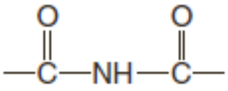
R, R′ អាចជា H, អាល់គីល ឬអារីល

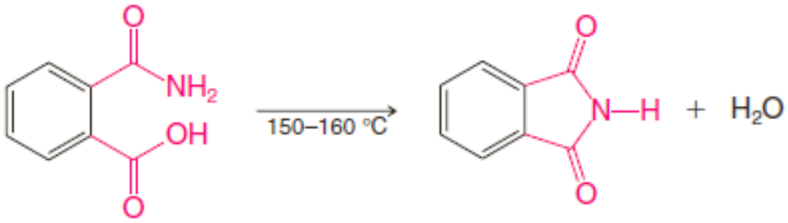
អានីឌ្រីតវង់មាមប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនមួយក្នុងករណីទូទៅដូចគ្នានឹងអានីឌ្រីតអាស៊ីត្លិចដែរ ប៉ុន្តែប្រតិកម្មបង្កើតផលិតផលមួយដែលជាអាមីតផង និងអំបិលអាម៉ូញ៉ូមផង។ ការធ្វើអាស៊ីតកម្មលើអំបិលអាម៉ូញ៉ូមបង្កើតសមាសធាតុមួយដែលជាអាស៊ីតផង និងអាមីតផង៖



អានីឌ្រីតផ្តាលិច **អាម៉ូញ៉ូមផ្តាឡាត** (94%) **អាស៊ីតផ្តាលិច** (81%)

ការកំដៅអាស៊ីតអាមីតបណ្តាលឱ្យមានប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មកើតឡើង និងបង្កើតអ៊ីមីត។ អ៊ីមីតមានតំណាសម្ព័ន្ធដូចខាងក្រោម៖



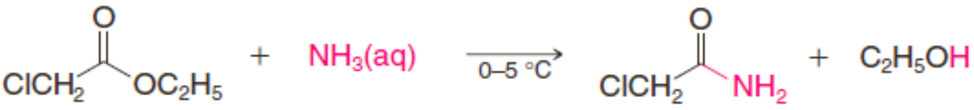


អាស៊ីតផ្តាឡាមិច **ផ្តាឡាអ៊ីមីត** (~100%)

៨.៤ អាមីតពីអេស្ទែរ

អេស្ទែរវង់ប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលនៅលើអាតូមកាបូនអាស៊ីលនៅ ពេលពួកវាត្រូវបានធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ (ហៅថា **អាម៉ូណូលីស** (ammonolysis)) ឬជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២។ ប្រតិកម្មនេះកើតឡើងយឺតជាងប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរួ និងអានីឌ្រីតខ្លាំងណាស់ ប៉ុន្តែពួកវានៅតែជាមាន ប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគ៖

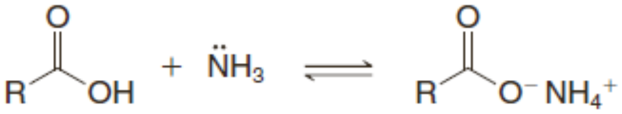
R′ និង/ឬ R″ អាចជា H



អេទីលក្លរ៉ូអាសេតាត **ក្លរ៉ូអាសេតាមីត**

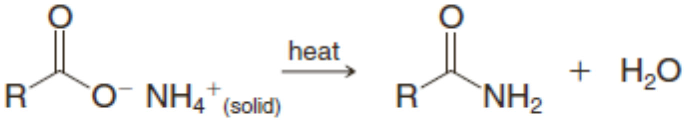
៨.៥ អាមីតពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអាម៉ូញ៉ូមកាបុកស៊ីឡាត

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់រាវបង្កើតអំបិលអាម៉ូញ៉ូម៖



អាម៉ូញ៉ូមកាបុកស៊ីឡាត

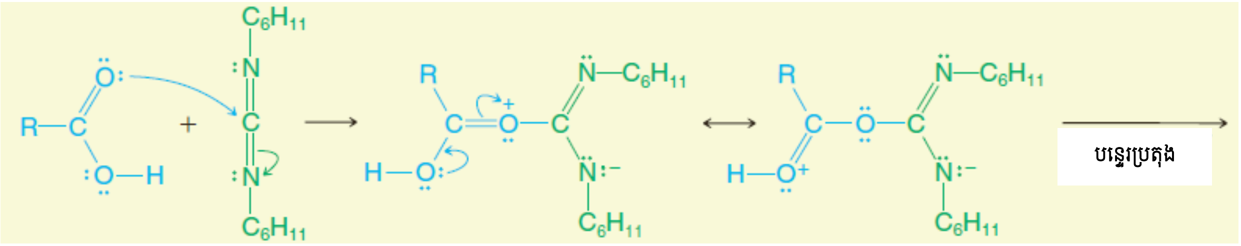
ដោយសារតែប្រតិកម្មភាពរបស់អ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតចំពោះប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលខ្សោយ ប្រតិកម្មបន្ថែមមិនអាចកើតឡើងនៅក្នុងសូលុយស្យុងទឹកទេ។ ប៉ុន្តែ បើសិនយើងរំហួតទឹកចេញ ហើយដុតកម្តៅអំបិលស្ងួត ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មបង្កើតអាមីតមួយ៖



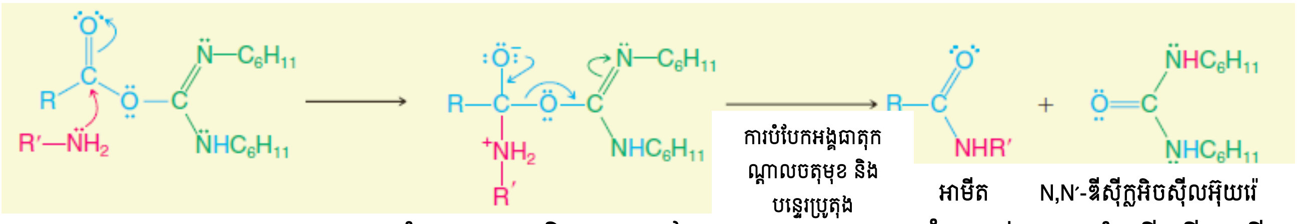
ជាទូទៅនេះជាវិធីសាស្ត្រអន់មួយក្នុងការទង្វើអាមីត។ វិធីសាស្ត្រល្អជាងនេះមួយគឺបម្លែងអាស៊ីតទៅជាអាស៊ីលក្លរួ ហើយបន្ទាប់មកដាក់វាឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនមួយ (ផ្នែកទី៨ខ)។

អាមីតមានសារសំខាន់ណាស់ក្នុងគីមីជីវៈ។ ចំណងដែលភ្ជាប់អាស៊ីតអាមីនេជាប់គ្នាបង្កើតជាប្រូតេអ៊ីនជាចំណងអាមីត។ ជាផលវិបាក ការស្រាវជ្រាវជាច្រើនត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីរកវិធីសាស្ត្រងាយក្នុងការសំយោគអាមីត។ ឌីអាល់គីលកាបូឌីអ៊ីមីត (R–N =C=C–R) ដូចជាឌីអ៊ីសូប្រូពីលកាបូឌីអ៊ីមីត និងឌីស៊ីក្លូអិចស៊ីលកាបូឌីអ៊ីមីត(DCC) ជារ៉េអាក់ទីបពិសេសសម្រាប់សំយោគអាមីត។ ឌីអាល់គីលកាបូឌីអ៊ីមីតជំរុញឱ្យមាន ការកកើតដោយប្រតិកម្មជាមួយក្រុមកាបុកស៊ីលរបស់អាស៊ីត និងធ្វើឱ្យវាសកម្មចំពោះប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីល។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មសំយោគអាមីតជម្រុញដោយ DCC*



ឌីស៊ីក្លូអិចស៊ីលកាបូឌីអ៊ីមីត (DDC)

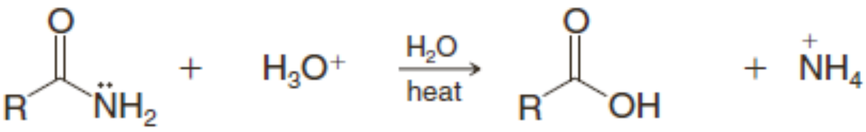


អង្គធាតុកណ្តាលក្នុងការសំយោគនេះមិនត្រូវការញែកចេញទេ ហើយដំណាក់កាលទាំងពីរកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់។ អាមីតត្រូវបានបង្កើតក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។

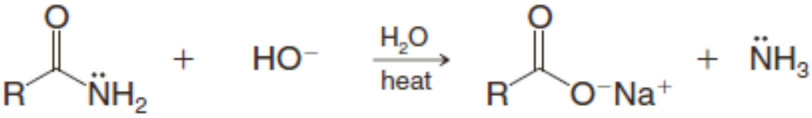
៨.៦ អ៊ីដ្រូលីសអាមីត

- អាមីតរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនៅពេលពួកវាត្រូវបានដុតកម្តៅជាមួយអាស៊ីត ឬបាសរាវ។

អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត



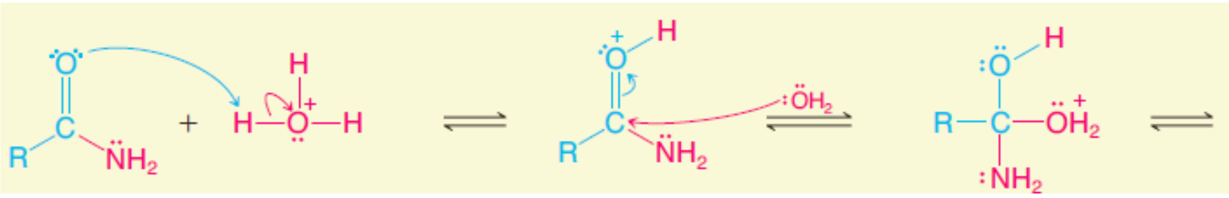
អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាស



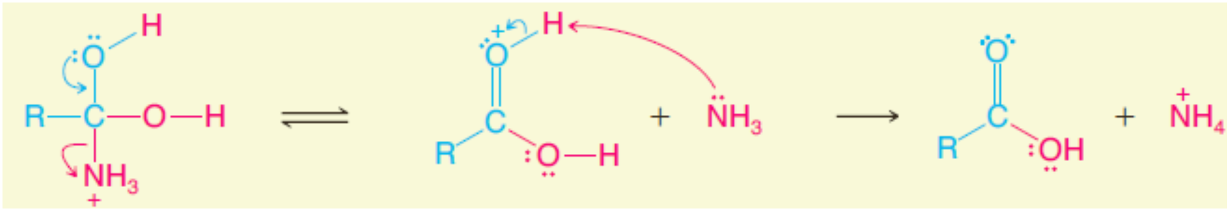
អាមីតN-ជំនួស និងអាមីត N,N-ឌីជំនួសរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត ឬបាសរាវ។ អ៊ីដ្រូលីសអាមីតតាមវិធីសាស្ត្រទាំងពីរកើតឡើងយឺតជាងអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរដែលត្រូវគ្នា។ ដូចនេះ ជាទូទៅ អ៊ីដ្រូលីស អាមីតត្រូវការល័ក្ខខ័ណ្ឌជម្រុញនៃកម្តៅ និងអាស៊ីត ឬបាសខ្លាំង។

ចលនការអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតរបស់អាមីតមួយស្រដៀងគ្នាទៅនឹងផ្នែកទីពក របស់ចលនការ អ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតនៃអេស្ទែរ។ ទឹកមានអំពើជានុយក្លេអូភីល ហើយប្រយុទ្ធលើអាមីតរងប្រូតុងកម្ម។ ក្រុមចាកចេញក្នុងអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតរបស់អាមីតគឺអាម៉ូញាក់ (អាមីនមួយ)។

- ***ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានរបស់អាមីត***



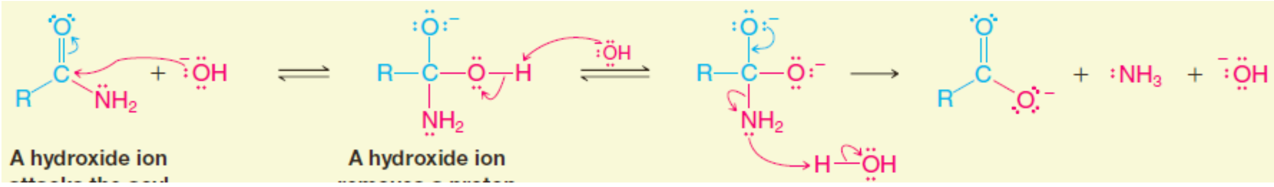
កាបូនីលអាមីតទទួលប្រូតុង មួយពីអាស៊ីតរាវ | ម៉ូលេគុលទឹកប្រយុទ្ធលើកាបូនីលរងប្រូតុងកម្ម បង្កើតអង្គធាតុកណ្តាលចតុមុខមួយ | អាតូមអុកស៊ីសែនបោះបង់ប្រូតុង ហើយអាសូតទទួលយកប្រូតុងនេះ



ការបាត់បង់ម៉ូលេគុលអាម៉ូញាក់បង្កើតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរងប្រូតុងកម្ម | ការបញ្ជូនប្រូតុងមួយទៅឱ្យ អាម៉ូញាក់បង្កើតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម

មានភស្តុតាងដែលបញ្ជាក់ថាអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអាមីត អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតមានអំពើជានុយក្លេអូភីលផង និងជាបាសផង។

- ***ចលនការប្រតិម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាសនៃអាមីត***

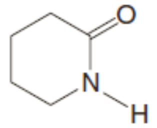


អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតប្រយុទ្ធលើកាបូនអាស៊ីលរបស់អាមីត | អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត ដកប្រូតុងមួយបង្កើត ឌីអាញ៉ុង | ឌីអាញ៉ុងបោះបង់ម៉ូលេគុលរបស់អាម៉ូញាក់ (ឬអាមីន) ជំណាក់ កាលនេះត្រូវបានកើតឡើង ជាមួយបន្ទេរប្រូតុងពីទឹកដោយសារតែកម្លាំងបាសរបស់ NH_2^-

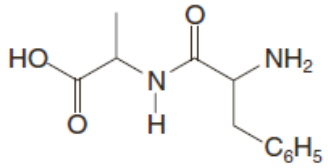
លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១៣៖ តើផលិតផលណាដែលអ្នកទទួលបានពីអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត និងបាសរបស់ អាមីតខាងក្រោម?

a. N, N-ឌីមេទីលបង់សាមីត

b.

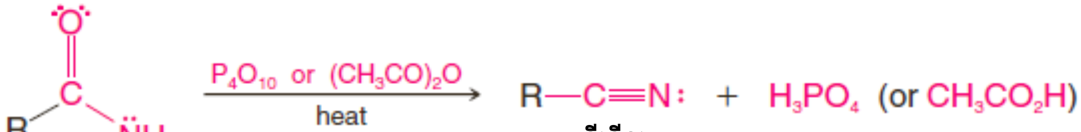


c.



៨.៧ នីទ្រីលពីដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាមីត

អាមីតមានប្រតិកម្មជាមួយP_4O_{10} (សមាសធាតុមួយដែលគេតែងតែហៅថាផូស្វរអុកស៊ីត និងសរសេរ P_2O_5) ឬអានីឌ្រីតអាសេទិចកំពុងពុះបង្កើតនីទ្រីល៖

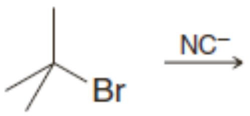


នេះជាវិធីសាស្ត្រសំយោគមានប្រយោជន៍មួយសម្រាប់ទង្វើនីទ្រីលដែលមិនអាចទង្វើពីប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលរវាងអាល់គីលអាឡូសែនួ និងអ៊ីយ៉ុងស្យានួ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១៤៖

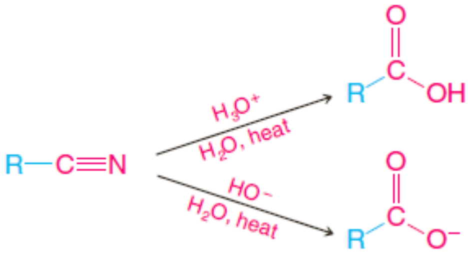
a. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវការសម្រាប់ធ្វើការបម្លែងខាងក្រោម៖

b. តើផលិតផលណាដែលអ្នកទទួលបាន បើសិនអ្នកចង់សំយោគនីទ្រីលខាងលើដោយវិធីសាស្ត្រខាងក្រោម៖



៨.៨ អ៊ីដ្រូលីសនីទ្រីល

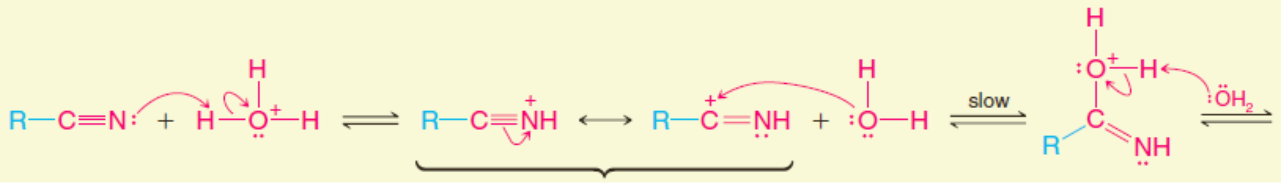
- នីទ្រីលមានទំនាក់ទំនងនឹងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ពីព្រោះអ៊ីដ្រូលីសសព្វនៃនីទ្រីលមួយបង្កើតអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ ឬអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតមួយ (មើលផ្នែក១៦.៩ និង១៧.៣)៖



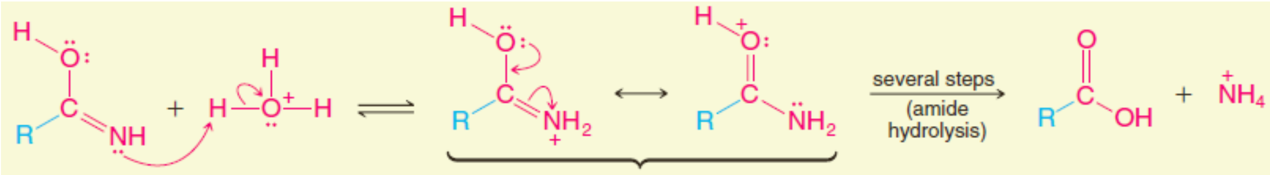
ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសទាំងនេះទាក់ទងនឹងចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអាមីតក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន អាស៊ីត និងបាស។

ក្នុង**ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត**របស់នីទ្រីល ដំណាក់កាលទី១ជាការធ្វើប្រូតុងកម្មលើអាតូមអាសូត។ ប្រូតុងកម្មនេះ(ក្នុងលំដាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោម)បង្កើនភាពប៉ូលែរបស់ក្រុមនីទ្រីលហើយធ្វើឱ្យអាតូមកាបូនកាន់តែងាយទទួលការប្រយុទ្ធពីនុយក្លេអូភីលខ្សោយគឺទឹក។ ការបាត់បង់ប្រូតុងពីអាតូមអុកស៊ីសែនបង្កើតទម្រង់តូតូមែររបស់អាមីត។ ការទទួលប្រូតុងលើអាតូមអាសូតបង្កើតអាមីតរងប្រូតុងកម្មមួយ ហើយពីចំណុចនេះទៅដំណាក់កាលទាំងអស់ដូចគ្នាទៅនឹងដំណាក់កាលក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអាមីតមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត (ផ្នែក១៧.៨.ឌ) (ក្នុងH_2SO_4ខាប់ ប្រតិកម្មឈប់ត្រង់អាមីតរងប្រូតុងកម្ម ហើយនេះជាមធ្យោបាយមានប្រយោជន៍ក្នុងការបង្កើតអាមីតពីនីទ្រីល)។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនីទ្រីលមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត*



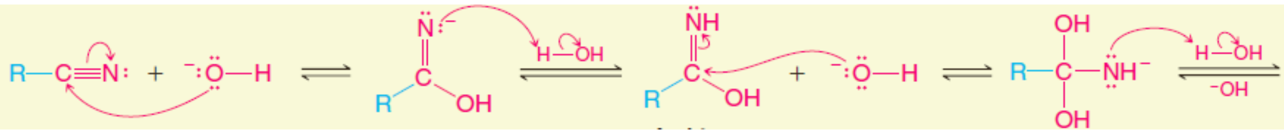
នីទ្រីលរងប្រូតុងកម្ម



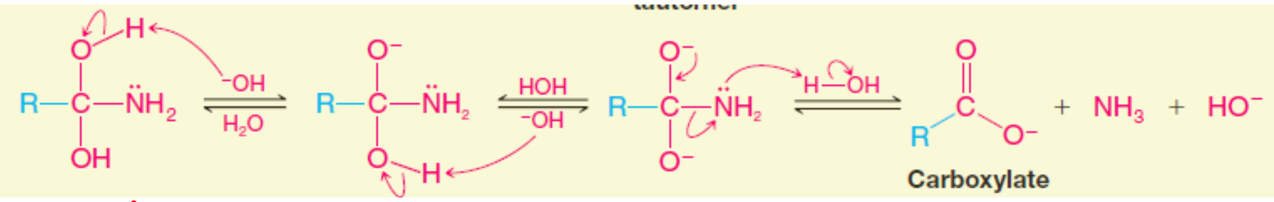
តូតូមែរអាមីត **អាមីតរងប្រូតុងកម្ម**

ក្នុងអ៊ីដ្រូលីសមជ្ឈដ្ឋានបាស អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតប្រយុទ្ធលើកាបូននីទ្រីល ហើយប្រូតុងកម្មបន្តបន្ទាប់បង្កើតតូតូមែរអាមីត។ ការប្រយុទ្ធបន្ថែមដោយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតធ្វើឱ្យអ៊ីដ្រូលីសប្រព្រឹត្តទៅស្រដៀងគ្នានឹងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអាមីតមជ្ឈដ្ឋានបាស (ផ្នែក១៧.៨ច) (ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌសមស្រប អាមីតអាចត្រូវបានញែក ចេញនៅពេលនីទ្រីលរងអ៊ីដ្រូលីស)។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនីទ្រីលមជ្ឈដ្ឋានបាស*

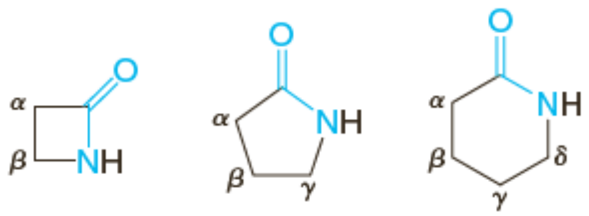


តូតូមែរអាមីត



៨.៩ ឡាក់តាម

អាមីតវង់ត្រូវបានគេហៅថា**ឡាក់តាម** (lactams)។ ទំហំរបស់វង់ឡាក់តាមត្រូវបានតាងដោយអក្សរក្រិច ក្នុងមធ្យោបាយមួយស្រដៀងគ្នានឹងការហៅឈ្មោះឡាក់តូន។

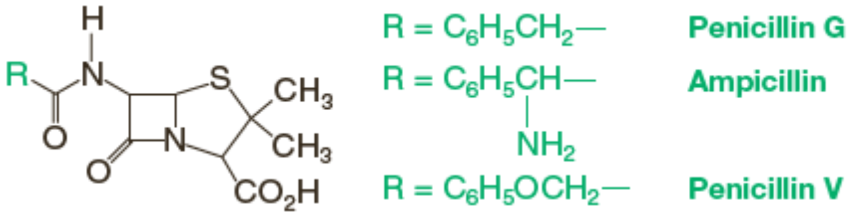


β-ឡាក់តាម γ-ឡាក់តាម δ-ឡាក់តាម

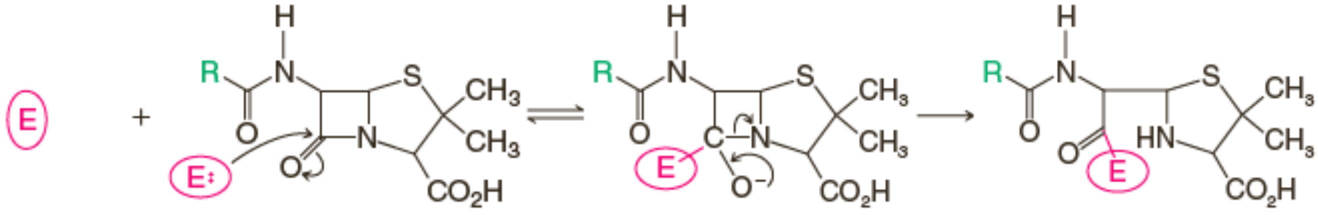
γ-ឡាក់តាម និងδ-ឡាក់តាម តែងតែកើតឡើងដោយឯកឯងពីអាស៊ីតγ- និង δ-អាមីនេ។ ប៉ុន្តែ β-ឡាក់តាមមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ វង់៤អាតូមរបស់វាអាចបើកយ៉ាងងាយក្រោមវត្តមានរ៉េអាក់ទីបនុយក្លេអូភីល។

គីមីវិទ្យានៃពីនីស៊ីលីន

អង់ទីប្យូទិចពីនីស៊ីលីន (មើលទម្រង់ខាងក្រោម) មានវង់β-ឡាក់តាមមួយៈ

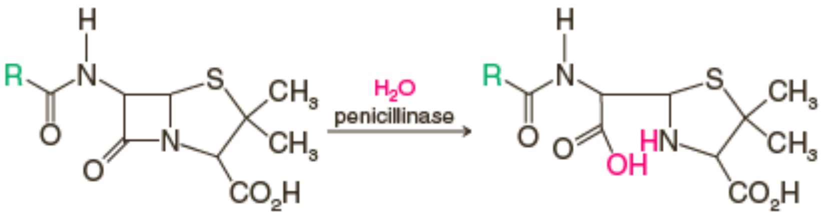


ពីនីស៊ីលីនមានអំពើដោយរារាំងការសំយោគជញ្ជាំងកោសិការបស់បាក់តេរី។ គេគិតថា ពួកវាធ្វើដូចនេះដោយប្រតិកម្មជាមួយក្រុមអាមីណូរបស់អង់ស៊ីមសម្រាប់សំយោគជីវៈនៃជញ្ជាំងកោសិកា។ ប្រតិកម្មនេះទាក់ទងនឹងការបើកវង់របស់β-ឡាក់តាម និងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មនៃអង់ស៊ីម ដែលធ្វើឱ្យវាអសកម្ម។



អង់ស៊ីមសកម្ម ពេនីស៊ីលីន អង់ស៊ីមសកម្ម អង់ស៊ីមអសកម្ម

ភាពធន់បាក់តេរីទៅនឹងអង់ទីប្យូទិចពេនីស៊ីលីនជាបញ្ហាធ្ងន់ធ្ងរសម្រាប់ការព្យាបាលជំងឺឆ្លង។ បាក់តេរីដែលអាចធន់ទៅនឹងពីនីស៊ីលីនបង្កើតអង់ស៊ីមហៅថាពេនីស៊ីលីណាស។ ពេនីស៊ីលីណាសធ្វើអ៊ីដ្រូលីសវង់ β-ឡាក់តាមរបស់ពេនីស៊ីលីន បង្កើតអាស៊ីតពេនីស៊ីឡូអ៊ិច។ ដោយសារតែអាស៊ីតពេនីស៊ីឡូអ៊ិចមានអំពើជាភ្នាក់ងារអាស៊ីលកម្មមួយ វាមិនអាចរារាំងការសំយោគជញ្ជាំងកោសិកាបាក់តេរី ដោយចលនការខាងលើបានទេ។

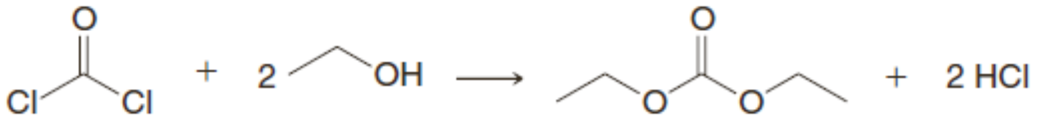


ពីនីស៊ីលីន អាស៊ីតពេនីស៊ីឡូអ៊ិច

៩. ស្រលាយអាស៊ីតកាបូនិច

អាស៊ីតកាបូនិច HO-CO-OH ជាសមាសធាតុមិនមានស្ថេរភាពមួយដែលអាចបំបែកដោយខ្លួនឯងទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត និងទឹក ដូចនេះមិនអាចញែកវាចេញបានទេ។ ប៉ុន្តែអាស៊ីលក្លរួ អេស្ទែរ និងអាមីតដែលបានមកពីអាស៊ីតកាបូនិចជាសមាសធាតុមានស្ថេរភាពដែលមានការអនុវត្តសំខាន់។

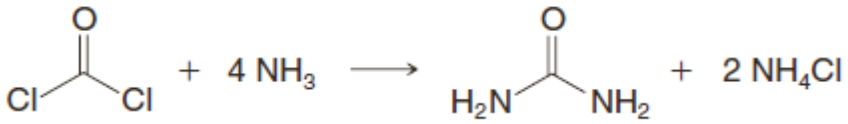
កាបូនីលឌីក្លរ (ClCOCl) ជាសមាសធាតុពុលខ្លាំងដែលគេហៅថា **ផូសជែន (phosgene)** អាចត្រូវបានគេគិតថាជាឌីអាស៊ីលក្លររបស់អាស៊ីតកាបូនិច។ កាបូនីលឌីក្លរមានប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់ជាមួយអាល់កុល ២ម៉ូលបង្កើត**ឌីអាល់គីលកាបូណាត**មួយ៖



កាបូនីលឌីក្លរ **ឌីអេទីលកាបូណាត**

គេតែងបន្ថែមអាមីនថ្នាក់ទី៣ទៅប្រតិកម្មដើម្បីបន្សាបអ៊ីដ្រូសែនក្លរដែលកកើត។

កាបូនីលឌីក្លរមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់បង្កើតអ៊ុយរ៉េ (urea)៖



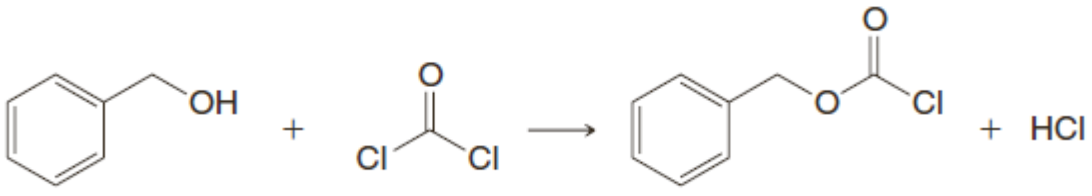
អ៊ុយរ៉េជាផលិតផលសម្រេចនៃមេតាប៉ូលីសរបស់សមាសធាតុមានអាសូតក្នុងថនិកសត្វ ហើយត្រូវបានបញ្ចេញចោលតាមទឹកនោម។

៩.១ អាល់គីលក្លរ៉ូ

ការដាក់កាបូនីលឌីក្លរជាមួយអាល់កុល១ម៉ូលធ្វើឱ្យកកើតអាល់គីលក្លរ៉ូផរម៉ាតមួយ៖

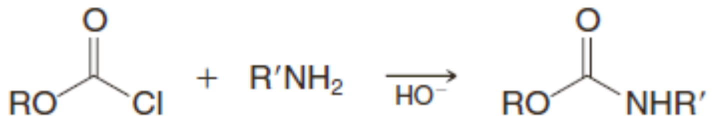
អាល់គីលក្លរ៉ូផរម៉ាត

ឧទាហរណ៍៖



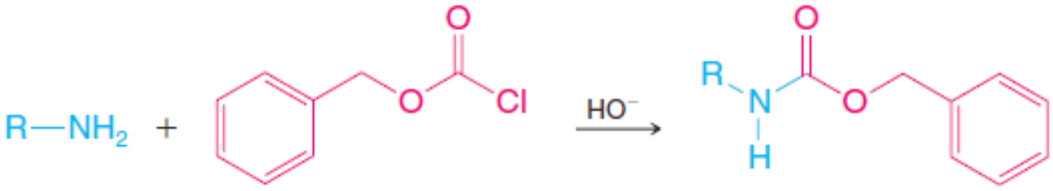
បង់ស៊ីលក្លរ៉ូផរម៉ាត

អាល់គីលក្លរ៉ូផរម៉ាតមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ឬអាមីនបង្កើតសមាសធាតុដែលគេហៅថា **កាបាម៉ាត** (carbamates) ឬ **អ៊ុយរ៉េតាន** (urethanes)៖



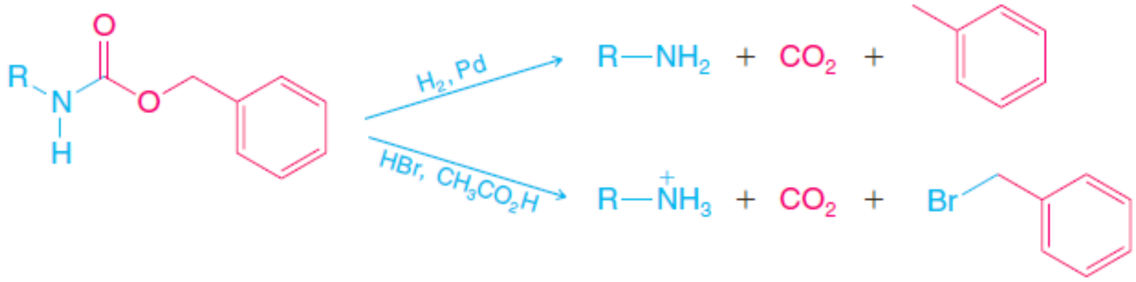
បង់ស៊ីលក្លរ៉ូផរម៉ាតត្រូវបានប្រើដើម្បីការពារក្រុមអាមីណូហៅថាក្រុមបង់ស៊ីលអុកស៊ីកាបូនីល។ សារប្រយោជន៍មួយរបស់ក្រុមបង់ស៊ីលអុកស៊ីកាបូនីលគឺថា វាអាចត្រូវបានដកចេញក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌងាយ។ ការដាក់ស្រលាយបង់ស៊ីលអុកស៊ីកាបូនីលជាមួយអ៊ីដ្រូសែន និងកាតាលីករមួយ ឬ HBr ត្រជាក់ក្នុងអាស៊ីត អាសេទិច អាចដកក្រុមការពារនេះបាន៖

ការការពារ៖

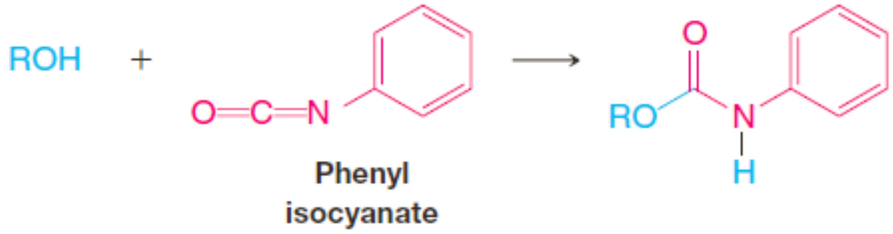


អាមីនត្រូវបានការពារ

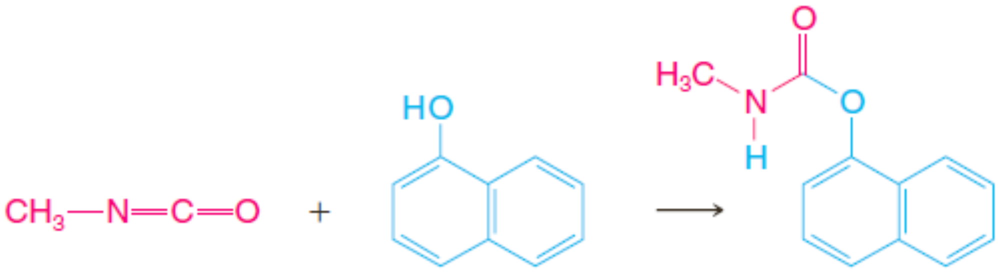
ដកក្រុមការពារ៖



គេក៏អាចទធ្វើកាបាម៉ាតដោយឱ្យអាល់កុលមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីសូស្យាណាតR-N=C=O(កាបាម៉ាតទំនោងជាអង្គធាតុរឹងក្រាម និងជាស្រលាយមានប្រយោជន៍សម្រាប់សម្គាល់អាល់កុល)។ ប្រតិកម្មនេះជាឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីលលើកាបូនអាស៊ីល៖



ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតហៅថា**សេវីន** ជាកាបាម៉ាតមួយដែលបង្កើតដោយ1-ណាប់ផ្តុលមានប្រតិកម្មជាមួយមេទីលអ៊ីសូស្យាណាត៖



មេទីលអ៊ីសូស្យាណាត **1-ណាប់ផ្តុល** **សេវីន**

សោកនាដកម្មមួយកើតឡើងក្នុងទីក្រុង Bophal ប្រទេសឥណ្ឌា ក្នុងឆ្នាំ១៩៨៤ បណ្តាលមកពីការលេច មេទីលអ៊ីសូស្យាណាតពីរោងចក្រឧស្សាហកម្មមួយ។ មេទីលអ៊ីសូស្យាណាតជាឧស្ម័នមានកម្រិតពុលខ្ពស់ ហើយប្រជាជនច្រើនជាង១៨០០នាក់នៅក្បែររោងចក្រនោះត្រូវបានបាត់បង់ជីវិត។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១៥៖ ចូរគូរទម្រង់ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

a. $C_6H_5CH_2OH$ + $C_6H_5N{=}C{=}O \rightarrow$

b. ClCOCl + CH_3NH_2លើស $\rightarrow$

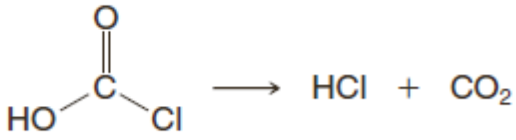
c. គ្លីស៊ីន ($H_3N^+CH_2CO_2^-$) + $C_6H_5CH_2OCOCl \xrightarrow{OH^-}$

d. ផលិតផលពី (c) + H_2, Pd →

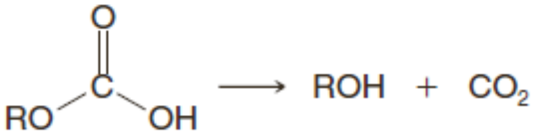
e. ផលិតផលពី (c) + HBr ត្រជាក់, CH_3CO_2H →

f. អ៊ុយរ៉េ + OH^-, H_2O កម្ដៅ →

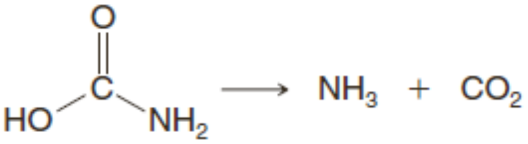
ទោះបីជា អាល់គីលក្លរ៉ូផរម៉ាត (ROCOCl) ឌីអាល់គីលកាបូណាត (ROCOOR) និងកាបាម៉ាត ($ROCONH_2$, ROCONHR, ។ល។) មានស្ថេរភាព អាស៊ីតក្លរ៉ូផរមិច (HOCOCl) អាល់គីលអ៊ីដ្រូសែនកាបូណាត (ROCOOH) និងអាស៊ីតកាបាមិច ($HOCONH_2$) មិនមានស្ថេរភាពទេ។ សមាសធាតុទាំងនេះបំបែកដោយឯក ឯងបំភាយកាបូនឌីអុកស៊ីត៖



អាស៊ីតក្លរ៉ូផរមិច (គ្មានស្ថេរភាព)

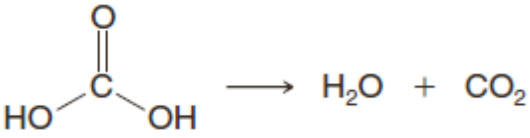


អាល់គីលអ៊ីដ្រូសែនកាបូណាត (គ្មានស្ថេរភាព)



អាស៊ីតកាបាមិច (គ្មានស្ថេរភាព)

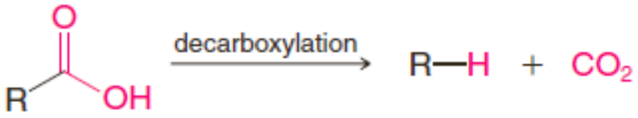
អស្ថេរភាពគឺជាលក្ខណៈមួយដែលបញ្ជាក់ថាសមាសធាតុទាំងនេះមានបង្គុំនាទីអាស៊ីតកាបូនិច៖



អាស៊ីតកាបូនិច (គ្មានស្ថេរភាព)

១០. ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

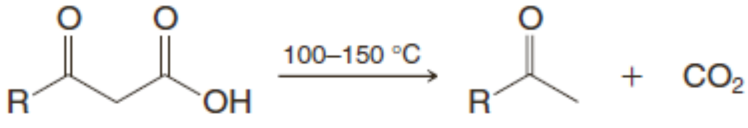
ប្រតិកម្មដែលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចបាត់បង់ CO_2 ត្រូវបានគេហៅថាប្រតិកម្ម**ដេកាបុកស៊ីលកម្ម** (decarboxylation)៖



ទោះបីជាស្ថេរភាពមិនធម្មតារបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតមានន័យថា ប្រតិកម្មកាបុកស៊ីលកម្មរបស់អាស៊ីតទាំងអស់ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅក៏ដោយ ក្នុងការអនុវត្តន៍ ប្រតិកម្មមិនងាយស្រួលក្នុងការធ្វើទេ ប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅយឺតណាស់។ ក្រុមពិសេសតែងតែមានវត្តមានក្នុងម៉ូលេគុលសម្រាប់ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅលឿនគ្រប់គ្រាន់ មានប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគ។

- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានក្រុមកាបូនីលដកកាបូនមួយចេញពីក្រុមអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ត្រូវបានគេហៅថា **អាស៊ីតβ-សេតូ** (β-keto acids)។ អាស៊ីតនេះធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មយ៉ាងងាយនៅ

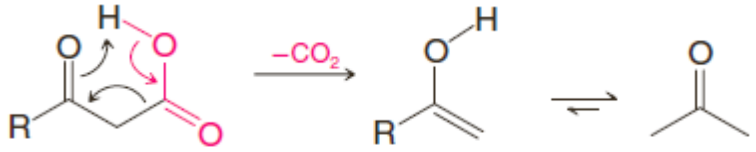
ពេលពួកវាត្រូវបានដុតកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព 100-150^{0}C។ អាស៊ីត β-សេតូខ្លះក៏អាចធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មយឺតៗនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ដែរ។



អាស៊ីតβ-សេតូ

មានមូលហេតុពីរដែលធ្វើឱ្យងាយស្រួលដល់ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម៖

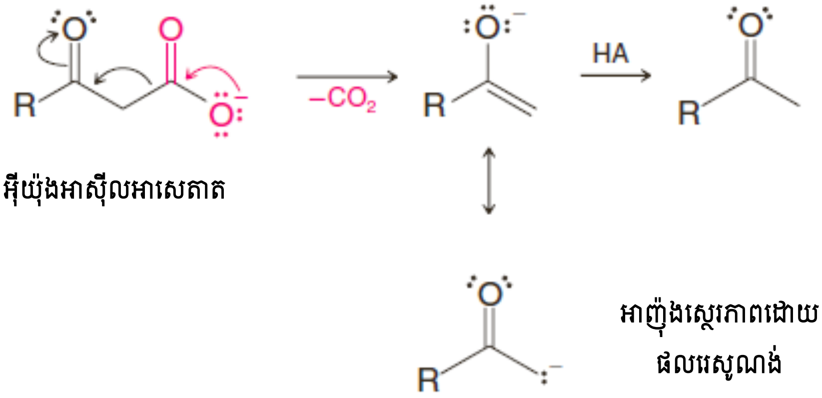
១. នៅពេលអាស៊ីតទាំងនេះធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីតកម្ម វាអាចធ្វើដោយឆ្លងកាត់អន្តរភាពវង់៦អាតូម៖



អាស៊ីត β-សេតូ **អេណុល** **សេតូន**

ប្រតិកម្មនេះបង្កើតអេណុលមួយ (អាល់សែន-អាល់កុល) ផ្ទាល់ និងរារាំងអន្តរកម្មអាញ៉ុងមួយ។ បន្ទាប់មកអេណុលធ្វើតូតូមែរកម្មបង្កើតជាមេទីលសេតូនមួយ។

២. នៅពេលអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម វាបង្កើតអាញ៉ុងស្ថេរភាពដោយផលរេសូណង់មួយ៖



ប្រភេទអាញ៉ុងនេះ ដែលយើងនឹងសិក្សាបន្ថែមក្នុងមេរៀនទី១៩ មានស្ថេរភាពខ្លាំងជាងអាញ៉ុង $RCH_2:^-$ ជាអាញ៉ុងដែលអាចបង្កើតដោយប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មបើសិនអវត្តមានក្រុម β-កាបូនីល។ វាត្រូវបានគេហៅថា អេណូឡាតមួយ។

ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មរបស់រ៉ាឌីកាល់កាបុកស៊ីល

ទោះបីជាអ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត (RCO_2^-) របស់អាស៊ីតអាលីផាទិចងាយមិនមានប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម រ៉ាឌីកាល់កាបុកស៊ីល (RCO_2) មានប្រតិកម្ម។ ពួកវាធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មដោយបោះបង់ CO_2 និង បង្កើតរ៉ាឌីកាល់អាល់គីល៖

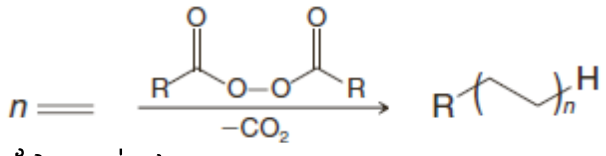
$$RCO_2\cdot \longrightarrow R\cdot + CO_2$$

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១៦៖ ដោយប្រើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមពីសារធាតុផ្តើមសមស្រប៖

a. 2-អិចសាណូន
b. អាស៊ីត2-មេទីលប៊ុយតាណូអ៊ិច
c. ស៊ីក្លូអិចសាណូន
d. អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច

លំហាត់អនុវត្តន៍១៧.១៧៖ ឌីអាស៊ីលពែរអុកស៊ីត RCO-O-O-COR បំបែកយ៉ាងងាយនៅពេលដុតកម្តៅ៖

a. តើកត្តាណាខ្លះដែលធ្វើឱ្យវាមិនមានស្ថេរភាពដូចនេះ។
b. ការបំបែកឌីអាស៊ីលពែរអុកស៊ីតមួយបង្កើត CO_2។ តើវាត្រូវបានបង្កើតតាមរបៀបណា?
c. ឌីអាស៊ីលពែរអុកស៊ីតតែងតែត្រូវបានប្រើដើម្បីផ្តើមប្រតិកម្មរ៉ាឌីកាល់សេរី ឧទាហរណ៍ ប្រតិកម្ម ប៉ូលីមែរកម្មអាល់សែនមួយ៖



ចូរសរសេរដំណាក់កាលដែលទាក់ទង។

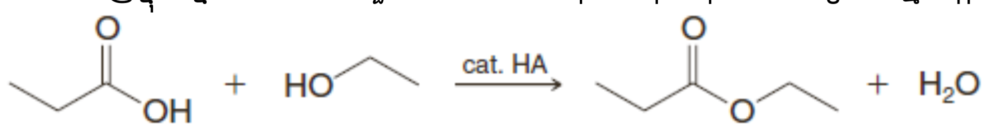
១១. តេស្តគីមីរបស់សមាសធាតុអាស៊ីល

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាអាស៊ីតខ្សោយ ហើយកម្លាំងអាស៊ីតរបស់វាជួយឱ្យយើងសម្គាល់ពួកវា។

- សូលុយស្យុងរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរលាយក្នុងទឹកឱ្យតេស្តអាស៊ីតមួយដោយប្រើក្រដាសតួណឺសុលខៀវ។
- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនរលាយក្នុងទឹករលាយក្នុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរាវ និងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត។
- សូដ្យូមប៊ីកាបូណាតជួយឱ្យយើងញែកសម្គាល់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចពីផេណុលទាំងអស់។ លើកលែងតែឌី និងទ្រីផេណុល ផេណុលមិនរលាយក្នុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាតរាវទេ។ នៅពេលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរលាយក្នុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត ពួកវាក៏ធ្វើឱ្យមានភាយកាបូនឌីអុកស៊ីតដែរ។

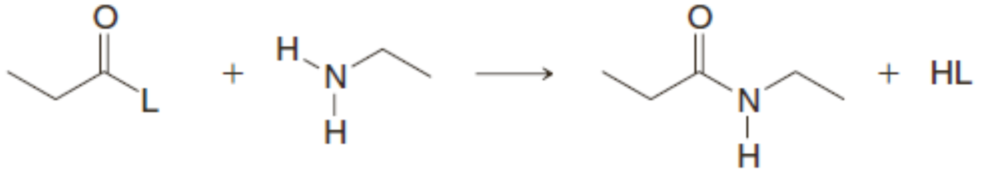
១២. ប៉ូលីអេស្ទែរ និងប៉ូលីអាមីត

យើងបានឃើញក្នុងផ្នែកទី១៧.៧ក រួចហើយថា អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មបង្កើតអេស្ទែរ៖



អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាល់កុល អេស្ទែរ

ក្នុងមធ្យោបាយស្រដៀងគ្នាមួយ ស្រលាយអាស៊ីត (L ជាក្រុមចាកចេញមួយ) មានប្រតិកម្មជាមួយអាមីន (ផ្នែក១៧.៨) បង្កើតអាមីត។



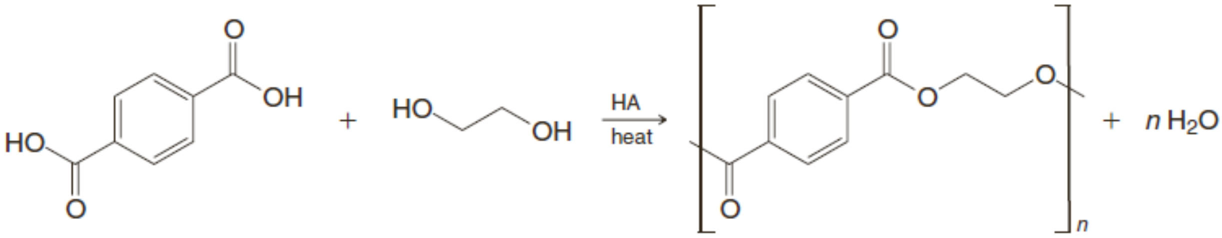
ស្រលាយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាមីន អាមីត

ក្នុងប្រតិកម្មនីមួយៗ អង្គធាតុប្រតិករពីរផ្គុំគ្នា ហើយបោះបង់ម៉ូលេគុលមួយ។ ប្រតិកម្មដូចនេះត្រូវបាន គេហៅថា **ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម** (Condensation reactions)។

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មស្រដៀងគ្នាដែលចាប់ផ្តើមពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងឌីអុល ឬឌីអាមីន អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតប៉ូលីមែរដែលអាចជាប៉ូលីអេស្ទែរ ឬប៉ូលីអាមីត។ ប៉ូលីមែរទាំងនេះត្រូវបានគេហៅ**ប៉ូលីមែរលូតលាស់តាមដំណាក់កាល** (step-growth polymers)។

➢ ប៉ូលីអេស្ទែរ

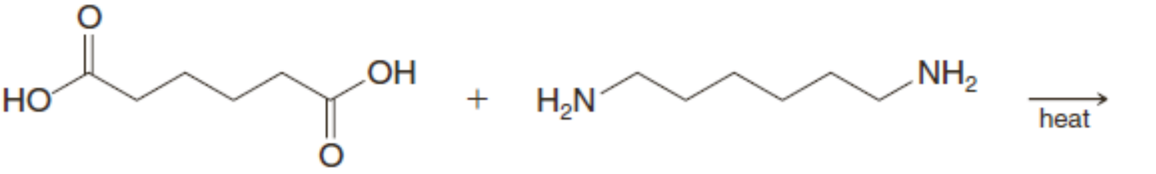
នៅពេលអាស៊ីឌីកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអុលមួយក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌសមស្រប ផលិតផលជាប៉ូលីអេស្ទែរមួយ។ ឧទាហរណ៍ ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីត 1,4-បង់សែនឌីកាបុកស៊ីលិច (អាស៊ីតតេរេផ្តាលិច) ជាមួយ1,2-អេតានឌីអុលបង្កើតប៉ូលីមែរមួយហៅថា **ដាក្រុន** (Dacron), **តេរេឡែន (Terelene)** ឬ **ម៉ៃឡា** (Mylar) ហើយត្រូវបានគេហៅជាប្រព័ន្ធថា ប៉ូលី (អេទីឡែនតេរេផ្តាឡាត)។



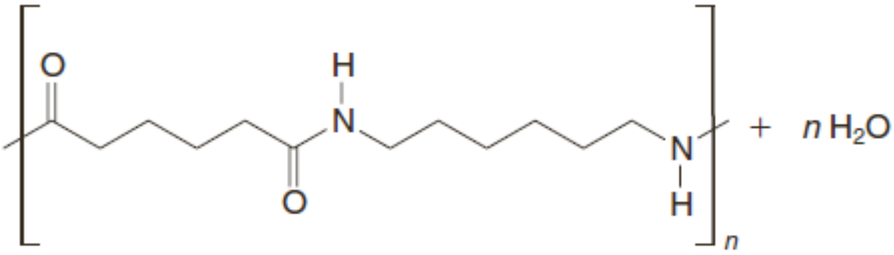
អាស៊ីតតេរេផ្តាលិច **1,2-អេតានឌីអុល** **ប៉ូលី(អេទីឡែនតេរេផ្តាឡាត) (ប៉ូលីអេស្ទែរ)**

➢ ប៉ូលីអាមីត

នៅពេលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ឬអាស៊ីតក្លរ ឬអានីឌ្រីតមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអាមីនមួយក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌសមស្រប ផលិតផលជាប៉ូលីអាមីតមួយ។ ឧទាហរណ៍ អាស៊ីត1,6-អិចសាឌីអូអ៊ិច (អាស៊ីត អាឌីពិច) អាចមានប្រតិកម្មជាមួយ1,6-អិចសានឌីអាមីនជាមួយកម្តៅក្នុងដំណើរការឧស្សាហកម្មមួយ ដើម្បីបង្កើតប៉ូលីអាមីតមួយហៅថា **នីឡុង** (Nylon)។ ឧទាហរណ៍នៃនីឡុងនេះគឺនីឡុង6,6 ពីព្រោះភាគ ផ្សំទាំងពីររបស់ប៉ូលីមែរមានអាតូមកាបូន៦។ គេអាចបង្កើតនីឡុងផ្សេងទៀតតាមមធ្យោបាយស្រដៀង គ្នានេះ។



អាស៊ីត 1,6-អិចសានឌីអូអ៊ិច **1,6-អិចសានឌីអាមីន**



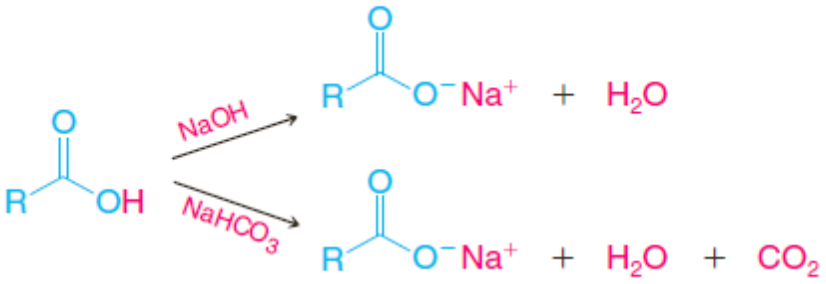
នីឡុង6,6 (ប៉ូលីអាមីតមួយ)

១៣. សង្ខេបប្រតិកម្មអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វា

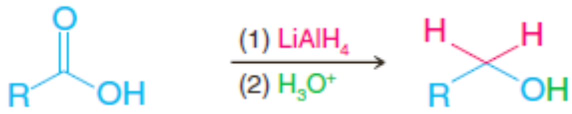
ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងស្រលាយរបស់វាត្រូវបានសង្ខេបដូចខាងក្រោម។ ប្រតិកម្មជាច្រើនក្នុងចំណោមប្រតិកម្មទាំងនេះជាប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីល។

➢ ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

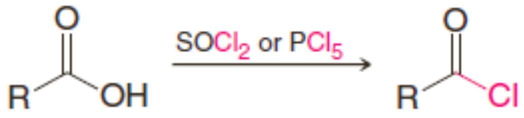
១. ប្រតិកម្មជាអាស៊ីត



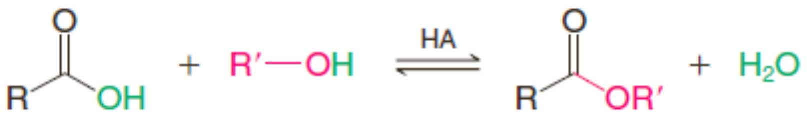
២. ប្រតិកម្មរេដុកម្ម



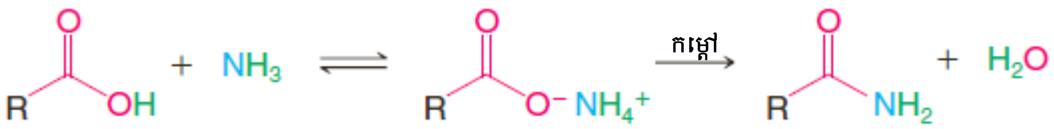
៣. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាស៊ីលក្លរ



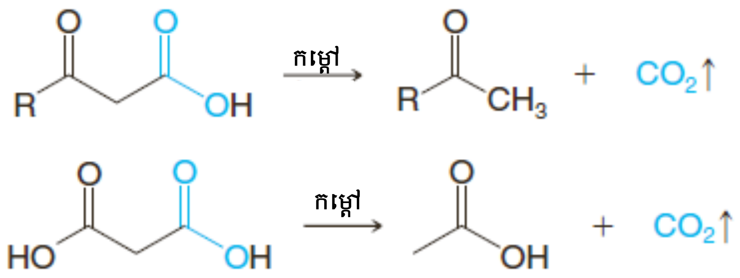
៤. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអេស្ទែរ



៥. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាមីត



៦. ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម

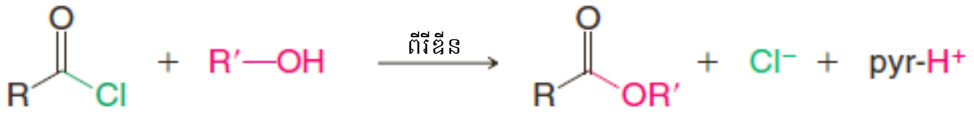


➢ ប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីលក្លរ

១. ប្រតិកម្មបម្លែង (អ៊ីដ្រូលីស) ទៅជាអាស៊ីត

២.ប្រតិកម្មបម្លែងជាអានីឌ្រីត

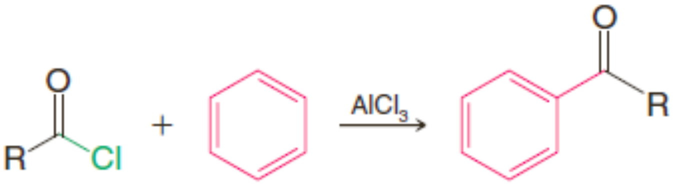
៣.ប្រតិកម្មបម្លែងជាអេស្ទែរ



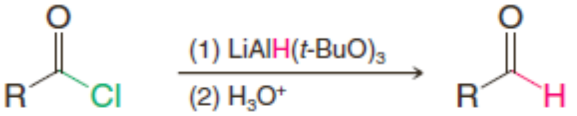
៤.ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាមីត

R′ និង/ឬ R″ អាចជា H

៥.ប្រតិកម្មបម្លែងជាសេតូន

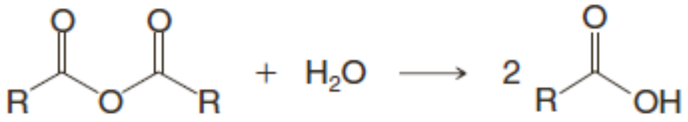


៦.ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាល់ដេអ៊ីត



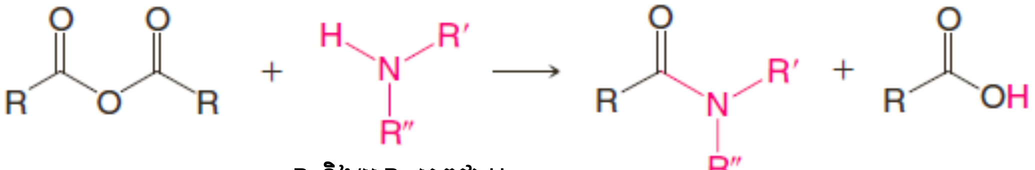
- **ប្រតិកម្មរបស់អានីឌ្រីតអាស៊ីត**

១. ប្រតិកម្មបម្លែង (អ៊ីដ្រូលីស) ជាអាស៊ីត



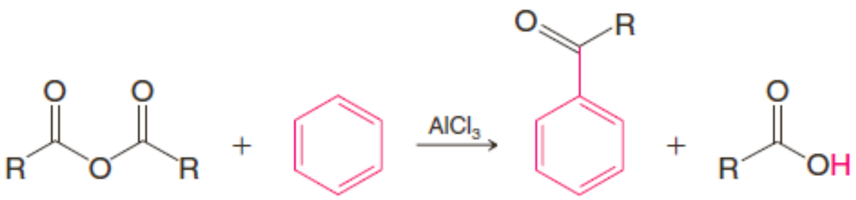
២. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអេស្ទែរ

៣. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាមីត



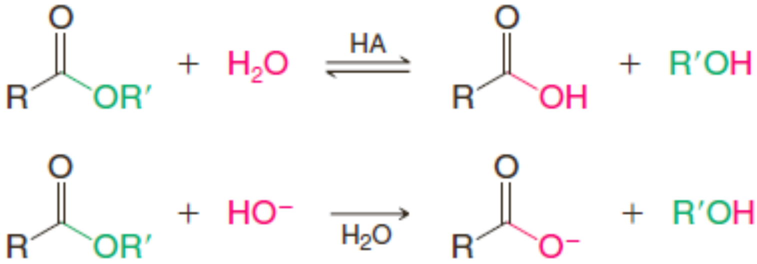
R′ និង/ឬ R″ អាចជា H

៤. ប្រតិកម្មបម្លែងជាសេតូន (ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មFriedel-Craft)

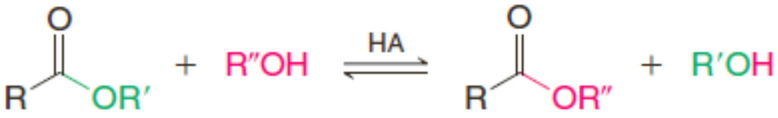


➢ ប្រតិកម្មរបស់អេស្ទែរ

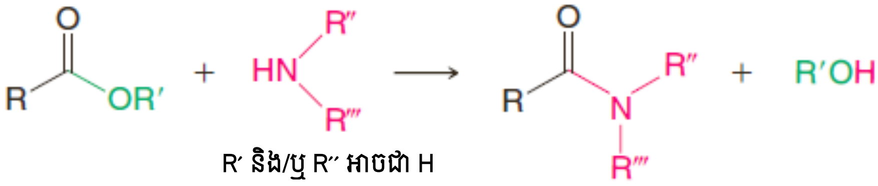
១. ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស



២. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអេស្ទែរផ្សេងៗ៖ ប្រតិកម្មត្រង់ស្យូអេស្ទែរកម្ម

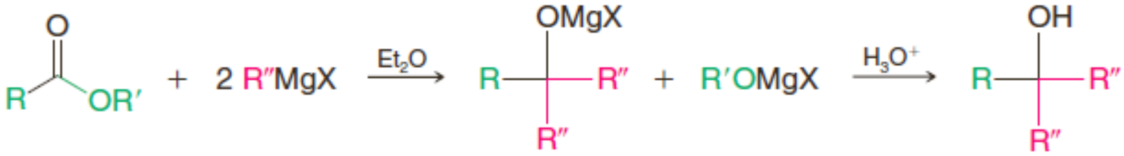


៣. ប្រតិកម្មបម្លែងជាអាមីត

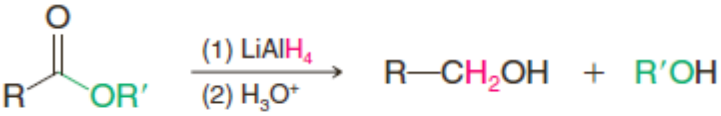


R′ និង/ឬ R″ អាចជា H

៤. ប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ

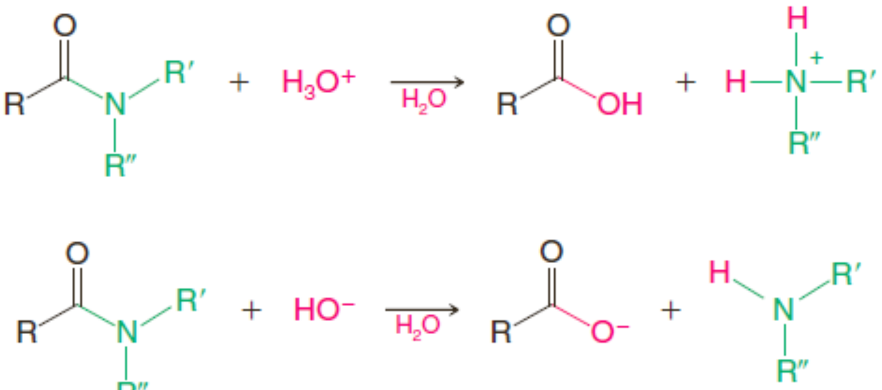


៥. ប្រតិកម្មរេដុកម្ម



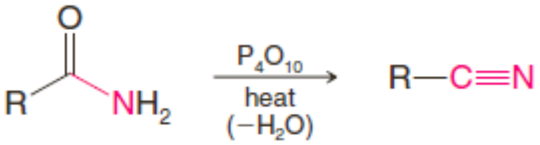
➢ ប្រតិកម្មរបស់អាមីត

១. ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស



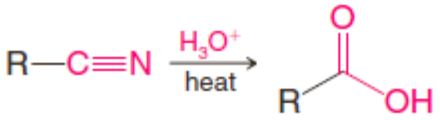
R′ និង/ឬ R″ អាចជា H

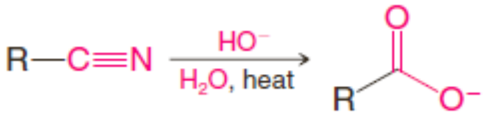
២. ប្រតិកម្មបម្លែងជានីទ្រីល



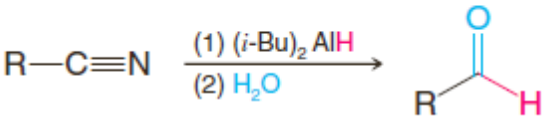
➢ ប្រតិកម្មរបស់នីទ្រីល

១. ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ឬអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតមួយ

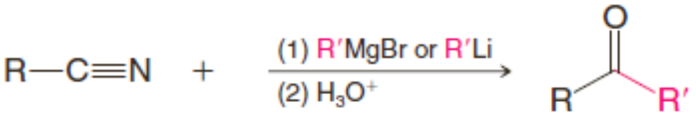




២. ប្រតិកម្មរេដុកកម្មទៅជាអាល់ដេអ៊ីតដោយ (t-Bu)$_2$AH (DIBAL-H)



៣. ប្រតិកម្មបម្លែងទៅជាសេតូនដោយរ៉េអាក់ទីបគ្រីញ៉ាដ ឬសរីរាង្គលីចូម៖



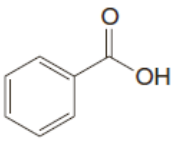
លំហាត់មេរៀនទី១៧

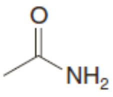
ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះ

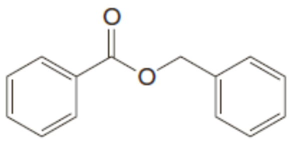
១. ចូរគូរទម្រង់របស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

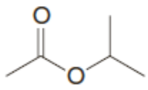
a. អាស៊ីតអុកតាណូអ៊ិច
b. ប្រូប៉ាណាមីត
c. N,N-ឌីមេទីលអិចសាណាមីត
d. អាស៊ីត2-មេទីល-4-អិចសែណូអ៊ិច
e. អាស៊ីតប៊ុយតានឌីអូអ៊ិច
f. អាស៊ីត 1,2-បង់សែនឌីអូអ៊ិច (អាស៊ីតផ្តាលិច)
g. អាស៊ីត 1,4-បង់សែនឌីអូអ៊ិច (អាស៊ីតតេរេផ្តាលិច)
h. អានីទ្រីតអាសេទិច
i. អ៊ីសូប៊ុយទីលប្រូប៉ាណូអាត
j. បង់ស៊ីលអាសេតាត
k. អេតាណូអ៊ីលក្លរួ (អាសេទីលក្លរួ)
l. 2-មេទីលប្រូប៉ាននីទ្រីល
m. អេទីល3-អុកសូប៊ុយតាណូអាត (អេទីលអាសេតូអាសេតាត)
n. ឌីអេទីលប្រូប៉ានឌីអូអាត (ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត)

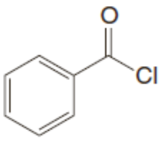
២. ចូរឱ្យឈ្មោះ IUPAC ឬឈ្មោះធម្មតារបស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

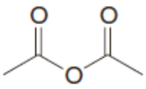
(a)


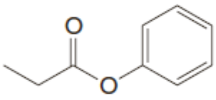
(c)


(e)


(g)


(b)


(d)


(f)


(h) CH_3CN

ការបម្លែងក្រុមបង្គំនាទី

៣. តើផលិតផលរីរាង្គចំបងមួយដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបាននៅពេលអាសេទីលក្លរួមានប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. H_2O
b. BuLi (លើស)
c. 1-ប៊ុយតាណុល និងពីរីឌីន
d. NH_3 (លើស)
e. តូលុយអែន និង $AlCl_3$
f. LiAlH(t-BuO_3)

g. $NaOH/H_2O$

h. CH_3NH_2 (លើស)

i. $(CH_3)_2NH$ (លើស)

j. EtOH និង ពីរីឌីន

k. $CH_3CO_2^-Na^+$

l. CH_3CO_2H និងពីរីឌីន

៤. តើផលិតផលសរីរាង្គចំបងមួយណាដែលអ្នកទទួលបាន នៅពេលអានីឌ្រីតអាសេទិចមានប្រតិកម្ម ជាមួយសមាសធាតុខាងក្រោម?

a. NH_3 (លើស)

b. H_2O

c. $CH_3CH_2CH_2OH$

d. $C_6H_6 + AlCl_3$

e. $CH_3CH_2NH_2$ (លើស)

f. $(CH_3CH_2)_2NH$ (លើស)

៥. តើផលិតផលសរីរាង្គចំបងមួយណាដែលអ្នកទទួលបាននៅពេលអានីឌ្រីតស៊ូស៊ីនិចមានប្រតិកម្ម ជាមួយរ៉េអាក់ទីបខាងក្រោម?

a. NH_3 (លើស)

b. H_2O

c. $CH_3CH_2CH_2OH$

d. $C_6H_6 + AlCl_3$

e. $CH_3CH_2NH_2$ (លើស)

f. $(CH_3CH_2)_2NH$ (លើស)

៦. តើផលិតផលណាខ្លះដែលអ្នកទទួលបាននៅពេលអេទីលប្រូប៉ាណូអាតមានប្រតិកម្មជាមួយ សមាសធាតុខាងក្រោម?

a. H_3O^+, H_2O

b. HO^-, H_2O

c. 1-អុកតាណុល, HCl

d. CH_3NH_2

e. $LiAlH_4$ បន្ទាប់មក H_2O

f. C_6H_5MgBrលើស បន្ទាប់មក H_2O, NH_4Cl

៧. តើផលិតផលណាខ្លដែលទទួលបាន នៅពេលប្រូប៉ាណាមីតមានប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុ នីមួយៗខាងក្រោម?

a. H_3O^+, H_2O

b. HO^-, H_2O

c. P_4O_{10} និងកម្តៅ

៨. តើផលិតផលណាខ្លះដែលអ្នករំពឹងថានឹងទទួលបាននៅពេលសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមត្រូវ បានដុតកម្តៅ?

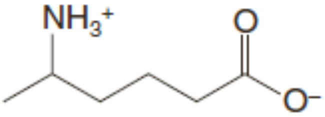
a. អាស៊ីត 4-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណូអ៊ិច

b. អាស៊ីត 3-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណូអ៊ិច

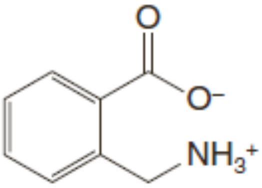
c. អាស៊ីត 2-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណូអ៊ិច

d. អាស៊ីតគ្លុយតារិច

e.



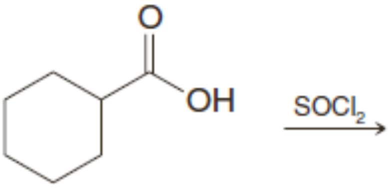
f.



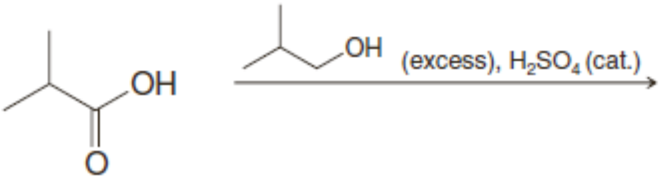
លំហាត់ទូទៅ

៩. ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលសរីរាង្គចំបងដែលបានមកពីប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

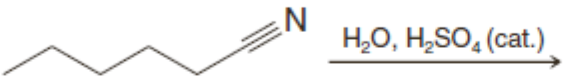
(a)



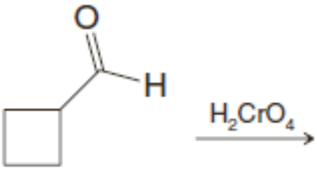
(b)



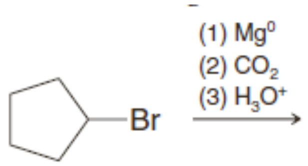
(c)



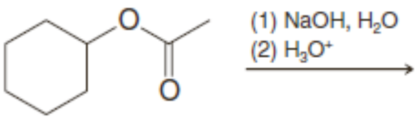
(d)



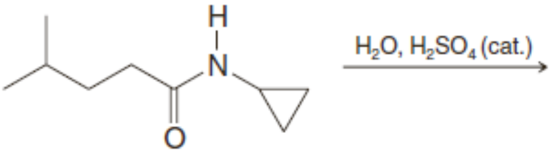
(e)



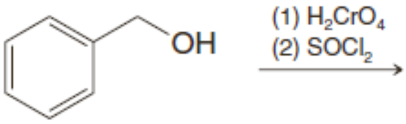
(f)



(g)

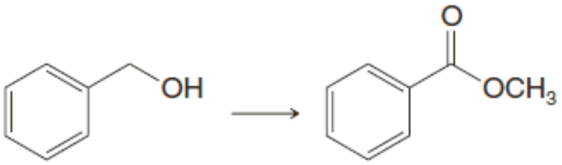


(h)

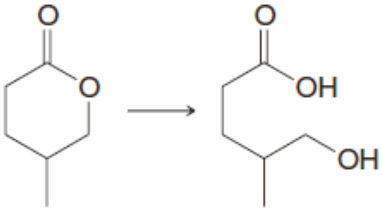


១០. ចូរឱ្យរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវបានការសម្រាប់ការបម្លែងខាងក្រោម។ ក្នុងករណីខ្លះអាចប្រតិកម្មច្រើន។

(a)



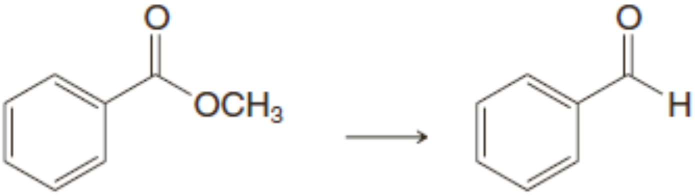
(b)



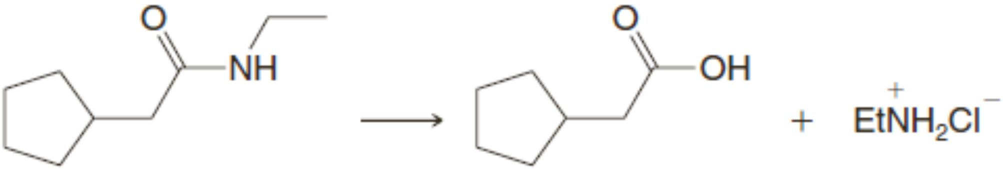
(c)

(d)

(e)

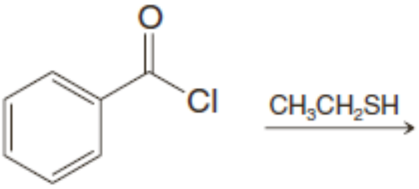


(f)

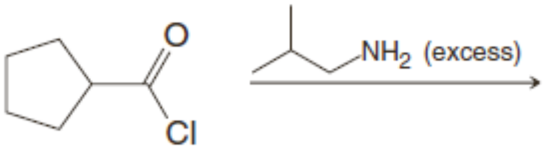


១១. ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផលសរីរាង្គចំបងដែលបានមកពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

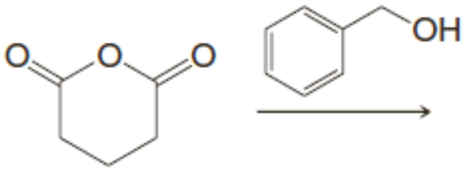
(a)



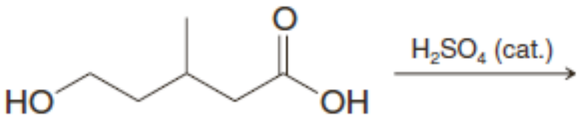
(b)



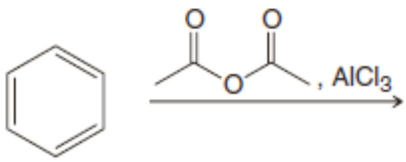
(c)



(d)

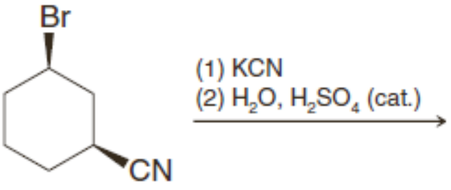


(e)

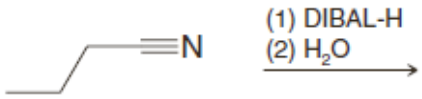


១២. ចូរគូរទម្រង់ផលិតផលសរីរាង្គចំបងដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

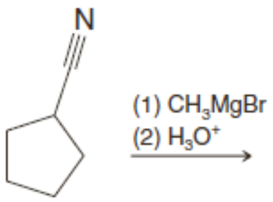
(a)



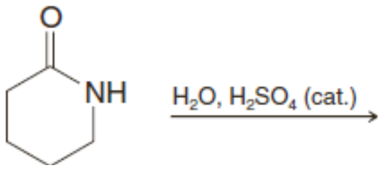
(b)



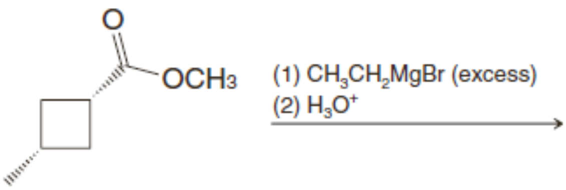
(c)



(d)



(e)

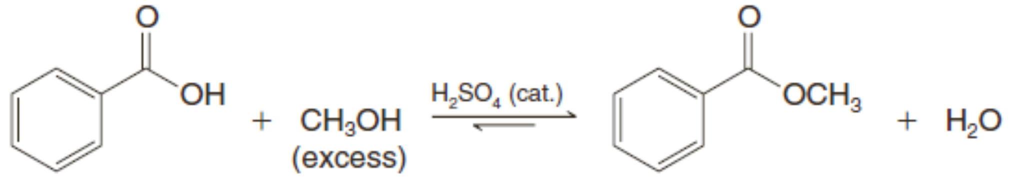


ចលនការប្រតិកម្ម

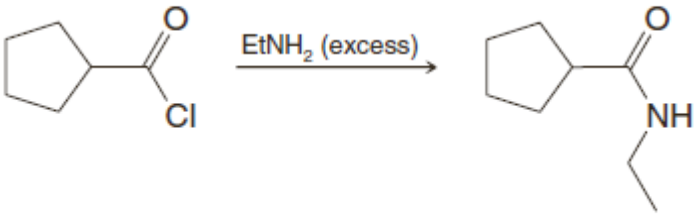
១៣. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មរបស់ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសប្រូប៉ាណាមីតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត និង ក្នុង មជ្ឈដ្ឋានបាស។ឮ

១៤. ចូរឱ្យចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

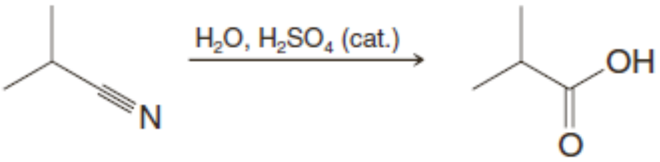
(a)



(b)



(c)



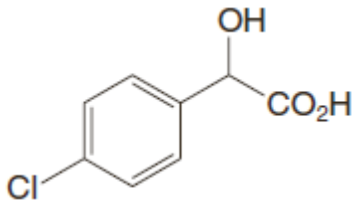
ការសំយោគ

១៥. ចូរបង្ហាញពីរបៀបបម្លែង អាស៊ីតp-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិចទៅសមាសធាតុខាងក្រោម៖

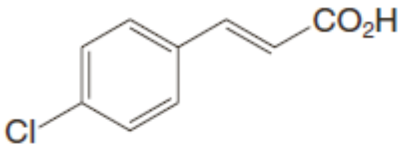
a. អាស៊ីតp-ក្លរ៉ូបង់សូអ៊ិច

b. អាស៊ីត p-ក្លរ៉ូផេនីលអាសេទិច

c.



d.



១៦. ចូរបង្ហាញពីរបៀបទធ្វើអាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិចពីសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម៖

a. 1-ប៉ង់តាណុល

b. 1-ប្រូម៉ូប៊ុយតាន (២ផ្លូវ)

c. 5-ដេសែន

d. ប៉ង់តាណាល់

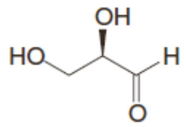
១៧. ចូរឱ្យទម្រង់របស់សមាសធាតុពី A – Q ៖

(a) $(R)\text{-}(-)\text{-2-Butanol} \xrightarrow[\text{pyridine}]{\text{p-toluenesulfonyl chloride (TsCl)}} \text{A} \xrightarrow{^{-}C{\equiv}N} \text{B } (C_5H_9N) \xrightarrow[H_2O]{H_2SO_4} (+)\text{-C } (C_5H_{10}O_2) \xrightarrow[(2)\ H_2O]{(1)\ LiAlH_4} (-)\text{-D } (C_5H_{12}O)$

(b) $(R)\text{-}(-)\text{-2-Butanol} \xrightarrow[\text{pyridine}]{PBr_3} \text{E } (C_4H_9Br) \xrightarrow{^{-}C{\equiv}N} \text{F } (C_5H_9N) \xrightarrow[H_2O]{H_2SO_4} (-)\text{-C } (C_5H_{10}O_2) \xrightarrow[(2)\ H_2O]{(1)\ LiAlH_4} (+)\text{-D } (C_5H_{12}O)$

(c) $\text{A} \xrightarrow{CH_3CO_2^-} \text{G } (C_6H_{12}O_2) \xrightarrow{HO^-} (+)\text{-H } (C_4H_{10}O) + CH_3CO_2^-$

(d) $(-)\text{-D} \xrightarrow{PBr_3} \text{J } (C_5H_{11}Br) \xrightarrow[Et_2O]{Mg} \text{K } (C_5H_{11}MgBr) \xrightarrow[(2)\ H_3O^+]{(1)\ CO_2} \text{L } (C_6H_{12}O_2)$

(e) 

(*R*)-(+)-Glyceraldehyde $\xrightarrow{HCN}$ M $(C_4H_7NO_3)$ + N $(C_4H_7NO_3)$

Diastereomers, separated by fractional crystallization

(f) $\text{M} \xrightarrow[H_2O]{H_2SO_4} \text{P } (C_4H_8O_5) \xrightarrow[HNO_3]{[O]}$ *meso*-tartaric acid

(g) $\text{N} \xrightarrow[H_2O]{H_2SO_4} \text{Q } (C_4H_8O_5) \xrightarrow[HNO_3]{[O]} (-)$-tartaric acid

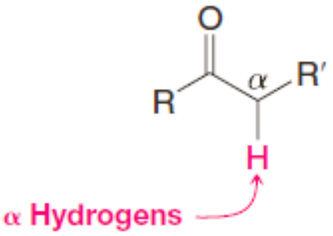
មេរៀនទី១៨

ប្រតិកម្មលើកាបូនαរបស់សមាសធាតុកាបូនីល

១. សេចក្តីផ្តើម

ក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងសិក្សាអំពីៈ

- ប្រតិកម្មដែលបានមកពីភាពអាស៊ីតខ្សោយរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនលើអាតូមកាបូនជាប់នឹងក្រុមកាបូនីល។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា**អ៊ីដ្រូសែនα** ហើយកាបូនដែលវាចងជាមួយត្រូវបានគេហៅថា**កាបូនα**។



- ដំណើរការដែលអាចបង្កើតអែណុល និងអែណូឡាត។
- បញ្ញត្តិនៃប្រូតុងកម្មស៊ីនេទិច និងទែម៉ូឌីណាមិចដើម្បីបង្កើតអេណូឡាតខុសៗគ្នាពីសមាសធាតុផ្តើមដូចគ្នា។
- អាល់គីលកម្ម អាល់ស៊ីលកម្ម និប្រតិកម្មបូកអេឡិចត្រូភីលផ្សេងទៀតលើអែណុល និង អែណូឡាត។
- មេរៀនពិសេសនៃគីមីដូចគ្នាដោយប្រើស្រលាយអាសូតរបស់អែណុល គឺអេណាមីន។

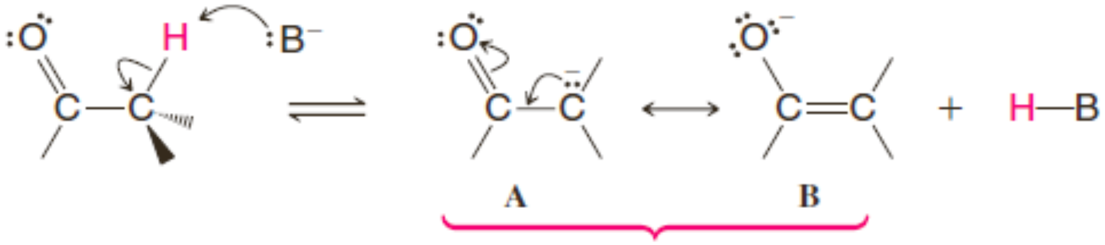
២. ភាពអាស៊ីតរបស់អ៊ីដ្រូសែនαនៃសមាសធាតុកាបូនីល ៖ អាញ៉ុងអែណូឡាត

នៅពេលយើងនិយាយថាអ៊ីដ្រូសែនαរបស់សមាសធាតុកាបូនីលជាអាស៊ីត *យើងមានន័យថាពួកវាជាអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមានលក្ខណៈអាស៊ីតមិនធម្មតានៅលើកាបូន។*

- តម្លៃ pKa របស់អ៊ីដ្រូសែនα របស់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនងាយស្ថិតនៅចន្លោះ 19-20។

នេះមានន័យថា ពួកវាមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងជាងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់អេទីន pKa=25 ហើយមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែនរបស់អេតែន (pKa=44) ឬ អេតាន (pKa=50) ខ្លាំងណាស់។

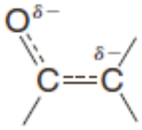
- ក្រុមកាបូនីលជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង ហើយនៅពេលសមាសធាតុកាបូនីលមួយបោះបង់ប្រូតុង α មួយ អាញ៉ុងដែលទទួលបានហៅថា**អែណូឡាត**ត្រូវបានបន្សើប់ដោយភាពមិនដោកន្លែង។



ទម្រង់រេសូណង់របស់អែណូឡាត

ទម្រង់រេសូណង់ពីរ A និង B អាចត្រូវបានសេរសេរតាងឱ្យអែណូឡាត។ ក្នុងទម្រង់A បន្ទុកអវិជ្ជមានស្ថិតនៅលើកាបូន ហើយក្នុងទម្រង់B បន្ទុកអវិជ្ជមាននេះស្ថិតនៅលើអុកស៊ីសែន។ ទម្រង់ទាំងពីរនេះរួមគ្នា

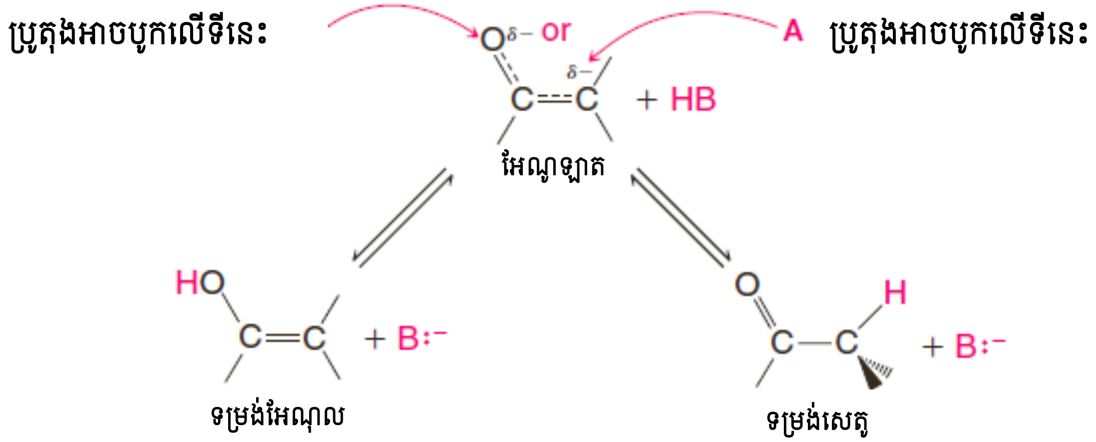
បង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតមួយ។ ទោះបីជាទម្រង់Aត្រូវបានសម្របសម្រួលដោយកម្លាំងនៃសម្ព័ន្ធπកាបូន-អុកស៊ីសែនបើប្រៀបធៀននឹងសម្ព័ន្ធπកាបូន-កាបូនរបស់Bក៏ដោយ ទម្រង់Bមានរបាយទៅកាន់អ៊ីប្រ៊ីតធំជាង ពីព្រោះអុកស៊ីសែនមានលទ្ធភាពមានបន្ទុកអវិជ្ជមានជាង។ យើងអាចតាងទម្រង់អ៊ីប្រ៊ីតរបស់អេណូឡាតដូចខាងក្រោម៖



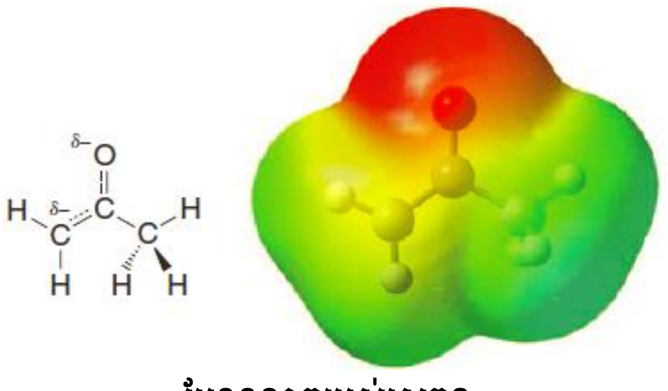
ទម្រង់អ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់របស់អេណូឡាត

នៅពេលអេណូឡាតនេះទទួលយកប្រូតុងមួយ វាអាចធ្វើឡើងតាមមធ្យោបាយពីរ៖ វាអាចទទួលប្រូតុង លើកាបូនបង្កើតសមាសធាតុកាបូនីលដើម ដែលគេហៅថា**ទម្រង់សេតូ** (keto form) ឬវាអាចទទួលប្រូតុងលើ អុកស៊ីសែនបង្កើតអេណុលមួយ (អាល់សែនអាល់កុល)។

- អេណូឡាតជាបាសឆ្លាស់របស់ទម្រង់អេណុល និងសេតូ។
- ប្រតិកម្មទាំងពីរខាងក្រោមជាប្រតិកម្មអាចត្រលប់។



គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អេណូឡាតនៃសេតូនត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ គំរូនេះបង្ហាញពីទំហំដង់ស៊ីតេអេឡិត្រុងក្រៅបង្អស់ (ផ្ទៃ Van der Waals) របស់អេណូឡាតសេតូន។ ពណ៌ក្រហមជិតអុកស៊ីសែនបញ្ជាក់ថាអាចបន្ស៊ីបបន្ទុកអវិជ្ជមានលើសរបស់អ៊ីយ៉ុង។ ពណ៌លឿងនៅលើកាបូនដែលត្រូវបាន ដកអាតូមអ៊ីដ្រូសែនαបញ្ជាក់ថា បន្ទុកអវិជ្ជមានលើសខ្លះមានទីតាំងនៅទីនេះផងដែរ។ ការអនុវត្តន៍នេះសម ស្របទៅនឹងការសន្និដ្ឋានអំពីរបាយបន្ទុកខាងលើក្នុងអ៊ីប្រ៊ីត ដែលពឹងផ្អែកលើភាពមិនដោកន្លែង និងឥទ្ធិពល នៃកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន។



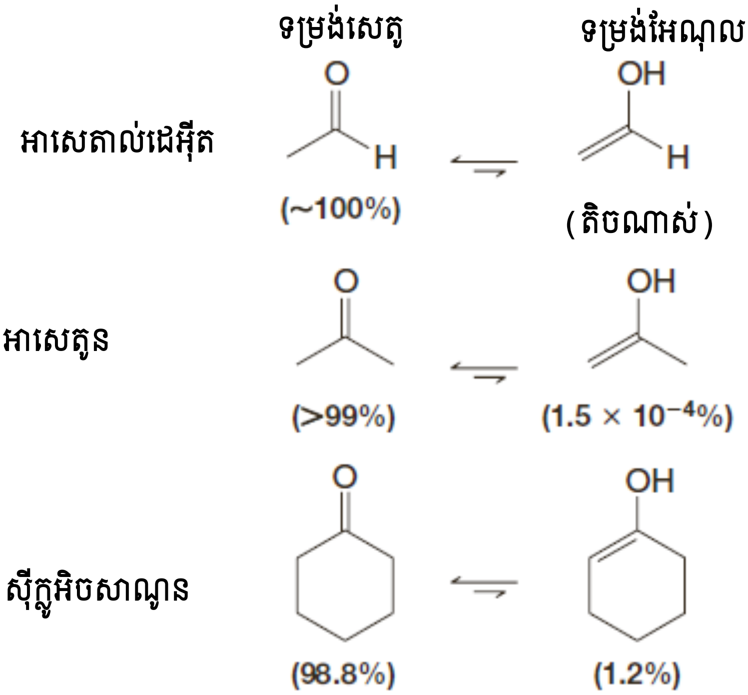
អេណូឡាតរបស់សេតូន

៣. តូតូមែរសេតូ និងអែណុល

ទម្រង់សេតូ និងអែណុលរបស់សមាសធាតុកាបូនីលជាអ៊ីសូមែរទម្រង់នឹងគ្នា ប៉ុន្តែជាប្រភេទពិសេសមួយ។ ដោយសារតែពួកវាងាយស្រួលបម្លែងទៅវិញទៅមកដោយផ្ទេរប្រូតុងក្រោមវត្តមានអាស៊ីត ឬបាស អ្នកគីមីប្រើពាក្យពិសេសដើម្បីបរិយាយអ៊ីសូមែរទម្រង់ទាំងនេះ។

- ទម្រង់សេតូ និងអែណុលដែលអាចបម្លែងទៅវិញទៅមកត្រូវបានគេហៅថា **តូតូមែរ** (tautomers) ហើយ ការបម្លែងទៅវិញទៅមករបស់វាត្រូវបានគេហៅថា **តូតូមែរកម្ម** (tautomization)។

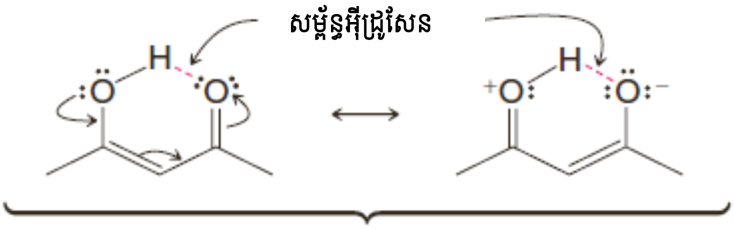
ស្ទើរតែគ្រប់កាលៈទេសៈ យើងជួបប្រទះតូតូមែរសេតូ-អែណុលក្នុងភាពលំនឹង (ផ្ទៃរបស់ឧបករណ៍កែវពិសោធន៍អាចជាកាតាលីករក្នុងការបម្លែងទៅវិញទៅមក និងបង្កើតលំនឹង)។ ចំពោះសមាសធាតុម៉ូណូកាបូនីល ដូចជាអាសេតូន និងអាសេតាល់ដេអ៊ីត បរិមាណរបស់អែណុលដែលមានវត្តមាននៅលំនឹងគឺតិចតួចណាស់។ ក្នុងអាសេតូន វាមានបរិមាណតិចជាង 1% ក្នុងអាសេតាល់ដេអ៊ីត កំហាប់អែណុលមានបរិមាណតូចពេកមិនអាចសម្គាល់បាន។ ស្ថេរភាពកាន់តែខ្ពស់របស់ទម្រង់សេតូពីសមាសធាតុម៉ូណូកាបូនីលអាចទាក់ទងនឹងកម្លាំងសម្ព័ន្ធπកាបូន-អុកស៊ីសែនខ្លាំងជាងសម្ព័ន្ធπកាបូន-កាបូន (~364 នឹង ~250kJ mol^{-1})៖



ក្នុងសមាសធាតុដែលម៉ូលេគុលមានក្រុមកាបូនីលពីរញែកពីគ្នាដោយអាតូមកាបូនមួយ(សមាសធាតុ β-ឌីកាបូនីល) បរិមាណរបស់អែណុលនៅលំនឹងច្រើនជាងឆ្ងាយណាស់។ ឧទាហរណ៍ ប៉ង់តាន-2,4-ឌីអូនមាន ទម្រង់អែណុលរហូតដល់ 76%៖

ប៉ង់តាន-2,4-ឌីអូន (24%) ទម្រង់អែណុល (76%)

- ស្ថេរភាពខ្លាំងជាងនៃទម្រង់អេណុលរបស់សមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីលអាចបានមកពីបន្សំរេសូណង់របស់សម្ព័ន្ធពីរជាន់ឆ្លាស់ និង តាមរយៈការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន (ក្នុងទម្រង់វង់មួយ)។



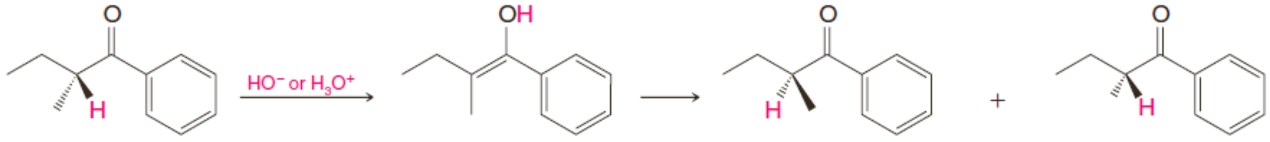
បន្សំរេសូណង់របស់ទម្រង់អេណុល

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១ ៖ គ្រប់គោលបំណងទាំងអស់ សមាសធាតុ ស៊ីក្លូអិចសា-2,4-ឌីអែន-1-អូន ស្ថិតក្នុងទម្រង់អេណុលរបស់វា។ ចូរសរសេរទម្រង់របស់ស៊ីក្លូអិចសា-2,4-ឌីអែន-1-អូន និងទម្រង់អេណុលរបស់វា។ តើកត្តាណាខ្លះដែលធ្វើឱ្យទម្រង់អេណុលរបស់វាមានស្ថេរភាព?

៤. ប្រតិកម្មតាមអេណុល និងអេណូឡាត

៤.១ រ៉ាសេមិចកម្ម

នៅពេលសូលុយស្យុង (R)-(+)-2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូន (មើលប្រតិកម្មខាងក្រោម) ក្នុងអេតាណុលរាវត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតផង និងបាសផង ជាទូទៅសូលុយស្យុងនេះបាត់បង់ សកម្មភាពអុបទិចរបស់វា។ មួយសន្ទុះមក ការញែកសេតូនបង្ហាញថាវាត្រូវបានរេក៉ាសេមិចកម្មទាំងស្រុង។ ទម្រង់(+)របស់សេតូនត្រូវបានបម្លែងជាល្បាយស្មើម៉ូលនៃអេណង់ត្យូមែររបស់វាតាមទម្រង់អេណុលរបស់វា។

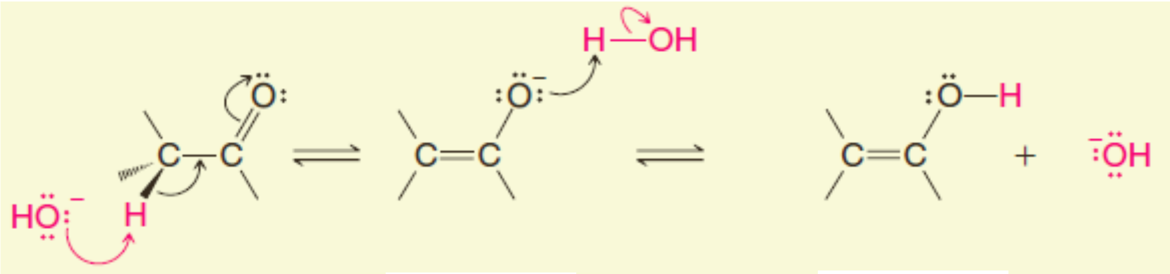


(R)-(+)-2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូន **អេណុល (អគីរ៉ាល់)** **(±)-2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូន (ល្បាយរ៉ាសេមិច)**

- រ៉ាសេមិចកម្មលើកាបូនαកើតឡើងក្រោមវត្តមានអាស៊ីត ឬបាសពីព្រោះទម្រង់សេតូកកើតយឺត ប៉ុន្តែអាចត្រលប់ទៅអេណុលវិញ ហើយ*អេណុលជាម៉ូលេគុលអគីរ៉ាល់*។

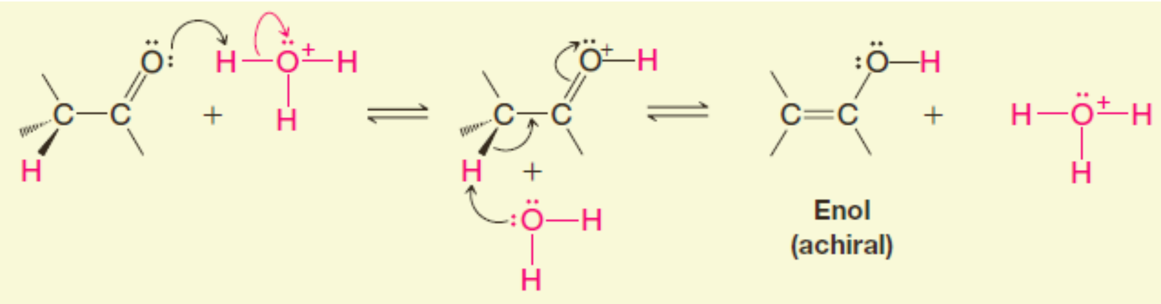
នៅពេលអេណុលបម្លែងទៅជាទម្រង់សេតូ វាអាចបង្កើតអេណង់ត្យូមែរពីរដែលមានបរិមាណស្មើគ្នា។ បាសមួយដើរតួជាកាតាលីករក្នុងការបង្កើតអេណុល ដោយឆ្លងកាត់អង្គធាតុជាអាញ៉ុងអេណូឡាតមួយ។

➢ ***ចលនការប្រតិកម្មអេណុលកម្មកាតលីករបាស***



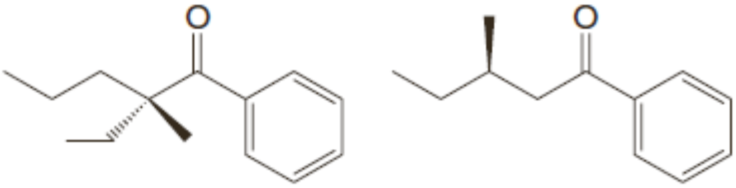
អេណូឡាត (អរគីរ៉ាល់) អេណុល (អរគីរ៉ាល់)

➢ *ចលនការប្រតិកម្មអេណុលកម្មកាតលីករអាស៊ីត*



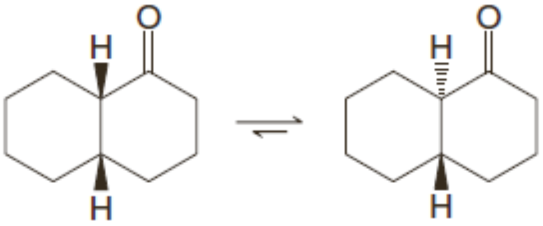
ក្នុងសេតូនអាស៊ីក្លិច អេណុល ឬអេណូឡាតអាចជា(E) ឬ (Z)។ ប្រូតុងកម្មលើមុខមួយរបស់អ៊ីសូមែរ (E) និងប្រូតុងកម្មលើមុខដូចគ្នាលើអ៊ីសូមែរ (Z) បង្កើតអេណង់ត្យូមែរ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.២ ៖ តើសេតូនសកម្មអុបទិបខាងក្រោមអាចរងរ៉ាសេមិចកម្មកាតាលីករអាស៊ីត ឬបាស ឬទេ? ចូរពន្យល់។



- ដ្យាស្តេរ៉េអូមែរដែលមានកុងភីគ្យ៉ាស្យុងខុសគ្នាតែលើមណ្ឌលគីរ៉ាល់មួយជួនកាលត្រូវបានគេហៅថា **អេពីមែរ** (epimers)។

ជួនកាលគេប្រើរ៉ាសេមិចកម្មសេតូ-អេណុលដើម្បីបម្លែងអេពីមែរអន់ស្ថេរភាពមួយទៅជាអេពីមែរមានស្ថេរភាពមួយ។ ដំណើរការលំនឹងនេះជាឧទាហរណ៍មួយនៃ**អេពីមែរកម្ម** (epimerization)។ ឧទាហរណ៍មួយជាប្រតិកម្មអេពីមែរកម្មនៃស៊ីស-ដេកាឡូន ទៅជាត្រង់ស្ស-ដេកាឡូន៖

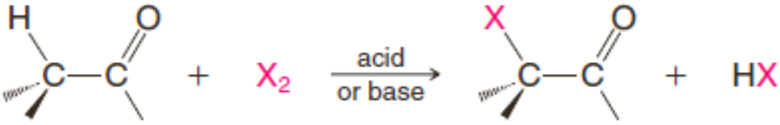


ស៊ីស-ដេកាឡូន **ត្រង់ស្ស-ដេកាឡូន**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៣៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មមួយដោយប្រើសូដ្យូមអេតុកស៊ីតក្នុងអេតាណុលសម្រាប់ប្រតិកម្មអេពីមែរកម្មរបស់ស៊ីស-ដេកាឡូនទៅជាត្រង់ស្ស-ដេកាឡូន។ ចូរគូរទម្រង់កុងផរម៉ាស្យុងកៅអីដែលបង្ហាញពីមូលហេតុដែលធ្វើឱ្យត្រង់ស្ស-ដេកាឡូនមានស្ថេរភាពជាងស៊ីស-ដេកាឡូន។

៤.២ អាឡូសែនកម្មលើកាបូនα

- សមាសធាតុកាបូនីលដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαអាចរងប្រតិកម្មជំនួសអាឡូសែនលើកាបូនα ក្រោមវត្តមាន អាស៊ីត ឬបាស។



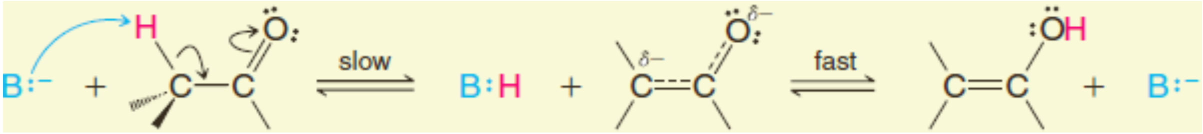
(ល្បាយរ៉ាសេមិច)

អាឡូសែនកម្មជំរុញដោយបាស

ក្រោមវត្តមានបាស អាឡូសែនកម្មកើតឡើងដោយឆ្លងកាត់ការកកើតអាញ៉ុងអេណូឡាត ឬ អេណុល ឃីតូ បន្ទាប់មកប្រតិកម្មរវាងអេណុល ឬអេណូឡាតជាមួយអាឡូសែនកើតឡើងយ៉ាងរហ័ស។

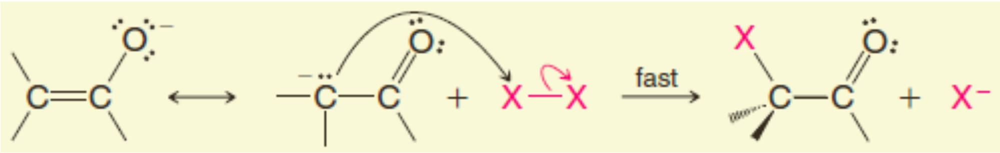
- *ចលនការប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មជំរុញដោយបាស*

ដំណាក់កាលទី១



អេណូឡាត អេណុល

ដំណាក់កាលទី២



អេណូឡាត (រ៉ាសេមិច)

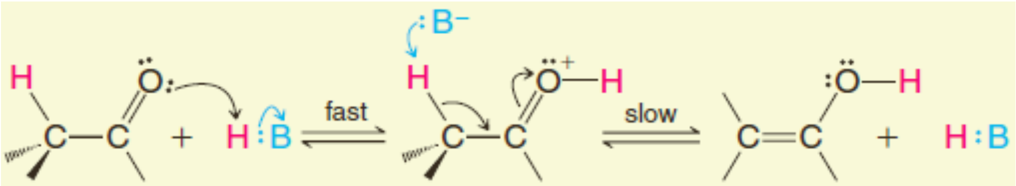
ដូចដែលយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកទី១៨.៤.៣ ប្រតិកម្មពហុអាឡូសែនអាចកើតឡើង។

អាឡូសែនកម្មជំរុញដោយអាស៊ីត

ក្រោមវត្តមានអាស៊ីត ប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មកើតឡើងដោយឆ្លងកាត់ការកកើតអេណុលមួយឃីតូ បន្ទាប់មកប្រតិកម្មរបស់អេណុលជាមួយអាឡូសែនកើតឡើងយ៉ាងរហ័ស។

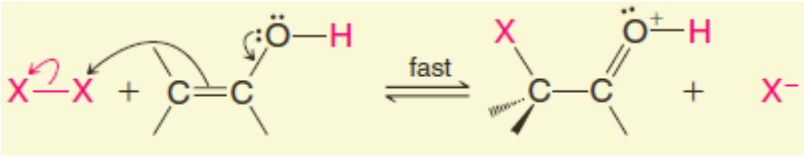
- *ចលនការប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មកាតាលីករអាស៊ីតរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន*

ដំណាក់កាលទី១

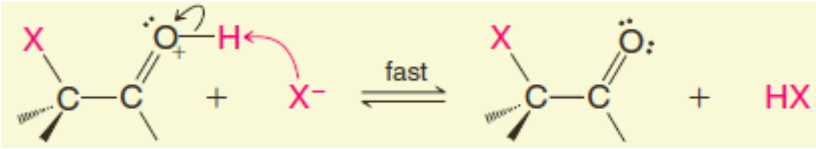


អេណុល

ដំណាក់កាលទី២



ដំណាក់កាលទី៣



រ៉ាសេមិច

ភស្តុតាងមួយផ្នែកដែលគាំទ្រចលនការប្រតិកម្មនេះបានមកពីការសិក្សាស៊ីនេទិចប្រតិកម្ម។ ទាំងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មជំរុញដោយអាស៊ីត និងបាសរបស់សេតូន *បង្ហាញល្បឿនដើមដែលមិនអាស្រ័យលើកំហាប់*

អាឡូសែន។ ចលនការប្រតិកម្មដែលយើងបានសរសេរខាងលើមានការសង្កេតនេះ៖ ក្នុងប្រតិកម្មទាំងពីរ ដំណាក់កាលយឺតរបស់ចលនការកើតឡើងមុនពេលមានការប្រយុទ្ធពីអាឡូសែន។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៤៖ ហេតុអ្វីបានជាគេនិយាយថាអាឡូសែនកម្មសេតូនក្នុងបាសមួយត្រូវបានជំរុញដោយបាស មិនមែនកាតាលីសដោយបាស?

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៥៖ ភស្តុតាងលើចលនការប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មដែលយើងទើបតែបានលើកឡើងពីការពិតខាងក្រោម៖

a. 2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូនសកម្មអុបទិចរង់រ៉ាសេមិចកម្មកាតាលីករអាស៊ីតក្នុងល្បឿនប្រហាក់ប្រហែលទៅនឹងល្បឿននៅពេលវារងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មកាតាលីករអាស៊ីត។

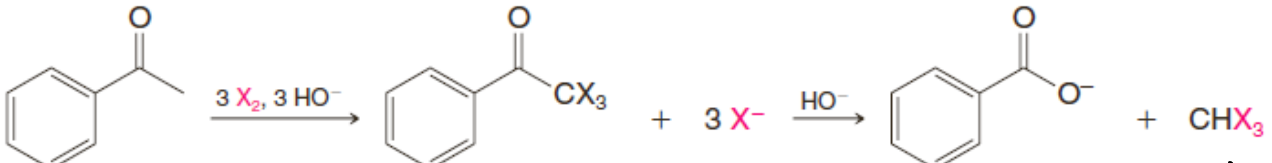
b. 2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូនរងអ៊ីយ៉ូតកម្មកាតាលីករអាស៊ីតក្នុងល្បឿនដូចទៅនឹងល្បឿននៅពេលវាប្រូមកម្មកាតាលីករបាស។

c. 2-មេទីល-1-ផេនីលប៊ុយតាន-1-អូន រងប្រតិកម្មបណ្តូរអ៊ីដ្រូសែន-ដឺតេរ្យ៉ូមកាតាលីករបាសក្នុងល្បឿនដូចទៅនឹងល្បឿននៅពេលវារងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មជំរុញដោយបាស។

ចូរពន្យល់ពីរបៀបដែលការសង្កេតទាំងនេះគាំទ្រចលនការដែលយើងសរសេរខាងលើ។

៤.៣ ប្រតិកម្មអាឡូផម

នៅពេលមេទីលសេតូនមានប្រតិកម្មជាមួយអាឡូសែនក្នុងវត្តមានបាសលើស ប្រតិកម្មពហុអាឡូសែនកម្មតែងតែកើតឡើងលើកាបូនរបស់ក្រុមមេទីល។ ប្រតិកម្មពហុអាឡូសែនកម្មកើតឡើងពីព្រោះការបញ្ចូល អាឡូសែនទី១ (ដោយសារតែកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានរបស់វា) ធ្វើឱ្យអ៊ីដ្រូសែនαនៅសល់លើកាបូនមេទីល កាន់តែមានភាពអាស៊ីត។ ប៉ុន្តែ ក្រុម CX_3ដែលទទួលបានចងសម្ព័ន្ធទៅក្រុមកាបូនីលអាចជាក្រុមចាកចេញមួយ។ ដូចនេះ នៅពេលអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាបាស ប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលកម្មកើតឡើង បង្កើតអំបិលកាបុកស៊ីឡាតមួយ និងអាឡូផមមួយ (CHX_3 ដូចជា ក្លរ៉ូផម ប្រូម៉ូផម ឬអ៊ីយ៉ូដូផម)។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍៖

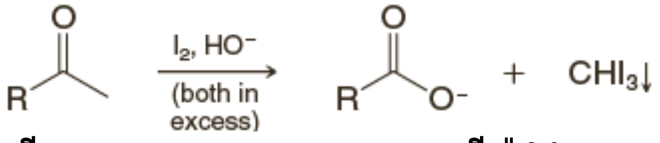


អាឡូផម

ប្រតិកម្មអាឡូផមជាប្រតិកម្មមួយដែលមានកាបាញ៉ុងមួយមានអំពើជាក្រុមចាកចេញ។ ប្រតិកម្មនេះកើតឡើងពីព្រោះ អាញ៉ុងទ្រីអាឡូមេទីលមានស្ថេរភាពមិនធម្មតា បន្ទុកអវិជ្ជមានរបស់វាត្រូវបានពង្រាយដោយអាតូមអាឡូសែនបី (នៅពេល X=Cl អាស៊ីតឆ្លាស់ជា$CHCl_3$ មាន pKa=13.6)។ ក្នុងដំណាក់កាលទី១ បន្ទេរ ប្រូតុងមួយកើតឡើងរវាងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច និងអាញ៉ុងទ្រីអាឡូមេទីល។

ប្រតិកម្មអាឡូផមមានសារប្រយោជន៍សំយោគ ជាមធ្យោបាយមួយសម្រាប់បម្លែងមេទីលសេតូនទៅជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។ នៅពេលប្រតិកម្មអាឡូផមត្រូវបានប្រើក្នុងការសំយោគក្លរ និងប្រូមត្រូវបានប្រើជាភាគីអាឡូសែន។ ក្លរ៉ូផម ($CHCl_3$) និងប្រូម៉ូផម ($CHBr_3$) ជាសារធាតុរាវដែលមិនរលាយក្នុងទឹក ហើយងាយស្រួល ញែកចេញពីសូលុយស្យុងដែលមានអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត។ នៅពេលភាគីអាឡូសែនជាអ៊ីយ៉ូត កករលឹងពណ៌ លឿងច្បាស់នៃអ៊ីយ៉ូដូផម (CHI_3) កកើតឡើង។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មតេស្តចំណាត់ថ្នាក់អ៊ីយ៉ូដូផម

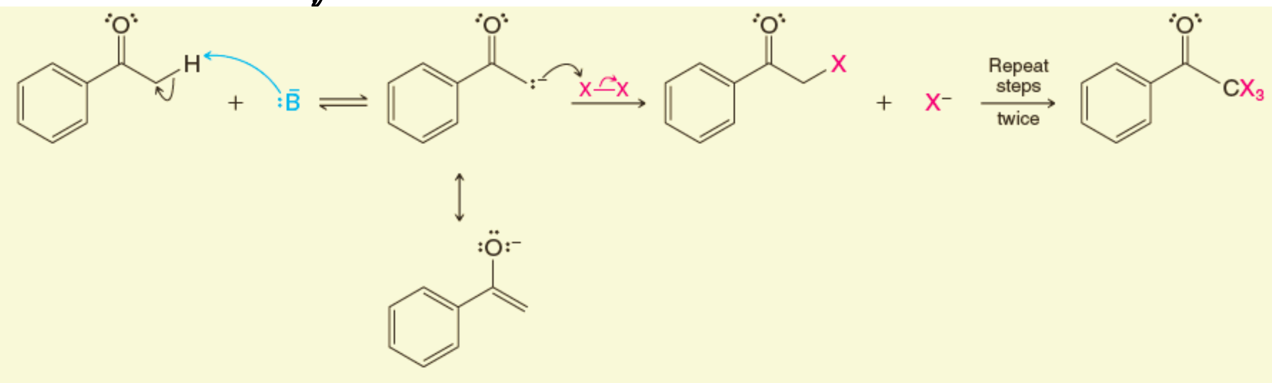
របស់មេទីលសេតូន និងមេទីលអាល់កុលថ្នាក់ទី២ (ដែលរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាមេទីលសេតូនជាដំបូងក្រោមល័ក្ខ ខ័ណ្ឌប្រតិកម្មទាំងនេះ)៖



មេទីលសេតូន អ៊ីយ៉ុងដូផម (កករពណ៌លឿង)

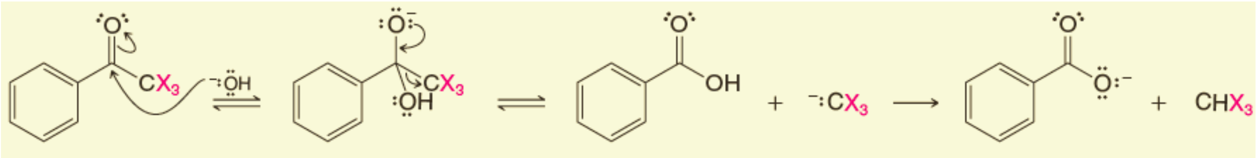
- *ចលនការប្រតិកម្មអាឡូផម*

  ដំណាក់កាលអាឡូសែនកម្ម៖



អេណុឡាត

ដំណាក់កាលជំនួសអាស៊ីល

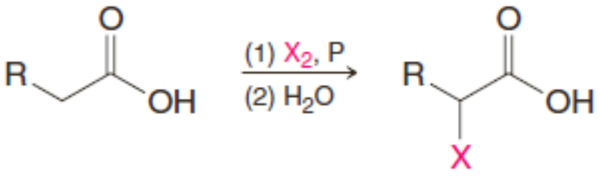


អាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត អាឡូផម

៤.៤ អាស៊ីតα-អាឡូ កាបុកស៊ីលិច ៖ ប្រតិកម្ម Hell-Volhard-Zelinski

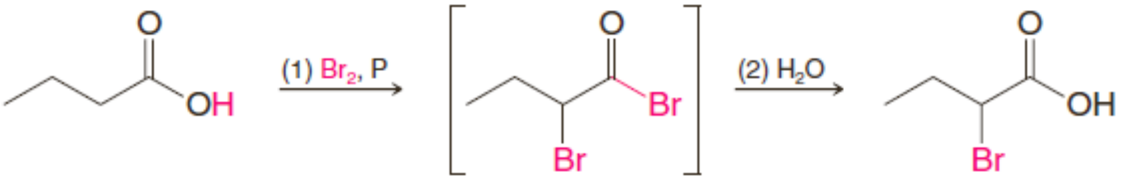
អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនα ប្រតិកម្មជាមួយប្រូម ឬក្លរក្រោមវត្តមានផូស្វរ (ឬផូស្វរអាឡូសែនួ) បង្កើតអាស៊ីត α-អាឡូកាបុកស៊ីលិច តាមប្រតិកម្មដែលគេហៅថា ប្រតិកម្ម Hell-Volhand-Zelinski (ឬ HVZ)។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



អាស៊ីតα-អាឡូ

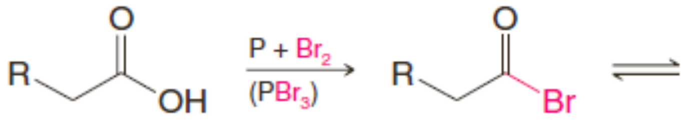
ឧទាហរណ៍៖



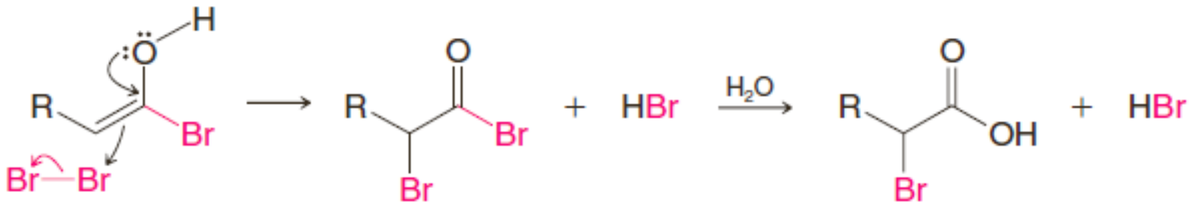
អាស៊ីតប៊ុយតាណូអ៊ិច អាស៊ីត 2-ប្រូម៉ូប៊ុយតាណូអ៊ិច

បើសិនគេប្រើប្រូម ឬក្លរលើសពី១ម៉ូលក្នុងប្រតិកម្មនេះ ផលិតផលដែលទទួលបានជា អាស៊ីតα,α-ឌីអាឡូ ឬ អាស៊ីតα,α,α-ទ្រីអាឡូ។

ដំណាក់កាលសំខាន់ក្នុងប្រតិកម្មនេះជាការកើតអាស៊ីលក្លរួមួយ និងអេណុលដែលបានពីអាស៊ីលក្លរួ។ អាស៊ីលក្លរួជាសមាសធាតុសំខាន់ ពីព្រោះអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមិនអាចបង្កើតអេណុលទេ ដោយសារតែប្រូតុងរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចត្រូវបានដកចេញមុនអ៊ីដ្រូសែនα។ អាស៊ីលក្លរួមិនមានអ៊ីដ្រូសែនកាបុកស៊ីលិចទេ។

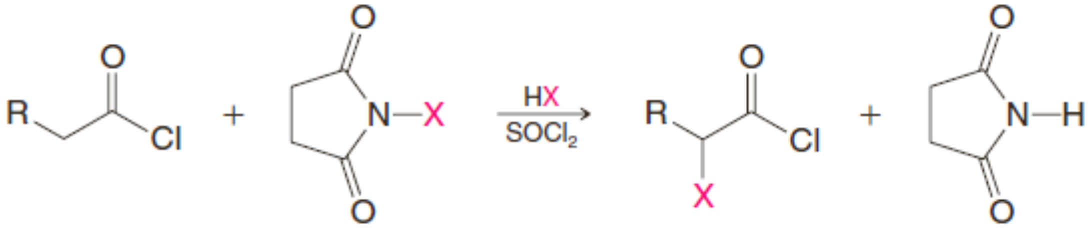


អាស៊ីលប្រូមួ

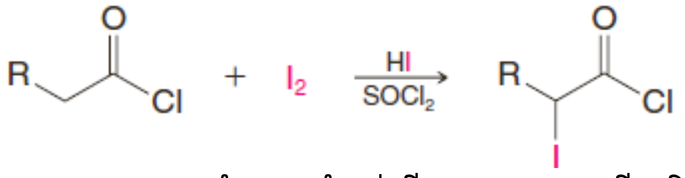


ទម្រង់អេណុល

វិធីសាស្ត្រមួយទៀតសម្រាប់ប្រតិកម្មα-អាឡូសែនកម្មត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយ D. N. Harpp (សាកលវិទ្យាល័យ McGill)។ អាស៊ីលក្លរួដែលបានកកើតដោយប្រតិកម្មរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាមួយ $SOCl_2$ ត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយ N-អាឡូស៊ូស៊ីនីមីត និងបរិមាណបន្តិចបន្តួចនៃ HX បង្កើតα-ក្លរ៉ូ ឬ α-ប្រូម៉ូអាស៊ីលក្លរួ។

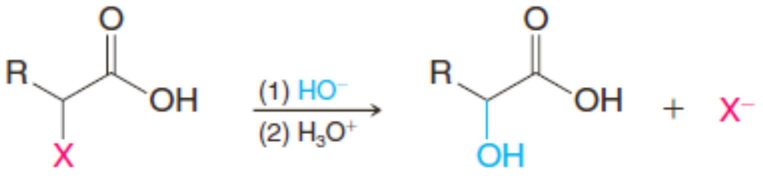


α-អ៊ីយ៉ូដូអាស៊ីលក្លរួអាចទទួលបានដោយប្រើម៉ូលេគុលអ៊ីយ៉ូតក្នុងប្រតិកម្មស្រដៀងគ្នា។



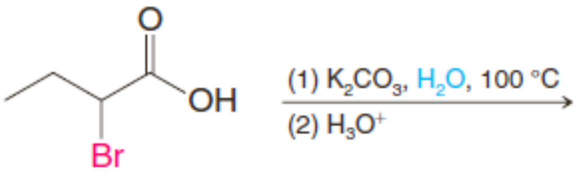
អាស៊ីតα-អាឡូជាអង្គធាតុកណ្តាលសំយោគសំខាន់ ពីព្រោះពួកវាអាចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលផ្សេងៗ។

ការបម្លែងទីជាអាស៊ីតα-អ៊ីដ្រុកស៊ី



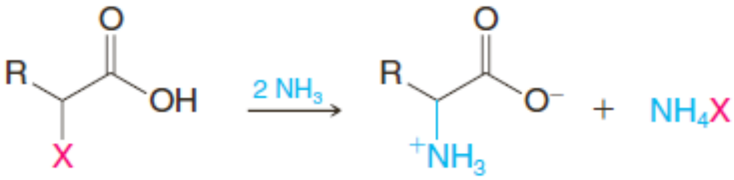
អាស៊ីតα-អាឡូ **អាស៊ីតα-អ៊ីដ្រុកស៊ី**

ឧទាហរណ៍៖



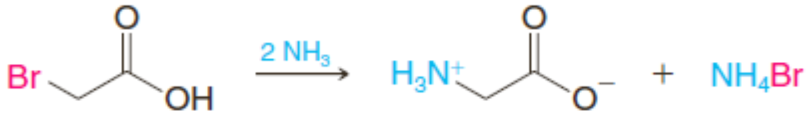
អាស៊ីត2-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណូអ៊ិច

ការបម្លែងទៅជាអាស៊ីតα-អាមីនេ



អាស៊ីតα-អាឡូ　　　អាស៊ីតα-អាមីនេ

ឧទាហរណ៍៖



អាស៊ីតអាមីណូអាសេទិច

៥. លីចូមអេណុឡាត

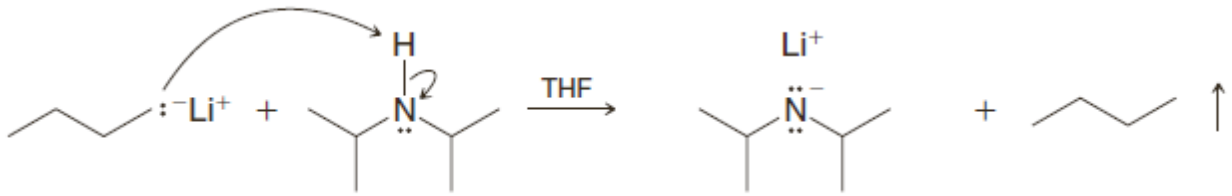
ទីតាំងលំនឹងដែលអេណូឡាតមួយកកើតអាស្រ័យលើកម្លាំងបាសដែលបានប្រើ។ បើសិនជាគេប្រើបាសខ្សោយជាងអេណូឡាត នោះលំនឹងរំកិលទៅខាងឆ្វេង។ ឧទាហរណ៍ ដូចជាក្នុងករណី ពេលសេតូនមួយត្រូវបានរងប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអេតុកស៊ីតក្នុងអេតាណុល។

អាស៊ីតខ្សោយជាង	បាសខ្សោយជាង	បាសខ្លាំងជាង	អាស៊ីតខ្លាំងជាង
(pKa=19)			(pKa=16)

ម្យ៉ាងវិញទៀត បើសិនជាគេប្រើបាសខ្លាំងមួយ លំនឹងនឹងរំកិលទៅខាងស្តាំ។ បាសខ្លាំងសំខាន់មួយសម្រាប់បម្លែងសមាសធាតុកាបូនីលទៅជាអេណូឡាតគឺ**លីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីត** (LDA) ឬ LiN(i-Pr)$_2$៖

សេតូន	LDA	អេណូឡាត	ឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន
(អាស៊ីតខ្លាំងជាង)	(បាសខ្លាំងជាង)	(បាសខ្សោយជាង)	(អាស៊ីតខ្លាំងជាង)
(pKa=19)			(pKa=38)

- លីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីត (LDA) អាចត្រូវបានទធ្វើដោយរំលាយឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីនក្នុងធាតុរំលាយ មួយដូចជាឌីអេទីលអេទែរ ឬ THF និងដាក់ឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាល់គីលលីចូមមួយ៖



ប៊ុយទីលលីចូម (BuLi)　　ឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន (pKa=38)　　លីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីត (LDA ឬ LiN(i-Pr)$_2$　　ប៊ុយតាន (pKa=50)

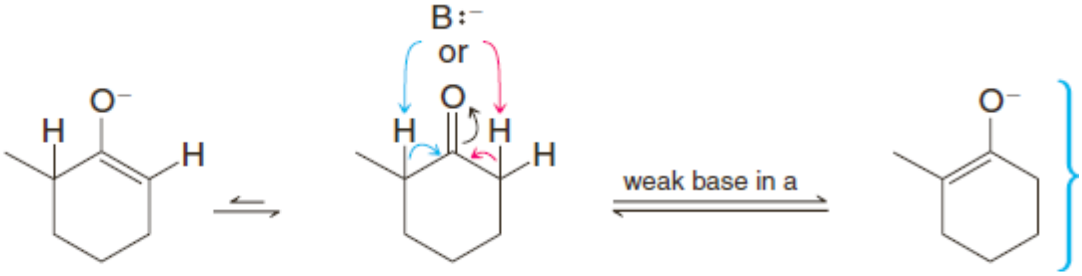
៥.១ ការកកើតជ្រើសតំបន់នៃអេណូឡាត

សេតូនអស៊ីមេទ្រីដូចជា2-មេទីលស៊ីក្លូអិចសានអាចបង្កើតអេណូឡាតពីរ ដែលបានពីការដកអ៊ីដ្រូសែន α មួយពីមុខម្ខាង ឬមុខម្ខាងទៀតនៃក្រុមកាបូនីល។ អេណូឡាតណាដែលមានឧត្តមភាពក្នុងប្រតិកម្មអាស្រ័យលើល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលសម្របសម្រួលលំនឹងអាស៊ីតបាស។

- **អេណូឡាតទែម៉ូឌីណាមិច**ជាអេណូឡាតដែលមានស្ថេរភាពជាងគេ។ ស្ថេរភាពរបស់អេណូឡាតត្រូវបានវាយតម្លៃដូចអាល់សែនដែរ មានន័យថា អេណូឡាតណាដែលមានក្រុមជួសច្រើនជាងគេមានស្ថេរភាពជាងគេ។
- **អេណូឡាតទែម៉ូឌីណាមិច**ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌនៃការត្រួតពិនិត្យទែម៉ូឌីណាមិច ដែលលំនឹងប្រូតុងកម្ម-ដេប្រូតុងកម្ម អាចធ្វើការបម្លែងទៅវិញទៅមករវាងអេណូឡាតដែលកើតមាន ដូចជាអេណូឡាតដែលមានស្ថេរភាពជាងគេមានកំហាប់ខ្ពស់ជាងគេ។ ករណីកើតឡើងនៅពេលpKaរបស់អាស៊ីតឆ្លាស់នៃបាសនេះប្រហាក់ប្រហែលគ្នានឹងpKaនៃអ៊ីដ្រូសែនαរបស់សមាសធាតុកាបូនីល។ ដោយប្រើអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬអាល់កុកស៊ីតក្នុងជាតុរំលាយប្រូតុងមួយធ្វើឱ្យសម្របសម្រួលដល់ការកកើតអេណូឡាតទែម៉ូឌីណាមិច។
- **អេណូឡាតស៊ីនេទិច**ជាអេណូឡាតដែលកើតលឿនជាងគេ។ វាតែងតែកកើតពីការដកអ៊ីដ្រូសែនα ដែលមានរបាំងស្ទេរិចតិច។
- អេណូឡាតស៊ីនេទិចមានឧត្តមភាពក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌនៃការត្រួតពិនិត្យស៊ីនេទិចដែលមិនសម្របសម្រួលលំនឹងរវាងអេណូឡាតដែលកើតមាន។ ដោយប្រើបាសខ្លាំង និងមានរបាំងស្ទេរិចច្រើនក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុង ដូចជាLDAក្នុងតេត្រាអ៊ីដ្រូហ្វូរ៉ាន (THF) ឬ ឌីមេតុកស៊ីអេតាន (DME) ធ្វើឱ្យសម្របសម្រួលដល់ការកកើតអេណូឡាតស៊ីនេទិច។

ល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលសម្របសម្រួលការកកើតអេណូឡាតទែម៉ូឌីណាមិច និងស៊ីនេទិច ពី2-មេទីលស៊ីក្លូអិចសាណូនត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។

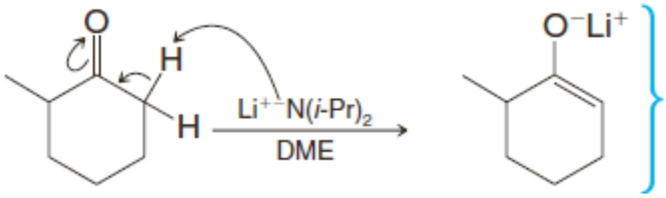
ការកកើតអេណូឡាតទែម៉ូឌីណាមិចមួយ៖



អេណូឡាតនេះមានស្ថេរភាពជាង ពីព្រោះសម្ព័ន្ធពីរជាន់មានក្រុមជំនួសច្រើនជាង វាជាអេណូឡាតឧត្តមភាពក្នុងលំនឹង។

ស៊ីនេទិច (អេណូឡាតអន់ស្ថេរភាពជាង)　　2-មេទីលស៊ីក្លូអិចសាណូន　　ទែម៉ូឌីណាមិច (អេណូឡាតមានស្ថេរភាពជាង)

ការកកើតអេណូឡាតស៊ីនេទិចមួយៈ

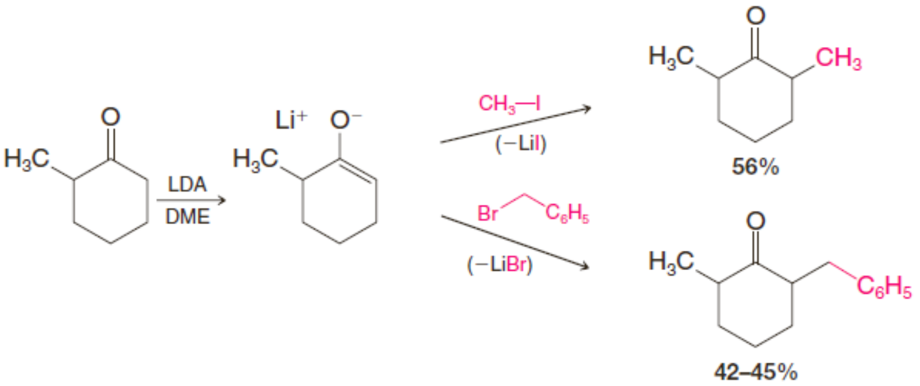


អេណូឡាតនេះកកើតលឿនជាងពីព្រោះ បាសខ្លាំងប្រផង់ប្រដាំងដកយកប្រូតុងស្រលះជាងគេលឿនជាង

អេណូឡាតស៊ីនេទិច

៥.២ ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មផ្ទាល់របស់សេតូនតាមលីចូមអេណូឡាត

ការកកើតលីចូមអេណូឡាតដោយប្រើលីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីតជាមធ្យោបាយមានប្រយោជន៍មួយទៀតនៃការធ្វើអាល់គីលកម្មសេតូនតាមផ្លូវជ្រើសតំបន់មួយ។ ឧទាហរណ៍ លីចូមអេណូឡាតដែលកកើតពី 2-មេទីលស៊ីក្លូអិចសាណូនអាចរងមេទីឡាតកម្ម ឬបង់ស៊ីឡាតកម្មលើកាបូនαមានរបាំងស្តេរិចតិច ដោយអាចធ្វើឱ្យវាមានប្រតិកម្មជាមួយ LDA បន្ទាប់មកធ្វើប្រតិកម្មដោយមេទីលអ៊ីយ៉ូដ ឬបង់ស៊ីលប្រូមួៈ

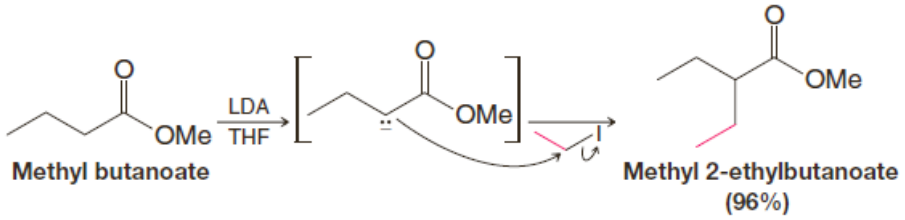


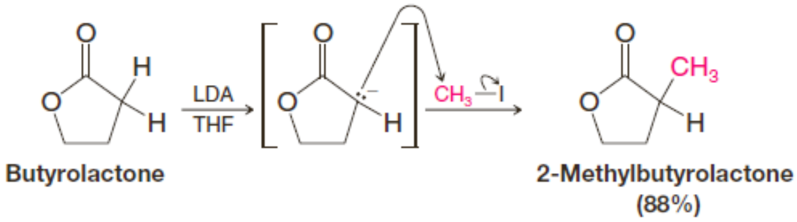
ប៉ុន្តែប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មទាំងនេះមានលីមីតសំខាន់មួយ ពីព្រោះប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មS_N2 ហើយដោយសារតែអេណូឡាតជាបាសខ្លាំង។

- អាល់គីលកម្មអាចកើតឡើងតែនៅពេលគេប្រើអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ បង់ស៊ីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ និងអាលីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១។ ចំពោះអាឡូសែនថ្នាក់ទី២ និងទី៣ ប្រតិកម្មបណ្តាច់នឹងកើតឡើងជាប្រតិកម្មឧត្តមភាព។

៥.៣ អាល់គីលផ្ទាល់នៃអេស្ទែរ

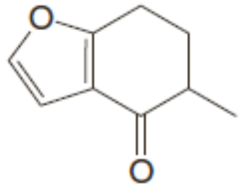
ឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មនៃអេស្ទែរត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ក្នុងឧទាហរណ៍ទី២ អេស្ទែរជាឡាក់តូនមួយៈ



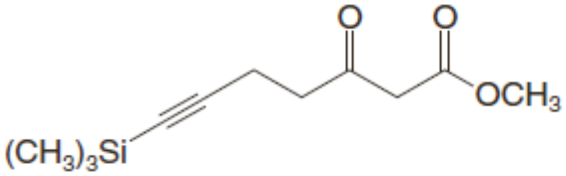


លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៦៖

a. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មដែលទាក់ទងនឹងលីចូមអែណូឡាតមួយសម្រាប់បញ្ចូលក្រុមមេទីលទៅក្នុងសមាសធាតុខាងក្រោម (អង្គធាតុកណ្ដាលក្នុងការសំយោគកាហ្វេស្តុលដោយ E. J. Corey ដែលជាភ្នាក់ងារប្រឆាំងនឹងការរលាកដែលមានក្នុងគ្រាប់កាហ្វេ)។

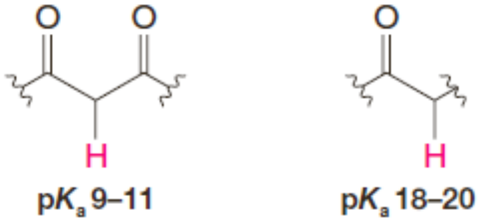


b. ឌីអែណូឡាតអាចត្រូវបានបង្កើតពីβ-សេតូអេស្ទែរដោយប្រើLDA២ម៉ូល។ បន្ទាប់មកឌីអែណូឡាតអាចរងអាល់គីលកម្មជ្រើសលើកាបូនអែណូឡាតពីរដែលមានភាពបាសខ្លាំងជាងគេ។ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំរាប់សំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមដោយប្រើឌីអែណូឡាតមួយ និងអាល់គីលអាឡូសែនសមស្រប។

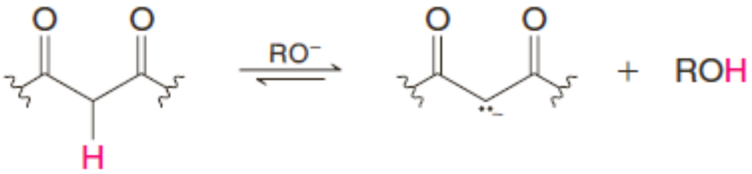


៦. អែណូឡាតរបស់សមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីល

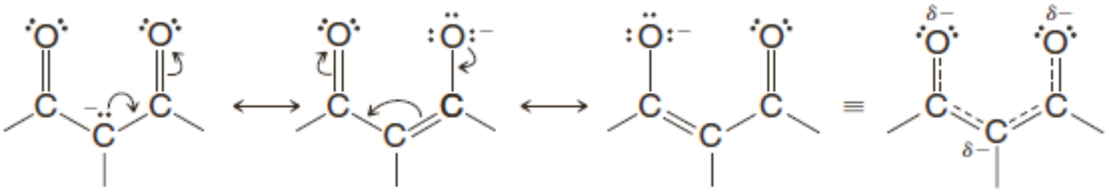
- អាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលស្ថិតនៅចន្លោះក្រុមកាបូនីលពីរ ដូចជាក្នុងសមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីលមានតម្លៃ pKa ក្នុងចន្លោះ 9 -11។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនα ទាំងនេះមានភាពអាស៊ីតខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែនαដែលនៅជាប់ ក្រុមកាបូនីលតែមួយ ដែលមានតម្លៃ pKa ក្នុងចន្លោះ 18-20។



- បាសខ្សោយខ្លាំងជាងLDA ដូចជាអាល់កុកស៊ីត អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតអែណូឡាតមួយពីសមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីល។

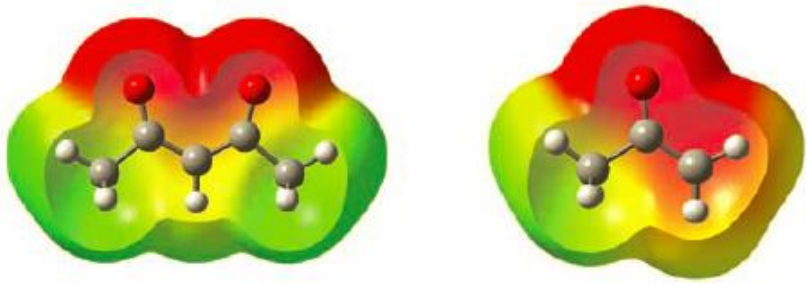


យើងអាចបកស្រាយអំពីកម្រិតអាស៊ីតខ្លាំងជាងរបស់ប្រព័ន្ធβ-ឌីកាបូនីល បើយើងប្រៀបធៀបជាមួយសមាសធាតុម៉ូណូកាបូនីល ដោយភាពមិនដៅកន្លែងនៃបន្ទុកអវិជ្ជមានលើអាតូមអុកស៊ីសែនពីរ មិនមែនមួយ។ យើងអាចតាងភាពមិនដៅកន្លែងនេះដោយគូសទម្រង់រេសូណង់របស់β-ឌីកាបូនីលអែណូឡាតត និងទម្រង់ អ៊ីប្រ៊ីតរបស់វា៖



ទម្រង់រេសូណង់ **អ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់**

យើងអាចបង្ហាញភាពមិនដៅកន្លែងនៃបន្ទុករបស់β-ឌីកាបូនីលអេណូឡាតមួយដោយពិចារណាលើគំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អេណូឡាតដែលបានមកពីប៉ង់តាន-2,4-ឌីអូន និងអាសេតូន។ នៅទីនេះយើងឃើញថា បន្ទុកអវិជ្ជមានរបស់អេណូឡាតបានមកពីប៉ង់តាន-2,4-ឌីអូនប្រមូលផ្តុំគ្នាលើអាតូមអុកស៊ីសែនពីរ បើប្រៀបធៀបជាមួយអេណូឡាតដែលបានមកពីអាសេតូន ដែលបន្ទុកអវិជ្ជមានក្នុងអេណូឡាតនៅសល់លើអាតូមកាបូនα៖



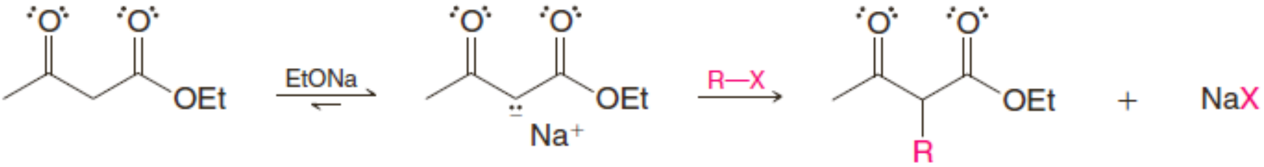
ប៉ង់តាន-2,4-ឌីអូនអេណូឡាត **អាសេតូនអេណូឡាត**

មានសមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីលសំខាន់ពីរត្រូវបាននិយមប្រើក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ។ ពួកវាគឺ អាសេតូអាសេទិចអេស្ទែរ (អេទីលអាសេតូអាសេតាត, អេទីល 3-អុកសូប៊ុយតាណូអាត) ដែលអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតស្រលាយអាសេតូនជួស និងមួយទៀតគឺ ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត (អាស៊ីតឌីអេទីល1,3-ប្រូប៉ានឌីកាបុកស៊ីលិច) ដែលអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតអាសេទិចជំនួស និងស្រលាយរបស់វា។ យើងនឹងសិក្សាអំពីការសំយោគដែលទាក់ទងនឹងអាសេតូអាសេតាត និងឌីអេទីលម៉ាឡូណាតក្នុងផ្នែកបន្ទាប់នៃមេរៀននេះ។

អាសេតូអាសេទិចអេស្ទែរ **ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត**

៧. ការសំយោគមេទីលសេតូន៖ ការអេស្ទែរសំយោគអាសេតូអាសេទិច

ដោយសារតែអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចជាសមាសធាតុកាបូនីលβ អាចត្រូវបានបម្លែងជាអេណូឡាតមួយដោយប្រើសូដ្យូមអេតុកស៊ីត។ បន្ទាប់មក យើងអាចធ្វើប្រតិកម្មអាល់គីឡាតលើអេណូឡាតដែលកកើត (ហៅថា អេស្ទែរសូដ្យូមអាសេតូអាសេទិច) ជាមួយអាល់គីលអាឡូសែនមួយ។ ដំណើរការនេះត្រូវបានគេហៅថា **ការសំយោគអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច**។

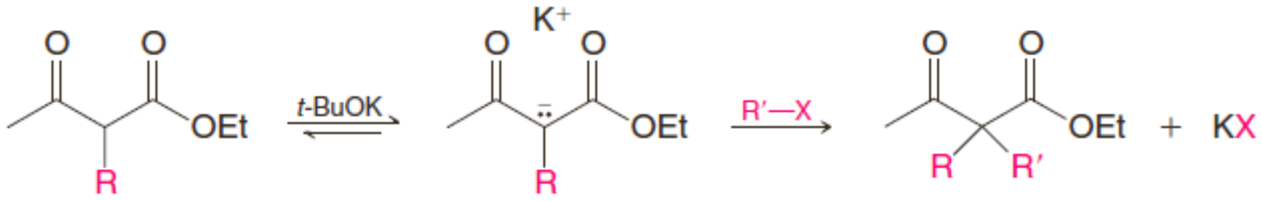


អេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច **អេស្ទែរសូដ្យូមអាសេតូអាសេទិច** **អេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលអាសេតូអាសេទិច**

- ដោយសារតែអាល់គីលកម្មក្នុងប្រតិកម្មខាងលើជាប្រតិកម្ម S_N2 មួយ គេទទួលបានទិន្នផលល្អពីការប្រើអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ (រួមទាំងអាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១) ឬ មេទីលអាឡូសែន។ អាឡូសែនថ្នាក់ទី២ឱ្យទិន្នផលទាប ហើយអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣ឱ្យប្រតិកម្មបណ្ដាច់។

ឌីអាល់គីលកម្ម

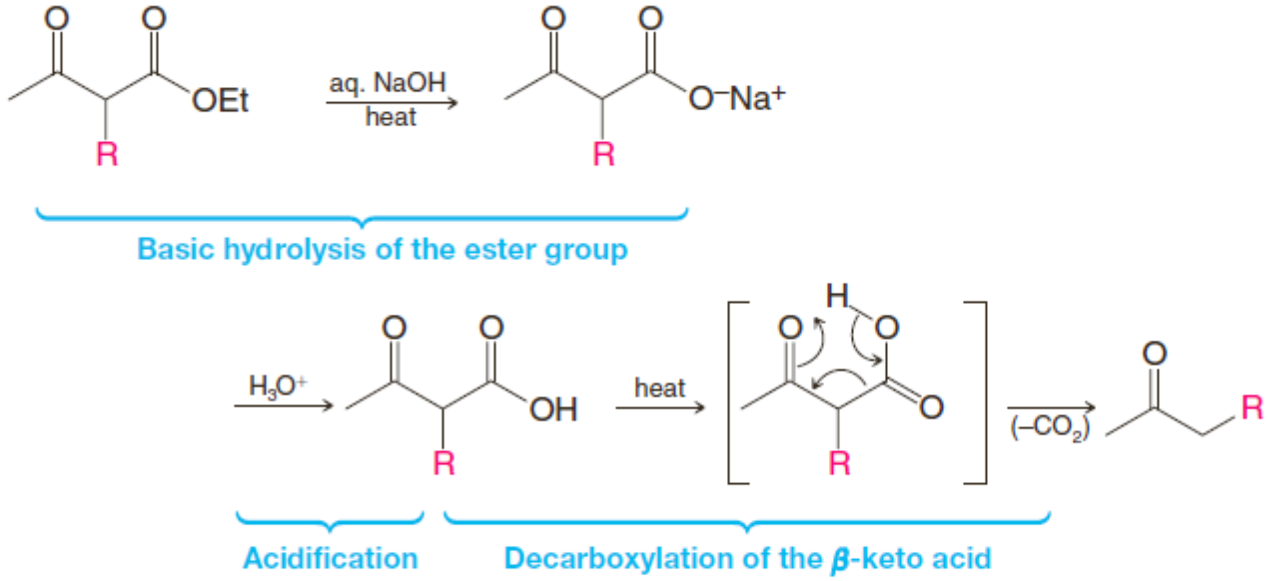
ម៉ូណូអាល់គីលអាសេតូអាសេទិចអេស្ទែរដែលបង្ហាញខាងលើនៅតែមានអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីតមួយ ហើយបើសិនយើងចង់បាន យើងអាចធ្វើប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មទី២មួយទៀត។ ដោយសារតែអេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលអាសេតូអាសេទិចមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្សោយជាអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច ដោយសារតែផលឱ្យអេឡិចត្រុងរបស់ក្រុមអាល់គីល វាតែងតែមានប្រយោជន៍ក្នុងការប្រើបាសខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតសម្រាប់ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មទី២។ គេនិយមប្រើប៉ូតាស្យូមទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីត ដោយសារវាជាបាសខ្លាំងជាងសូដ្យូមអេតុកស៊ីត។ ដោយសារតែវាមានរបាំងស្តេរិចធំ ប៉ូតាស្យូមទែរ-ប៊ុយតុកស៊ីតមិនធ្វើឱ្យកើតប្រតិកម្មត្រង់អេស្ទែរកម្មទេ។



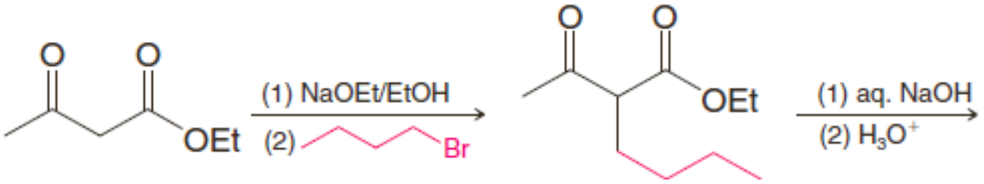
អេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលអាសេតូអាសេទិច **អេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច**

មេទីលសេតូនជំនួស

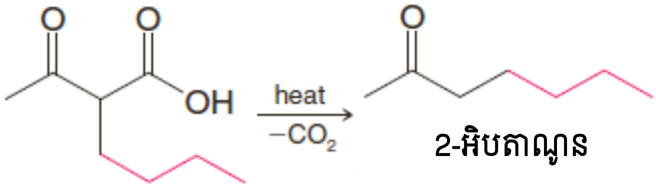
ដើម្បីសំយោគមេទីលសេតូនម៉ូណូជំនួស (អាសេតូនម៉ូណូជំនួស)យើងអាចធ្វើប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មតែម្តង។ បន្ទាប់មក យើងធ្វើអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលអាសេតូអាសេទិច ដោយប្រើសូលុយស្យុងរាវនៃសូដ្យូម ឬប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត។ បន្ទាប់មកធ្វើអាស៊ីតកម្មលើល្បាយប្រតិកម្មបង្កើតអាស៊ីតអាល់គីល-អាសេតូអាសេទិចមួយ ហើយកម្តៅអាស៊ីតβ-សេតូរហូតដល់ 100^0C ធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្ម៖



ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងលើការសំយោគ 2-អិបតាណូន៖

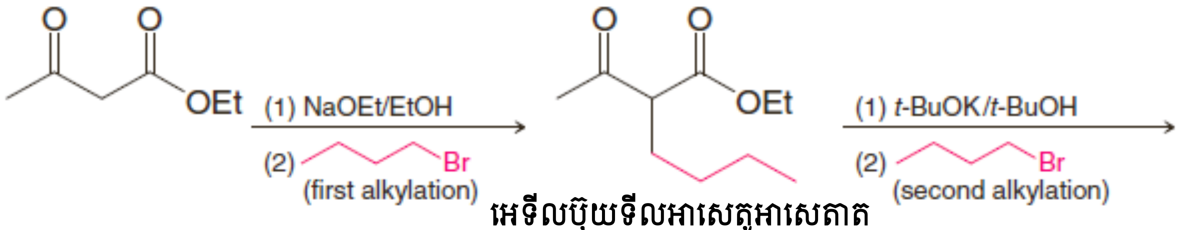


អេទីលអាសេតូអាសេតាត **អេទីលប៊ុយទីលអាសេទីលអាសេតាត**
(អេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច) **(69-72%)**

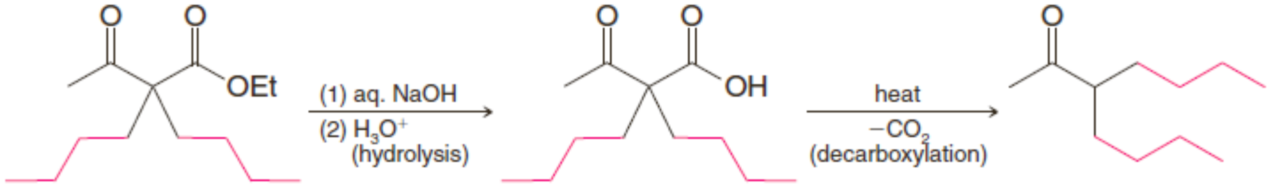


2-អិបតាណូន

បើសិនជាគោលបំណងរបស់យើងចង់ទង្វើអាសេតូនឌីជំនួស យើងអាចធ្វើប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មទ្វេរដង យើងអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរឌីអាល់គីលអាសេតូអាសេទិចដែលត្រូវបានបង្កើត ហើយបន្ទាប់មកយើងធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មអាស៊ីតឌីអាល់គីលអាសេតូអាសេទិច។ ឧទាហរណ៍មួយនៃដំណើរការនេះគឺការសំយោគ 3-ប៊ុយទីល-2-អិបតាណូន៖



អេទីលប៊ុយទីលអាសេតូអាសេតាត



អេទីលឌីប៊ុយទីលអាសេតូអាសេតាត **3-ប៊ុយទីល-2-អិបតាណូន**

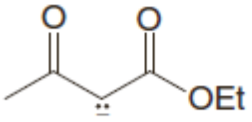
ទោះបីជាអាល់គីលកម្មទាំងពីរក្នុងឧទាហរណ៍នេះត្រូវបានធ្វើឡើងដោយប្រើអាល់គីលអាឡូសែនដូចគ្នាក៏ដោយ យើងអាចប្រើអាល់គីលអាឡូសែនខុសគ្នា បើសិនជាយើងចង់សំយោគវា។

- ដូចដែលយើងបានឃើញរួចហើយ អេទីលអាសេតូអាសេតាតជារ៉េអាក់ទីបមានប្រយោជន៍មួយសម្រាប់ទង្វើអាសេតូនជួស (មេទីលសេតូន) ដូចប្រភេទខាងក្រោម។

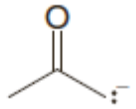
អាសេតូនម៉ូណូជំនួស **អាសេតូនឌីជំនួស**

- ដូចនេះ អេទីលអាសេតូអាសេតាតដើរតួជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគរបស់អេណូឡាតពីអាសេតូន ដូចបង្ហាញខាងក្រោម។

ទោះបីជា វាអាចបង្កើតអេណូឡាតរបស់អាសេតូន មានភាពងាយស្រួលក្នុងការប្រើអេទីលអាសេតូអាសេតាតជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគមួយ ពីព្រោះអ៊ីដ្រូសែនαមានភាពអាស៊ីត (pKa=9 – 11) ខ្លាំងជាងអាសេតូន (pKa=19–20)។ បើសិនជាយើងចង់ប្រើអាសេតូនអេណូឡាតផ្ទាល់ យើងត្រូវតែប្រើបាសខ្លាំងជាង និងល័ក្ខខ័ណ្ឌពិសេសផ្សេងទៀត (ដូចជា លីចូមអេណូឡាត)។



ជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគរបស់



អ៊ីយ៉ុងអេទីលអាសេតូអាសេតាត **អាសេតូនអេណូឡាត**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៧៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកប្រើអេស្ទែអាសេតូអាសេទិចដើម្បីទង្វើ៖

a. 3-ប្រូពីល-2-អិចសាណូន

b. 4-ផេនីល-2-ប៊ុយតាណូន

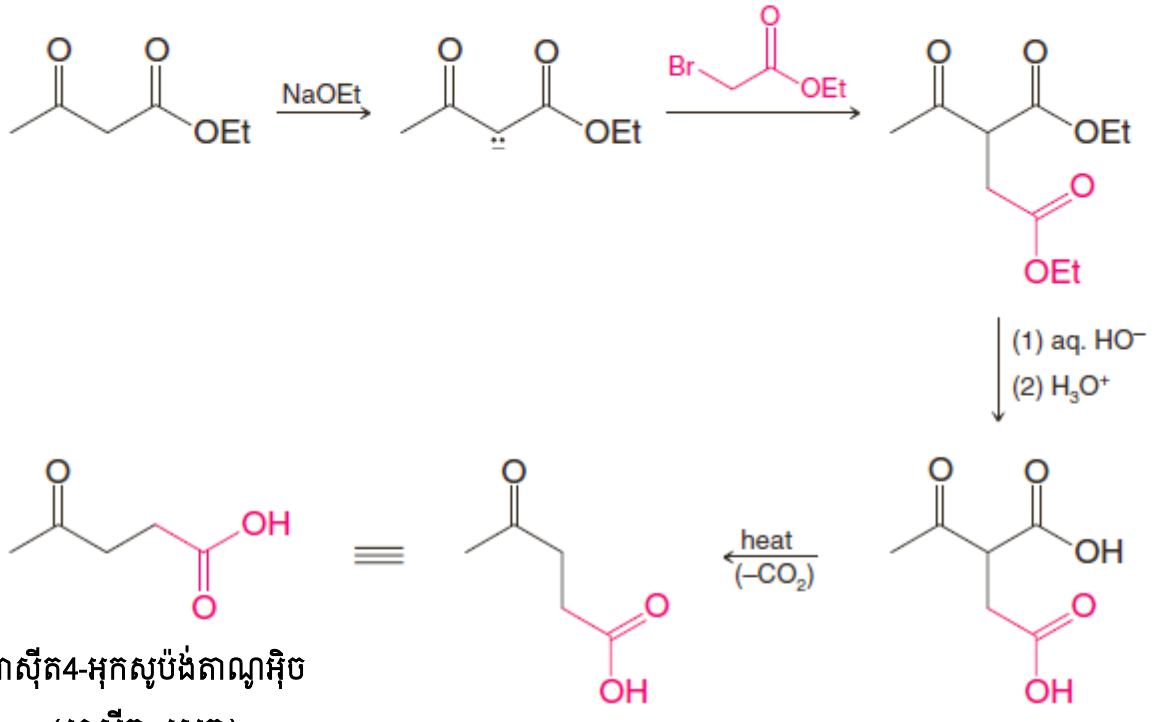
លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៨៖ ការសំយោគអេស្ទែអាសេតូអាសេទិចតែងតែឱ្យលទ្ធផលល្អ នៅពេលគេប្រើអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ក្នុងដំណាក់កាលអាល់គីលកម្ម។ អាឡូសែនថ្នាក់ទី២ឱ្យទិន្នផលទាប ហើយអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣មិនឱ្យផលិតផលប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មទេ។

a. ចូរពន្យល់។

b. តើផលិតផលអ្វីដែលអ្នករំពឹងថាទទួលបានពីប្រតិកម្មនៃអេស្ទែរសូដ្យូមអាសេតូអាសេទិច និងទែរ-ប៊ុយទីលប្រូមួ?

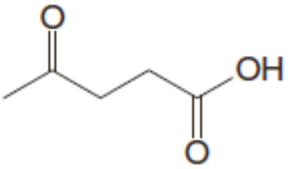
c. គេមិនអាចប្រើប្រូម៉ូបង់សែនជារ៉េអាក់ទីបអារីលកម្មក្នុងការសំយោគអេស្ទែអាសេតូអាសេទិច តាម គោលបំណងដែលយើងលើកឡើងខាងលើ។ ហេតុអ្វីក៏មិនអាច?

ការសំយោគអេស្ទែអាសេតូអាសេទិចអាចត្រូវបានធ្វើឡើងដោយប្រើអាឡូអេស្ទែរ និងអាឡូសេតូន។ ការប្រើះអេស្ទែរα-អាឡូ ផ្តល់ឱ្យយើងនូវការសំយោគងាយស្រួលនៃអាស៊ីតγ-សេតូមួយ៖

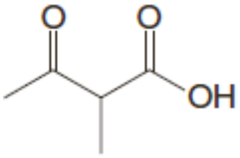


អាស៊ីត4-អុកសូប៉ង់តាណូអ៊ិច
(អាស៊ីតγ-សេតូ)

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.៩៖ ក្នុងការសំយោគអាស៊ីតសេតូ អាស៊ីតឌីកាបុកស៊ីលិចធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មតាមផ្លូវមួយ វាឱ្យផលិតផល៖

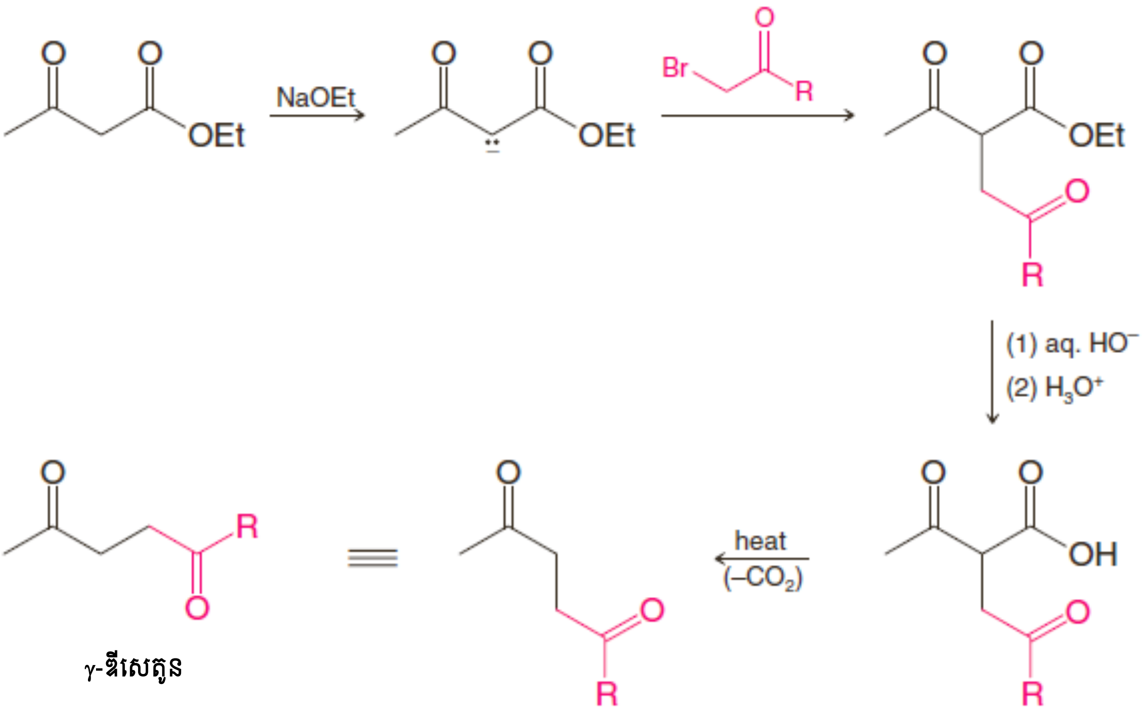


មិនមែន



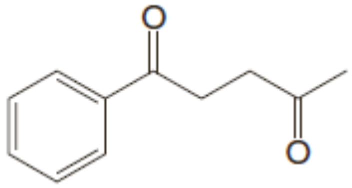
ចូរពន្យល់។

ការប្រើសេតូនα-អាឡូមួយក្នុងសំយោគអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចផ្តល់ឱ្យយើងនូវវិធីសាស្ត្រទូទៅមួយក្នុងការទង្វើγ-ឌីសេតូន៖



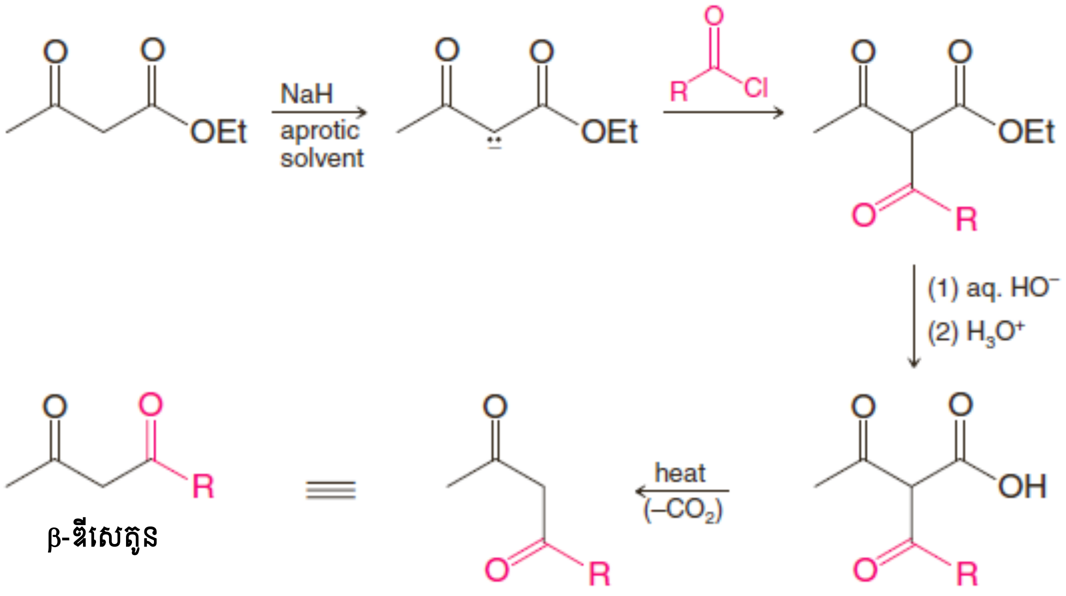
γ-ឌីសេតូន

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១០៖ តើអ្នកអាចប្រើការសំយោគអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចដើម្បីទង្វើសមាសធាតុខាងក្រោមតាមរបៀបណា?

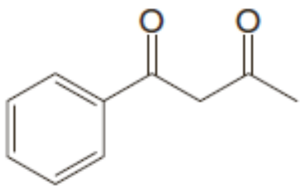


អាស៊ីលកម្ម

អាញ៉ុងដែលបានមកពីអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចរងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម នៅពេលពួកវាត្រូវបានដាក់ឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួ ឬអាស៊ីតអានីឌ្រីត។ ដោយសារភ្នាក់ងារអាស៊ីលកម្មទាំងពីរមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុល ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មមិនអាចធ្វើឡើងក្នុងអេតាណុល ហើយត្រូវតែធ្វើឡើងក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុងដូចជាDMF ឬ DMSO (ឧទាហរណ៍ បើសិនគេធ្វើប្រតិកម្មក្នុងអេតាណុល ដោយប្រើសូដ្យូមអេតុកស៊ីត អាស៊ីលក្លរួនឹងបម្លែងយ៉ាងរហ័សទៅជាអេទីលអេស្ទែរមួយ និងអ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតនឹងត្រូវបានបន្សាប)។ គេអាច ប្រើសូដ្យូមអ៊ីដ្រួដើម្បីបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអេណូឡាតក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុង៖

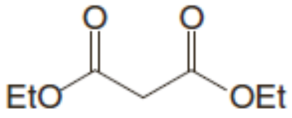


លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១១៖ តើអ្នកប្រើការសំយោគអាសេតូអាសេទិចដើម្បីធ្វើសមាសធាតុខាងក្រោមតាមរបៀបណា?



៨. ការសំយោគអាស៊ីតអាសេទិចជួស៖ ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិច

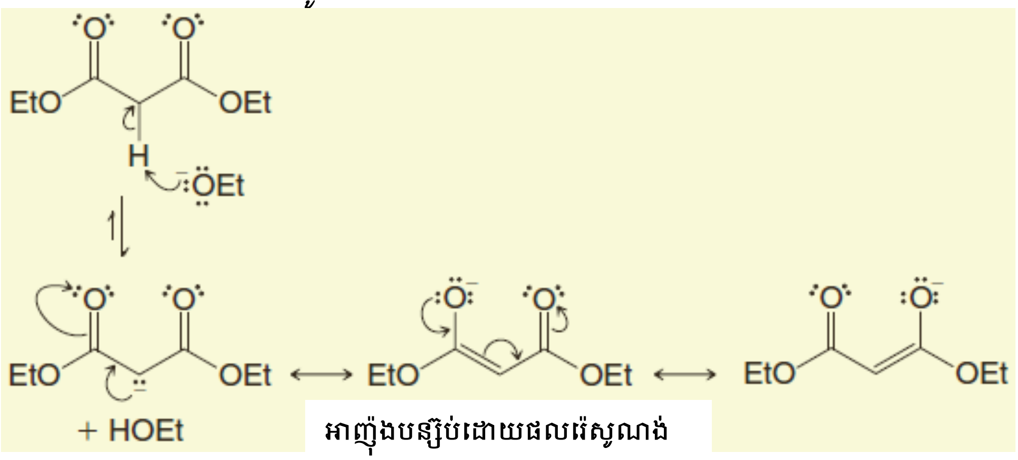
ដៃគូសំខាន់មួយរបស់ការសំយោគអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច គឺត្រូវបានគេហៅថា **ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិច** ដែលជាការសំយោគមួយបង្កើតអាស៊ីតអាសេទិចម៉ូណូ និងឌីជំនួស។ សមាសធាតុផ្តើមគឺឌីអេស្ទែរនៃអាស៊ីតβ-ឌីកាបុកស៊ីលិចហៅថាអេស្ទែរម៉ាឡូនិច។ អេស្ទែរម៉ាឡូនិចដែលគេនិយមប្រើគឺឌីអេទីលម៉ាឡូណាត។



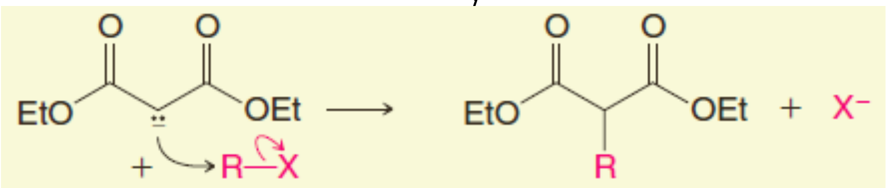
ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត (អេស្ទែរអាស៊ីតβ-ឌីកាបុកស៊ីលិច)

- *ចលនការប្រតិកម្មសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចនៃអាស៊ីតអាសេទិចជួស*

ដំណាក់កាលទី១៖ ឌីអេទីលម៉ាឡូណាត ជាសមាសធាតុផ្តើម បង្កើតអេណូឡាតស្ថេរភាពមួយ៖

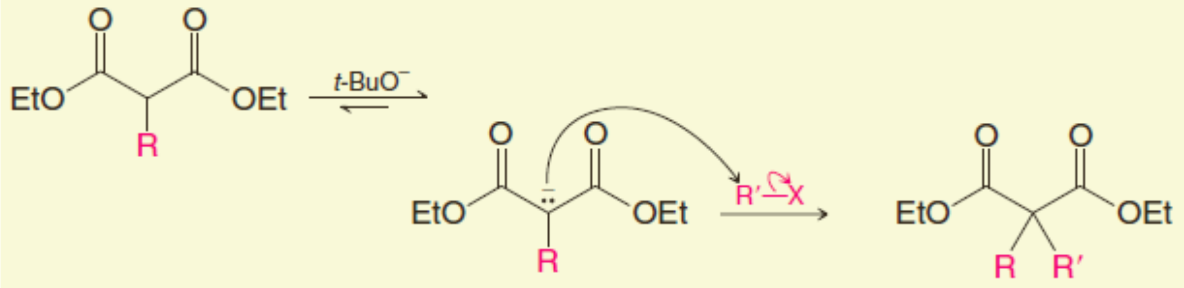


ដំណាក់កាលទី២៖ *អេណូឡាតនេះរងអាល់គីលកម្មក្នុងប្រតិកម្ម S_N2 មួយ៖*



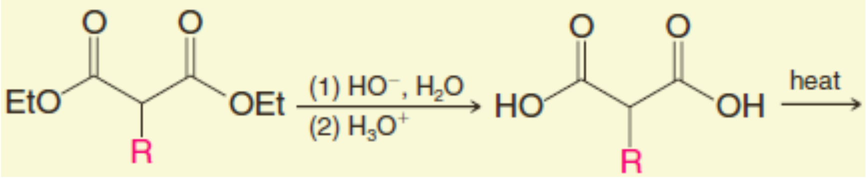
អេណូឡាត អេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលម៉ាឡូនិច

ហើយផលិតផលនេះរងអាល់គីលកម្មម្តងទៀត បើសិនជាយើងចង់បាន៖

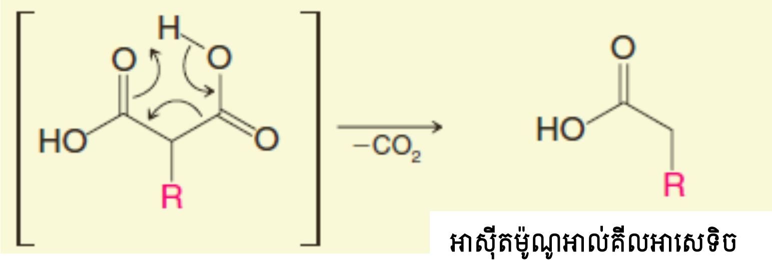


អេស្ទែរឌីអាល់គីលម៉ាឡូនិច

ដំណាក់កាលទី៣៖ *បន្ទាប់មកអេស្ទែរម៉ូណូ ឬឌីអាល់គីលម៉ាឡូនិចរងអ៊ីដ្រូលីសទៅជាអាស៊ីតម៉ូណូ ឬ ឌីអាល់គីលម៉ាឡូនិច និងអាស៊ីតម៉ាឡូនិចជួសធ្វើប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មយ៉ាងរហ័ស។ ប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មនេះបង្កើតអាស៊ីត ម៉ូណូ ឬឌីអាល់គីលអាសេទិចមួយ៖*

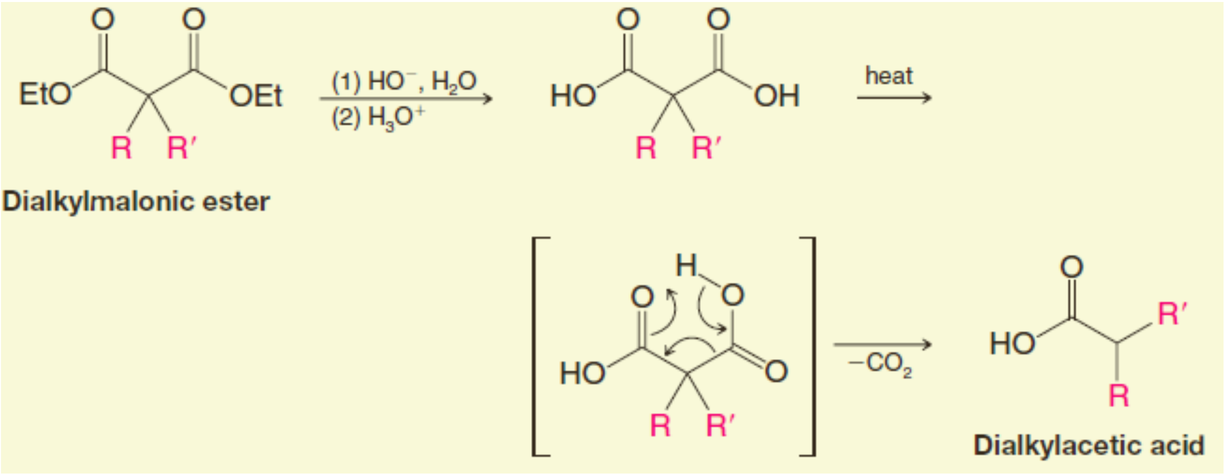


អេស្ទែរម៉ូណូអាល់គីលម៉ាឡូនិច



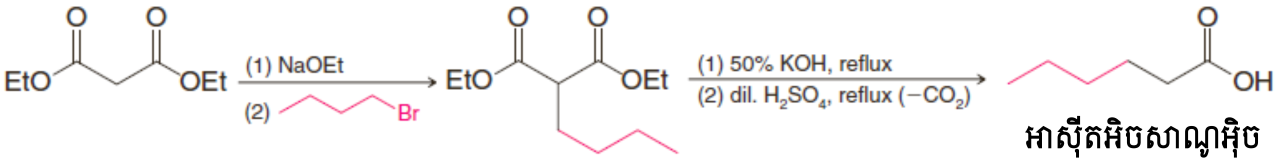
អាស៊ីតម៉ូណូអាល់គីលអាសេទិច

ឬ បន្ទាប់ពីអាល់គីលកម្ម៖



ឧទាហរណ៍ពីរនៃការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចគឺការសំយោគអាស៊ីតអិចសាណូអ៊ិច និងអាស៊ីត2-អេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច ដូចខាងក្រោម៖

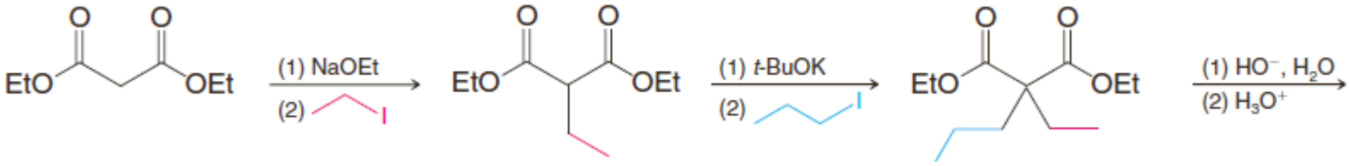
ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចនៃអាស៊ីតអិចសាណូអ៊ិច៖



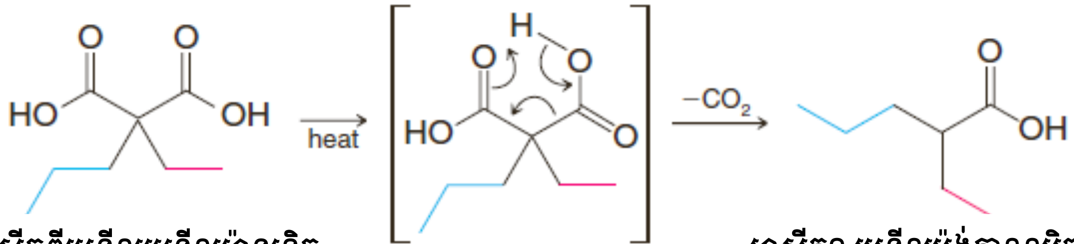
អាស៊ីតអិចសាណូអ៊ិច

ឌីអេទីលប៊ុយទីលម៉ាឡូណាត

ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចនៃអាស៊ីត2-អេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច



ឌីអេទីលអេទីលម៉ាឡូណាត **ឌីអេទីលអេទីលប្រូពីលម៉ាឡូណាត**



អាស៊ីតឌីអេទីលអេទីលម៉ាឡូនិច **អាស៊ីត2-អេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច**

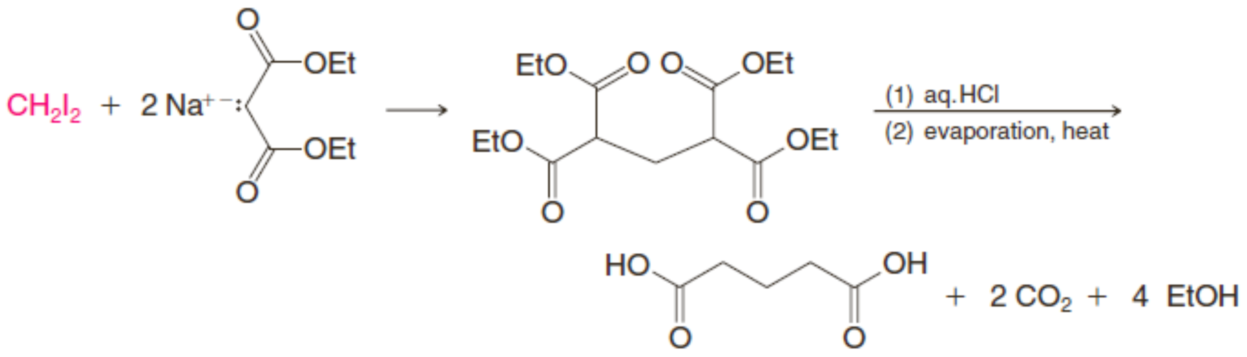
លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១២៖ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មទាំងអស់ក្នុងការសំយោគអេស្ទែរម៉ូឡូនិចរបស់សមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម៖

a. អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច

b. អាស៊ីត2-មេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច

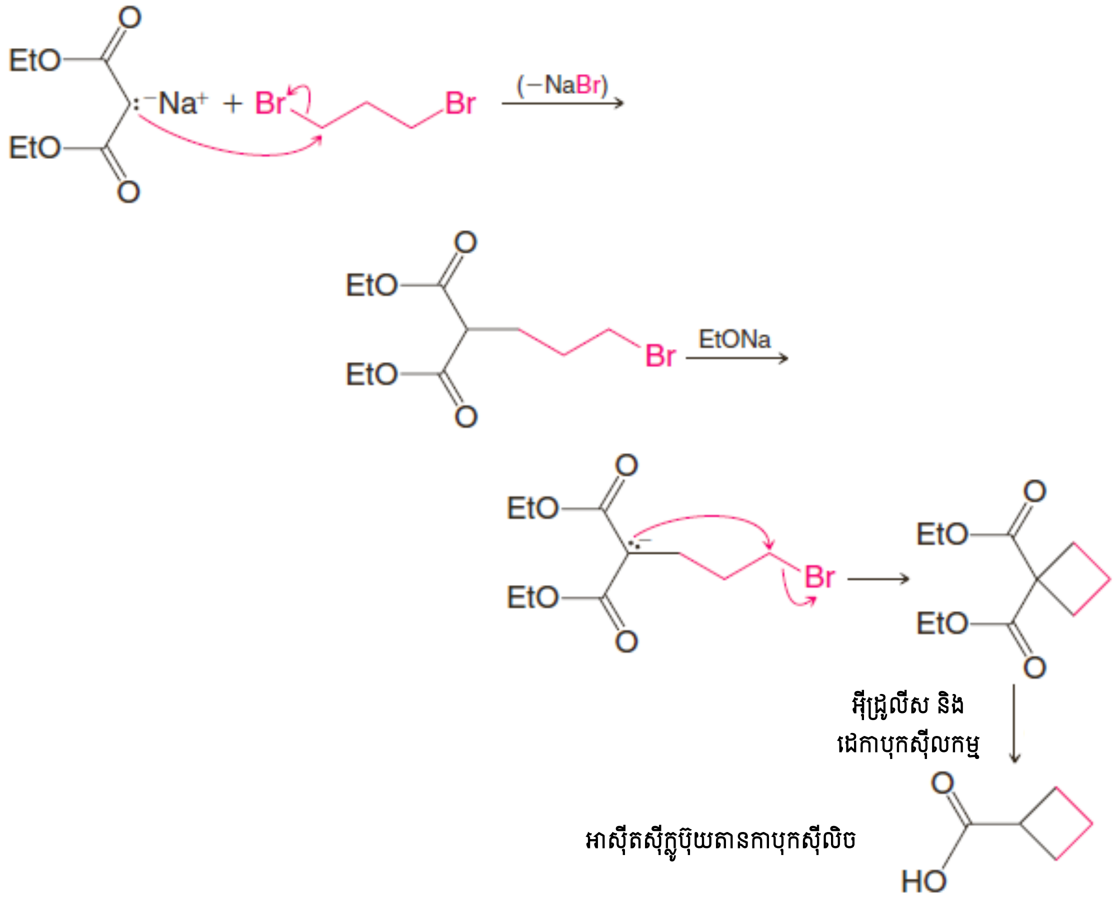
c. អាស៊ីត 4-មេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច

មានបម្រែបម្រួលពីរនៃការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចធ្វើឱ្យយើងប្រើឌីអាឡូអាល់កាន។ ក្នុងបម្រែបម្រួលទី១ អេស្ទែរសូដ្យូមម៉ាឡូនិច២ម៉ូលមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអាឡូអាល់កានមួយ។ ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មបន្តបន្ទាប់ពីរកើតឡើង បង្កើតជាតេត្រាអេស្ទែរមួយ ហើយអ៊ីដ្រូលីស និងដេកាបុកស៊ីលកម្មនៃតេត្រាអេស្ទែរនេះ បង្កើតអាស៊ីតឌីកាបុកស៊ីលិចមួយ។ ឧទាហរណ៍មួយគឺការសំយោគអាស៊ីតគ្លុយតារិច៖



អាស៊ីតគ្លុយតារិច

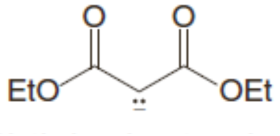
ក្នុងបម្រែបម្រួលទី២ អេស្ទែរសូដ្យូមម៉ាឡូនិច១ម៉ូលត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយឌីអាឡូអាល់កាន ១ម៉ូល។ ប្រតិកម្មនេះបង្កើតអេស្ទែរអាឡូអាល់គីលម៉ាឡូនិច ដែលនៅពេលប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអេតុកស៊ីត រងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មក្នុងមួយ។ វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានប្រើដើម្បីទង្វើវង់៣, ៤, ៥, និង៦។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមជាការសំយោគអាស៊ីតស៊ីក្លូប៊ុយតានកាបុកស៊ីលិច៖



- ដូចដែលយើងបានឃើញ ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចជាវិធីសាស្ត្រមានប្រយោជន៍ក្នុងការទង្វើអាស៊ីតម៉ូណូ និងឌីអាល់គីលអាសេទិច៖

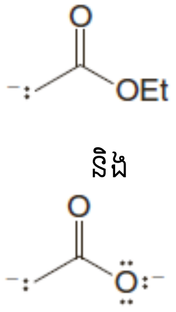
អាស៊ីតម៉ូណូអាល់គីលអាសេទិច **អាស៊ីតឌីអាល់គីលអាសេទិច**

- ដូចនេះ ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិចផ្តល់ឱ្យយើងនូវសមាសធាតុសមមូលសំយោគរបស់អេណូឡាតអេស្ទែរនៃអាស៊ីតអាសេទិច ឬឌីអាញ៉ុងអាស៊ីតអាសេទិច។



អាញ៉ុងឌីអេទីលម៉ាឡូណាត

ជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគនៃ



ការកកើតផ្ទាល់នៃអាញ៉ុងទាំងនេះអាចទៅរួច ប៉ុន្តែវាតែងតែមានភាពងាយស្រួលជាង បើយើងប្រើ ឌីអេទីលម៉ាឡូណាតជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគ ពីព្រោះអ៊ីដ្រូសែនα របស់វាងាយស្រួលដកចេញជាង។

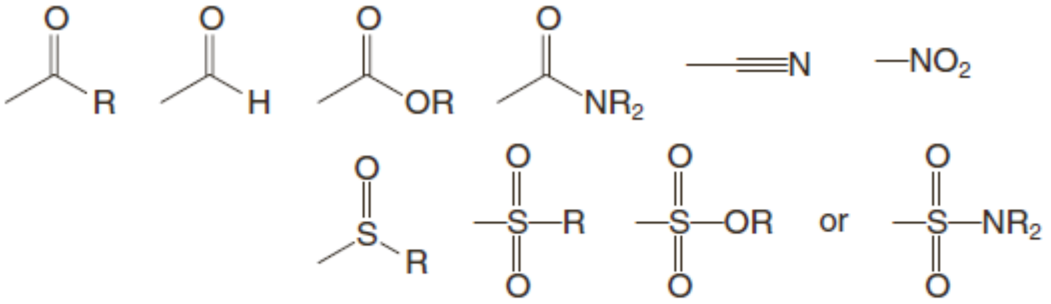
៩. ប្រតិកម្មបន្ថែមនៃសមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្ម

ដោយសារតែភាពអាស៊ីតរបស់អ៊ីដ្រូសែនមេទីឡែនរបស់ពួកវា អេស្ទែរម៉ាឡូនិច អេស្ទែរអាសេតូអាសេតាត និងសមាសធាតុស្រដៀងគ្នាត្រូវបានគេហៅថា**សមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្ម** (Active hydrogen compounds) ឬ**សមាសធាតុមេទីឡែនសកម្ម** (active methylene compounds)។ ជាទូទៅ សមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្មមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុងភ្ជាប់នឹងអាតូមកាបូនដូចគ្នា៖

សមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្ម

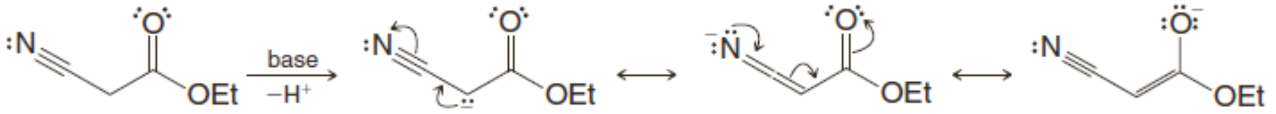
(Z និង Z′ ជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុង)

ក្រុមទាញអេឡិចត្រុងជាក្រុមជំនួសផ្សេងៗ រួមមាន៖



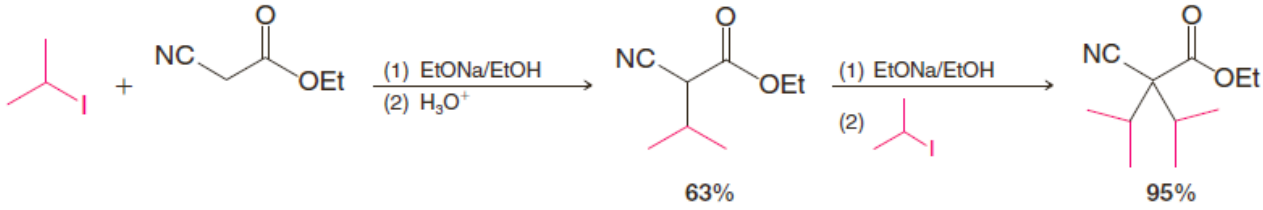
តម្លៃ pKa របស់សមាសធាតុមេទីឡែនសកម្មស្ថិតនៅ ចន្លោះ 3 – 13 ។

ឧទាហរណ៍ អេទីឡែនស្យាណូអាសេតាតមានប្រតិកម្មជាមួយបាសមួយបង្កើតអាញ៉ុងស្ថេរភាពដោយរេសូណង់មួយ៖



អេទីលស្យាណូអាសេតាត **ទម្រង់រេសូណង់របស់អាញ៉ុងអេទីលស្យាណូអាសេតាត**

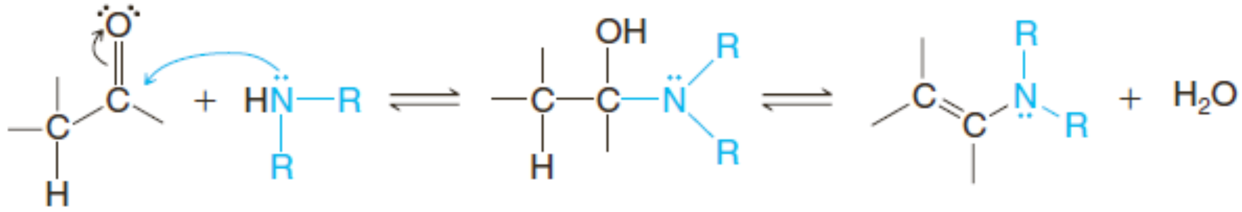
អាញ៉ុងអេទីលស្យាណូអាសេតាតក៏អាចរងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មដែរ។ ឧទាហរណ៍ ពួកវាអាចរងឌីអាល់គីលកម្មជាមួយអ៊ីសូប្រូពីលអ៊ីយ៉ូដួ៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១៣៖ អាស៊ីតវ៉ាល់ប្រូអ៊ិច ឬអាស៊ីត 2-ប្រូពីលប៉ង់តាណូអ៊ិចជាថ្នាំប្រឆាំងជំងឺឆ្កួតជ្រូក (anti-epileptic drug)។ ការសំយោគលក្ខណៈពាណិជ្ជកម្មមួយនៃអាស៊ីតវ៉ាល់ប្រូអ៊ិចចាប់ផ្តើមពីអេទីលស្យាណូអាសេតាត។ ដំណាក់កាលចុងក្រោយនៃការសំយោគនេះទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មមួយ ហើយដំណាក់កាលចុងក្រោយនេះទាក់ទងនឹងការធ្វើអ៊ីដ្រូលីសនីទ្រីល។ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគនេះ។

១០. ការសំយោគអែណាមីនៈ ប្រតិកម្មអែណាមីន STORK

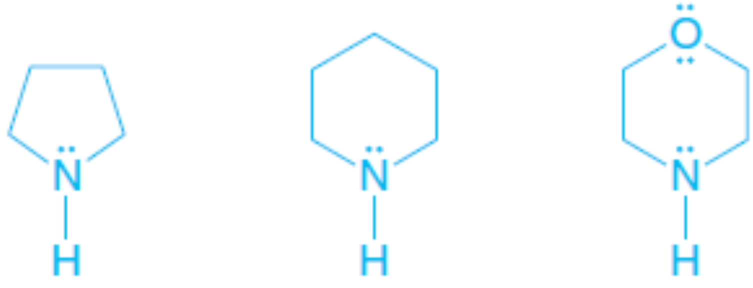
អាល់ដេអ៊ីត និង សេតូនមានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី២បង្កើតសមាសធាតុហៅថា**អែណាមីន** (enamines)។ ប្រតិកម្មទូទៅក្នុងការបង្កើតអែណាមីនអាចត្រូវបានសរសេរដូចខាងក្រោមៈ



អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន អាមីនថ្នាក់ទី២ អែណាមីន

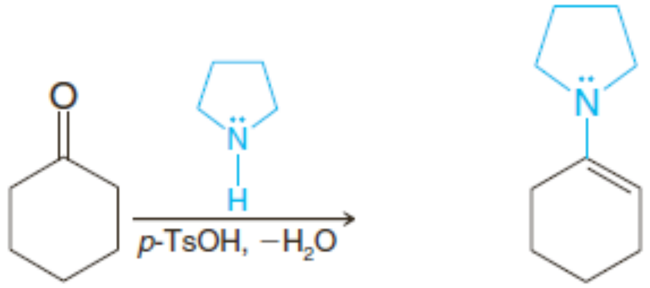
ចលនការប្រតិកម្មនៃការបង្កើតអែណាមីននេះមានក្នុងផ្នែកទី៩.៣។

ដោយសារតែការកកើតអែណាមីនត្រូវការបោះបង់ម៉ូលេគុលទឹក ទង្វើអែណាមីនតែងតែត្រូវបានធ្វើឡើងតាមមធ្យោបាយដែលអាចដកទឹកចេញ ឬដោយភ្នាក់ងារសំងួតមួយ។ ការដកទឹកចេញពីជំរុញឱ្យប្រតិកម្មទៅវិញទៅមកបញ្ចប់។ ការកកើតអែណាមីនក៏អាចរងកាតាលីសក្រោមវត្តមានស្នាមអាស៊ីតមួយដែរ។ គេនិយមប្រើអាមីនថ្នាក់ទី២ដើម្បីទង្វើអែណាមីនដូចជា ពីរ៉ូលីឌីន ពីពេរីឌីន និងម៉ូផូលីនៈ



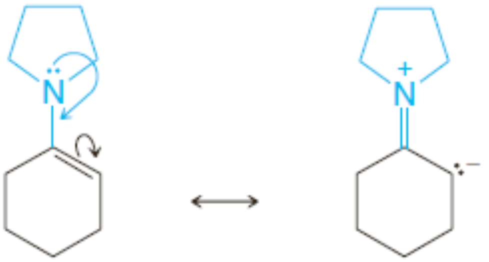
ពីរ៉ូលីឌីន ពីពេរីឌីន ម៉ូផូលីន

ឧទាហរណ៍ ស៊ីក្លូអិចសាណូនប្រតិកម្មជាមួយពីរ៉ូលីឌីនតាមប្រតិកម្មខាងក្រោមៈ



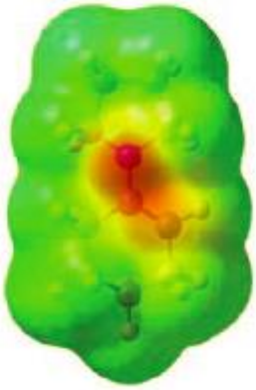
N-(1-ស៊ីក្លូអិចសែនីល)ពីរ៉ូលីឌីន
(អែណាមីន)

អែណាមីនជានុយក្លេអូភីលល្អមួយ។ ការសិក្សាលើទម្រង់រេសូណង់ដែលបង្ហាញយើងថា អែណាមីនមានទាំងអាសូតនុយក្លេអូភីលផង និងកាបូននុយក្លេអូភីលផង។ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចបង្ហាញតំបន់ នុយក្លេអូភីលរបស់អែណាមីនមួយ។



របាយទៅអ៊ីប្រ៊ីតបង្កើតដោយទម្រង់នេះមានលក្ខណៈនុយក្លេអូភីលលើអាសូត

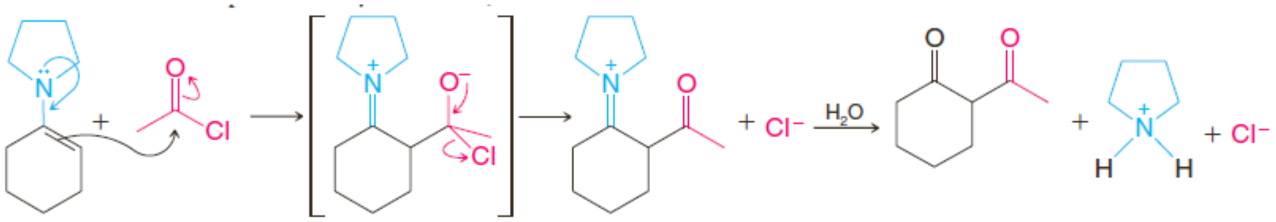
របាយទៅអ៊ីប្រ៊ីតបង្កើតដោយទម្រង់នេះមាន លក្ខណៈនុយក្លេអូភីលលើកាបូន ហើយបន្ថយកម្រិតនុយក្លេអូភីលលើអាសូត



គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់ N-(1-ស៊ីក្លូអិចសែនីល)ពីរ៉ូលីឌីន បង្ហាញរបាយបន្ទុកអវិជ្ជមាន និងតំបន់នុយក្លេអូភីលរបស់អែណាមីន

កម្រិតនុយក្លេអូភីលរបស់កាបូនអែណាមីនធ្វើឱ្យពួកវាជារ៉េអាក់ទីបមានប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ ដោយសារពួកវាអាចរងប្រតកម្មអាស៊ីលកម្ម អាល់គីលកម្ម ហើយត្រូវបានប្រើក្នុងប្រតិកម្មបូក Michael (មើលផ្នែក១៩.៧.១)។ អែណាមិនអាចត្រូវបានប្រើជាសមាសធាតុសមមូលសំយោគរបស់អេណូឡាតអាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន ពីព្រោះកាបូនអាល់សែនរបស់អែណាមីនមានប្រតិកម្មដូចគ្នាទៅនឹងកាបូនαរបស់អេណូឡាតអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន ហើយបន្ទាប់ពីរងអ៊ីដ្រូលីស ផលិតផលដែលទទួលបានដូចគ្នា។ បច្ចេកទេស ទាំងនេះមានប្រភពដើមពីការស្រាវជ្រាវរបស់ Gilbert Stork នៅសកលវិទ្យាល័យកូឡុំប៊ី ហើយដោយសារគាត់ មានឈ្មោះល្បីល្បាញ ប្រតិកម្មទាំងនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មអែណាមីនStork**។

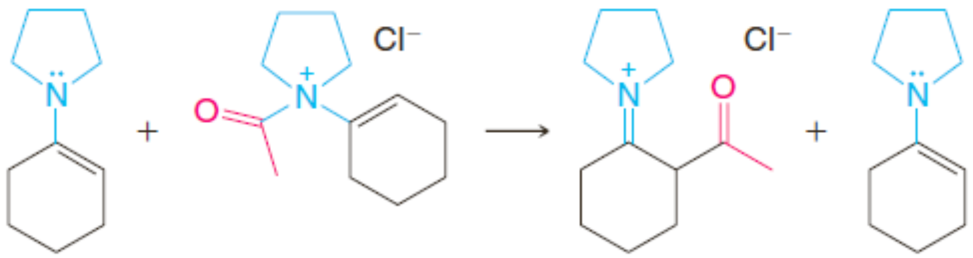
នៅពេលអែណាមីនមួយមានមប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលអាឡូសែន ឬអានីឌ្រីតអាស៊ីតមួយ ផលិតផលជាសមាសធាតុ C-អាល់ស៊ីលកម្ម (C-alcylated compounds)។ អ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីនីញ៉ូមដែលកកើតរងអ៊ីដ្រូលីសនៅ ពេលគេបន្ថែមទឹក ហើយប្រតិកម្មសរុបជាការសំយោគβ-សេតូន៖



អំបិលអ៊ីមីនីញ៉ូម

2-អាសេទីលស៊ីក្លូអិចសាណូន (β-ឌីសេតូន)

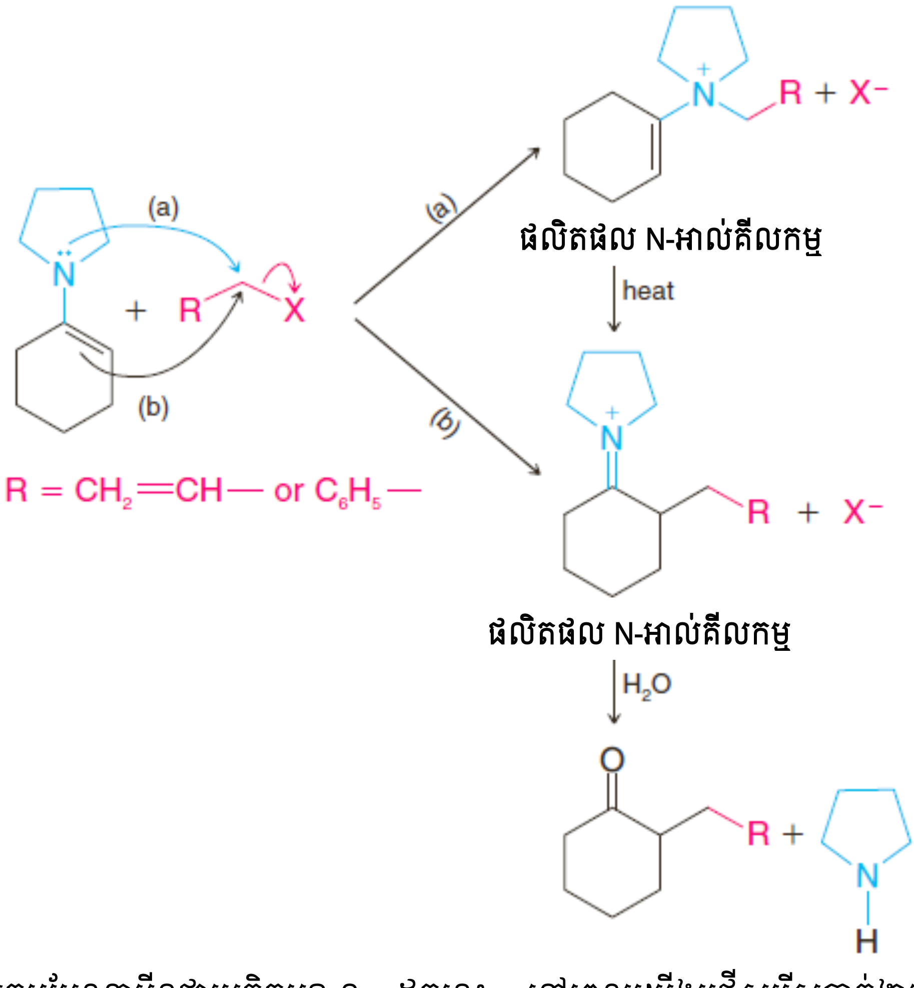
ទោះបីជា N-អាស៊ីលកម្មអាចកើតឡើងក្នុងការសំយោគនេះក៏ដោយ ផលិតផល N-អាស៊ីលមិនមានស្ថេរភាពទេ ហើយអាចមានអំពើជាភ្នាក់ងារអាស៊ីលកម្មខ្លួនវាផ្ទាល់៖



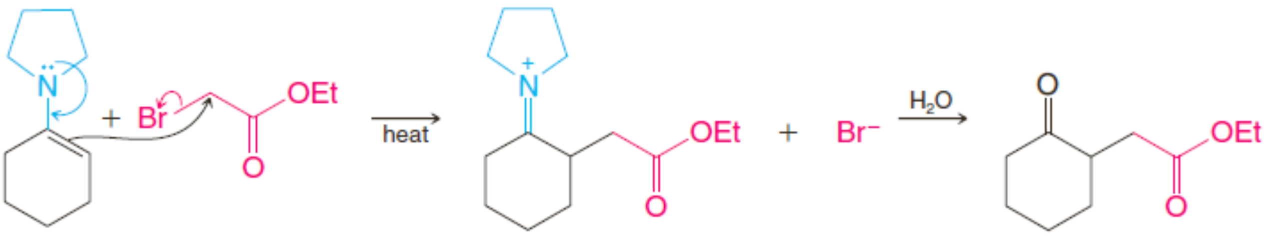
អែណាមីន   អែណាមីនN-អាស៊ីលកម្ម   អំបិលអ៊ីមីនីញ៉ូមC-អាស៊ីលកម្ម   អែណាមីន

ដូចនេះ ផលិតផល C-អាស៊ីលកម្មមានទិន្នផលខ្ពស់។

អែណាមីនអាចរងអាល់គីលកម្ម រួមទាំងអាស៊ីលកម្មផងដែរ។ ទោះបី អាល់គីលកម្មអាចនាំឱ្យកកើតបរិមាណផលិតផលN-អាល់គីលកម្មខ្លះក៏ដោយ ការកម្ដៅផលិតផលN-អាល់គីលកម្មតែងតែបម្លែងជាសមាសធាតុC-អាល់គីលកម្ម។ បណ្ដូរទីតាំងនេះត្រូវបានសម្របសម្រួលនៅពេលអាល់គីលអាឡូសែនជា បង់ស៊ីលអាឡូសែន ឬអេស្ទែរα-អាឡូអាសេទិចៈ

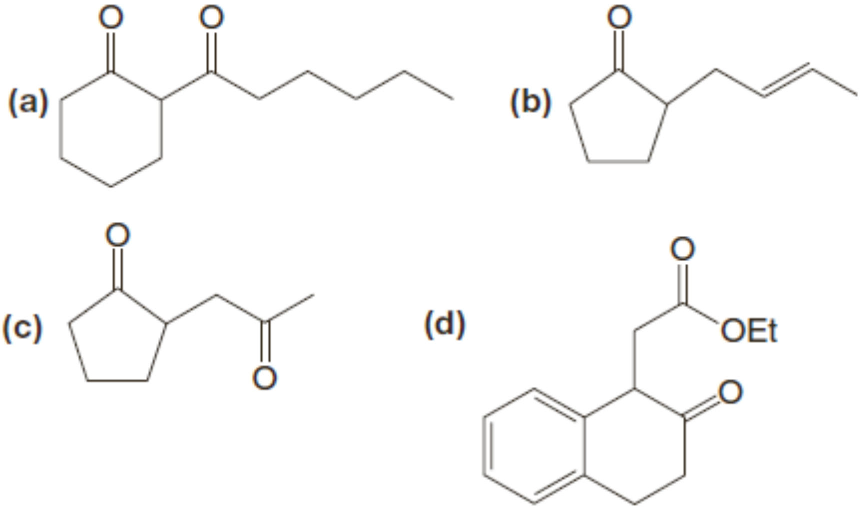


អាល់គីលកម្មអែណាមីនជាប្រតិកម្មS_N2 ដូចនេះ នៅពេលយើងជ្រើសរើសភ្នាក់ងារអាល់គីលកម្ម យើងត្រូវបានកំណត់ឱ្យប្រើមេទីលអាឡូសែន អាលីលអាឡូសែន និងបង់ស៊ីលអាឡូសែន។ គេក៏អាចប្រើអេស្ទែរα-អាឡូជាភ្នាក់ងារអាល់គីលកម្ម ហើយប្រតិកម្មនេះផ្ដល់ជាវិធីសាស្ត្រងាយស្រួលមួយក្នុងការសំយោគអេស្ទែរ β-សេតូ។



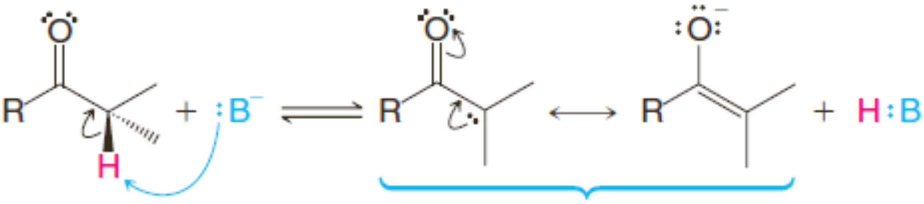
អេស្ទែរ γ-សេតូ

លំហាត់អនុវត្តន៍១៨.១៤៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបប្រើអេណាមីនក្នុងការសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖



១១. សង្ខេបគីមីវិទ្យានៃអេណូឡាត

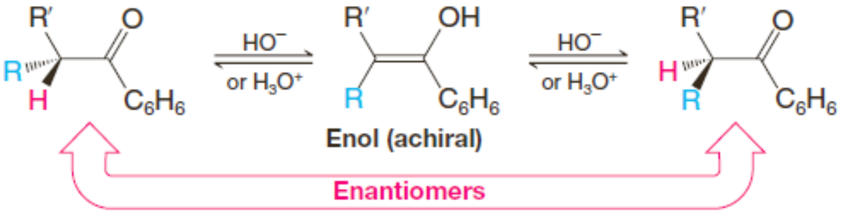
ក. ការកកើតអេណូឡាត



អេណូឡាតបន្ស៊ីប់ដោយផលរេសូណង់

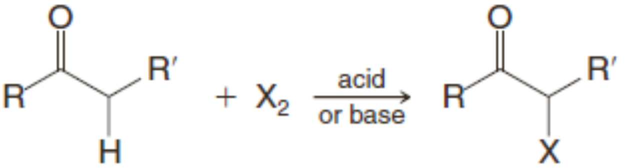
:B = :ÖH, :ÖR, or ⁻N(*i*-Pr)$_2$ (S

ខ. រ៉ាសេមិចកម្ម

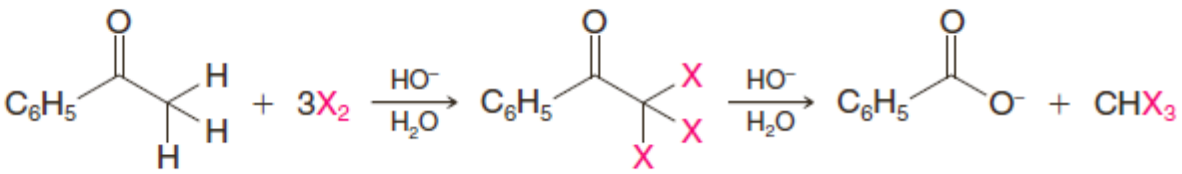


គ. អាឡូសែនកម្មនៃអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

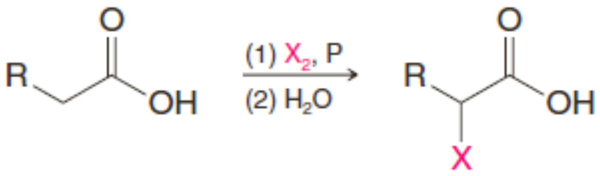
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍៖

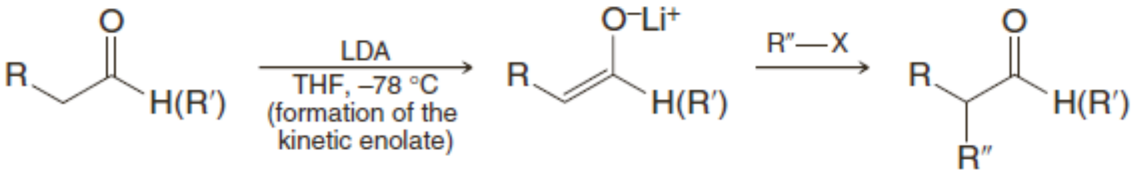


ឃ. អាឡូសែនកម្មនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ៖ ប្រតិកម្ម HVZ

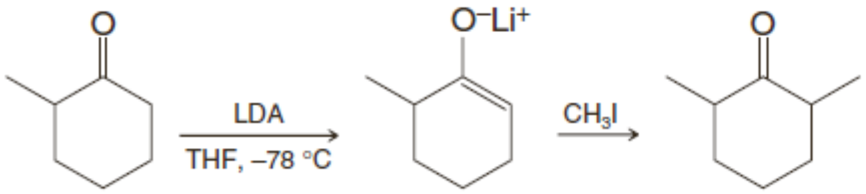


ង. អាល់គីលកម្មផ្ទាល់តាមលីចូមអាណូឡាត

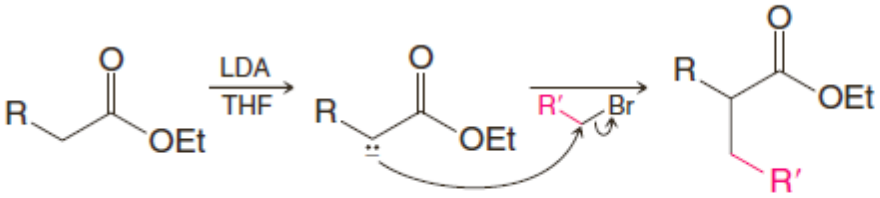
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



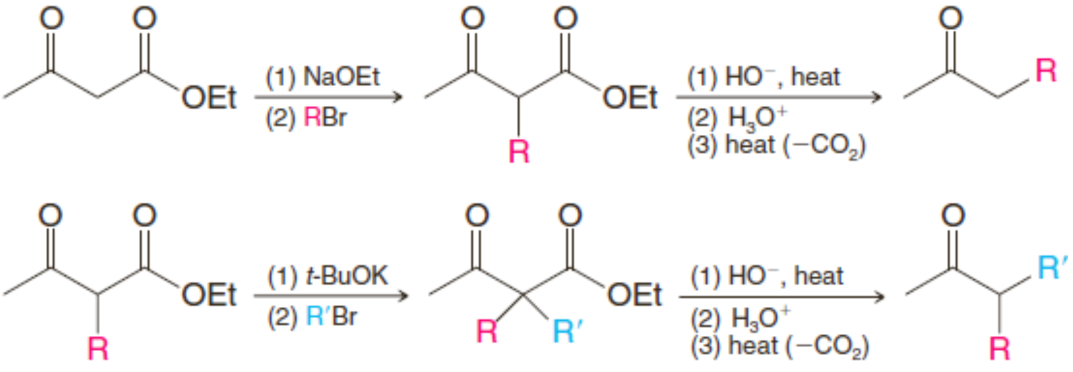
ឧទាហរណ៍៖



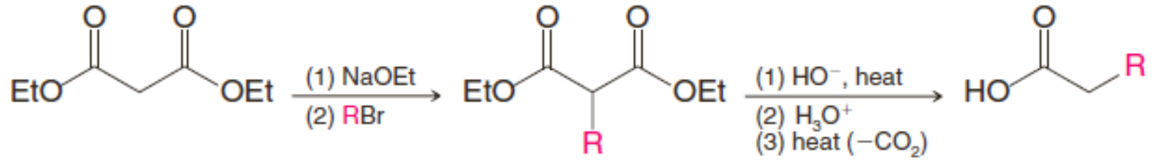
ច. អាល់គីលកម្មផ្ទាល់នៃអេស្ទែរ

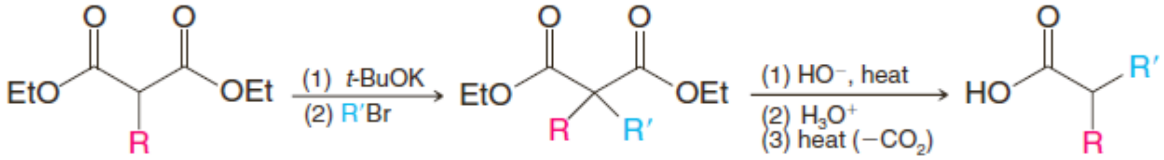


ឆ. ការសំយោគអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច

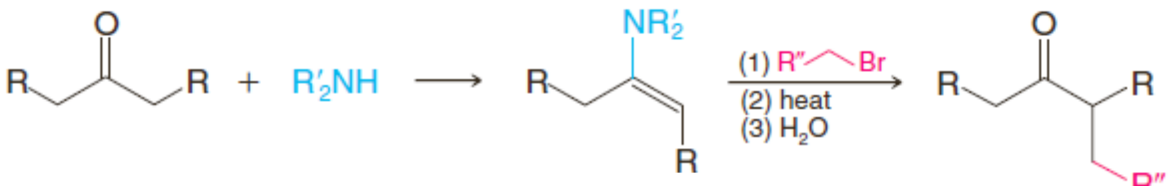


ជ. ការសំយោគអេស្ទែរម៉ាឡូនិច





ឈ. ប្រតិកម្មអេណាមីនStork



អេណាមីន

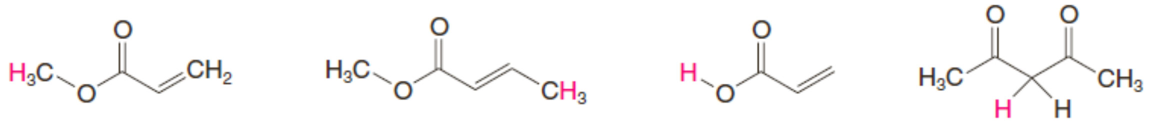
&&&&&&&&&

លំហាត់មេរៀនទី១៨

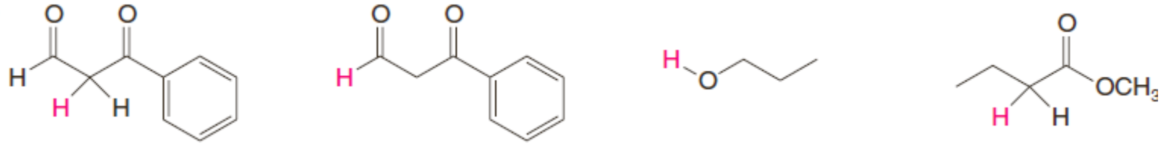
ប្រតិកម្មភាពកាបូនαរបស់អែណូឡាត អែណុល និងកាបូនីល

១. ចូររៀបតាមលំដាប់កើនឡើងនៃកម្រិតអាស៊ីតរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែន(ដិត) ខាងក្រោម (1=កម្រិតអាស៊ីត ទាបជាង គេ; 4=កម្រិតអាស៊ីតខ្ពស់ជាងគេ)។

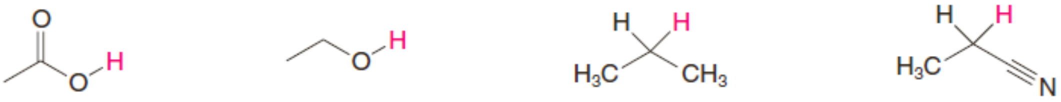
(a)



(b)

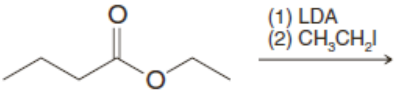


(c)

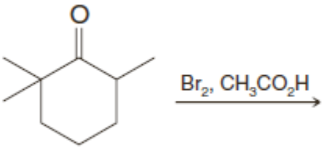


២. ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលដែលបានមកពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

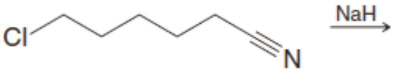
(a)



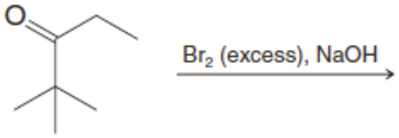
(b)



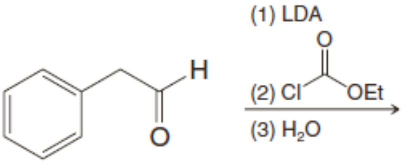
(c)



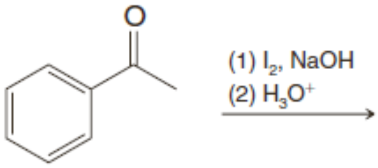
(d)



(e)

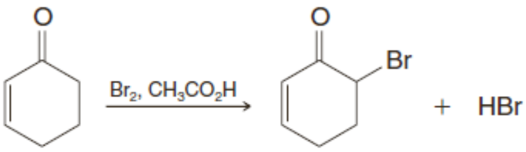


(f)

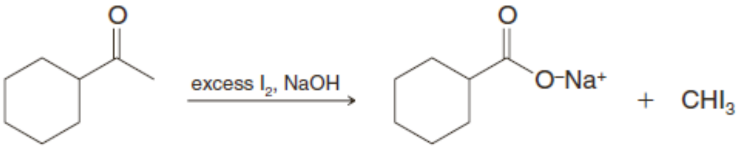


៣. ចូរសរសេរចលនការរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

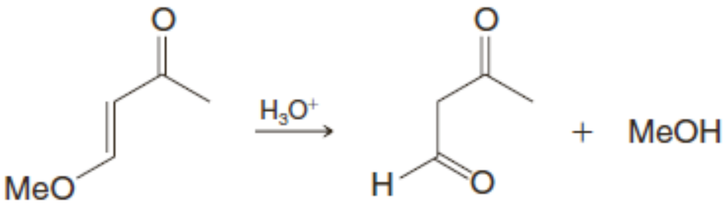
(a)



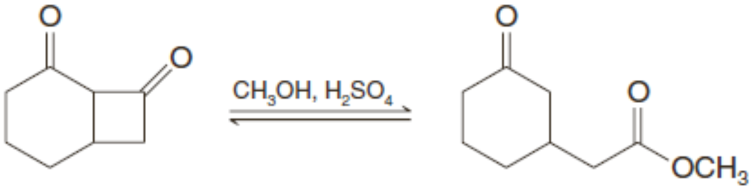
(b)



(c)

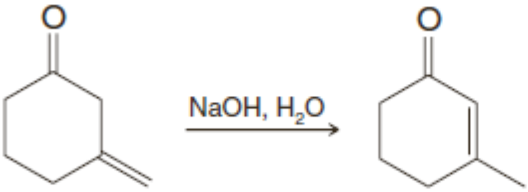


(d)

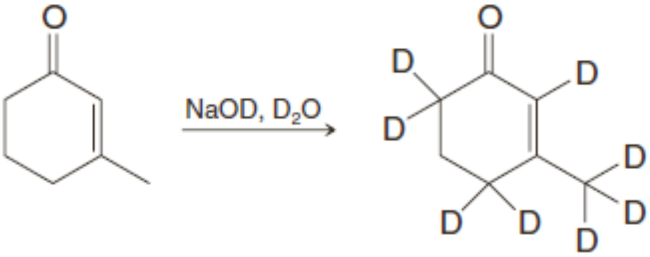


៤. ចូរសរសេរចលនការជាជំណាក់កាលនៃប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

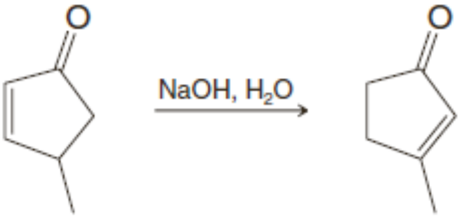
(a)



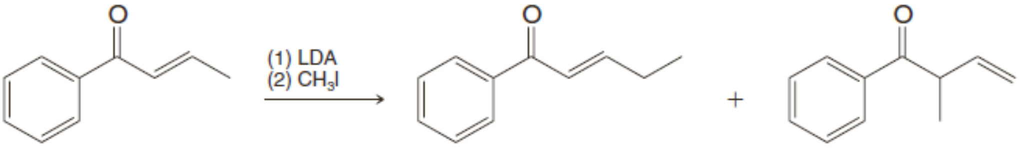
(b)



(c)



(d)



ការសំយោគអេស្ទែអាសេតូអាសេទិច និងអេស្ទែម៉ាឡូនិច

៥. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសមាសធាតុខាងក្រោមពីអេស្ទែអាសេតូអាសេទិច និងរ៉េអាក់ទីបត្រូវការផ្សេងទៀត៖

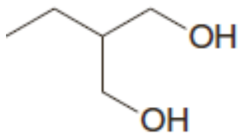
a. ទែរ-ប៊ុយទីលមេទីលសេតូន
b. 2-អិចសាន
c. 2,5-អិចសានឌីអូន
d. អាស៊ីត 4-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៉ង់តាណូអ៊ិច
e. 2-អេទីល-1,3-ប៊ុយតានឌីអុល
f. 1-ផេនីល-1,3-ប៊ុយតានឌីអុល

៦. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមពីឌីអេទីលម៉ាឡូណាត និងរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀត៖

a. អាស៊ីត 2-មេទីលប៊ុយតាណូអ៊ិច

b. 4-មេទីល-1-ប៉ង់តាណុល

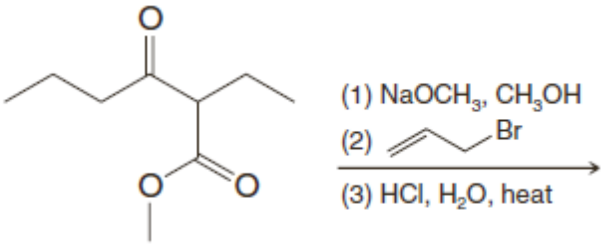
c.



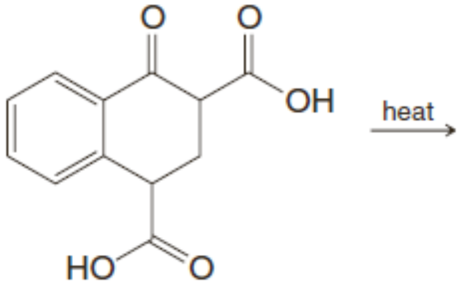
d.

៧. ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលពីប្រតិកម្មខាងក្រោមដូចខាងក្រោម៖

(a)

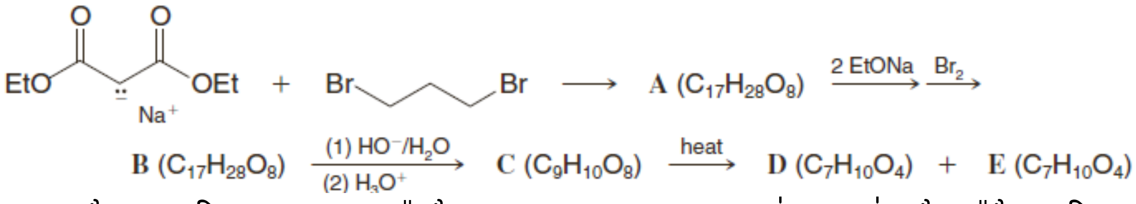


(b)



៨. a.ក្នុងឆ្នាំ1884 Perkin បានទទួលជោគជ័យលើការសំយោគអាស៊ីតស៊ីក្លូប្រូប៉ានកាបុកស៊ីលិចពីអេស្ទែរសូដ្យូមម៉ាឡូណាតនិង1,2-ឌីប្រូម៉ូអេតាន។ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មទាំងទងនឹងការសំយោគនេះ។

b. ក្នុងឆ្នាំ1985 Perkin បានយសំយោគសមាសធាតុកាបុកស៊ីលិចវង់៥ D និង Eតាមផ្លូវខាងក្រោម៖

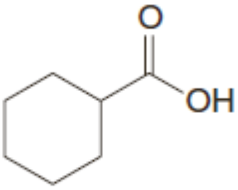


ដែល D និង E ជាដ្យាស្តេរ៉េអូមែរ។ D ងាចសរសេរជាទម្រង់អេណាង់ត្យូមែរ ប៉ុន្តែ E មិនអាច។ ចូរឱ្យទម្រង់ពី A ទៅ E។

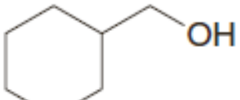
c. ១០ឆ្នាំក្រោយមក Perkin អាចសំយោគ 1,4-ឌីប្រូម៉ូប៊ុយតាន ក្រោយមកគាត់ប្រើសមាសធាតុនេះ និង ឌីអេទីលម៉ាឡូណាតដើម្បីទង្វើអាស៊ីតស៊ីក្លូប៉ង់តានកាបុកស៊ីលិច។ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មដែលទាក់ ទង។

៩. សំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមពីឌីអេទីលម៉ាឡូណាត ឬអេទីលអាសេតូអាសេតាត និងរ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គ និងអសរីរាង្គចាំបាច់ផ្សេងទៀត។

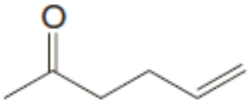
(a)



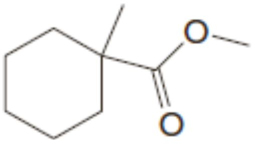
(b)



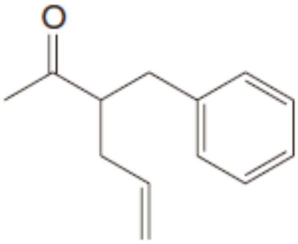
(c)



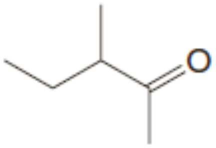
(d)



(e)



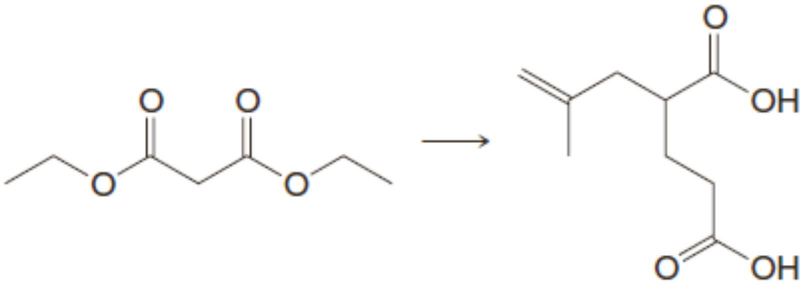
(f)



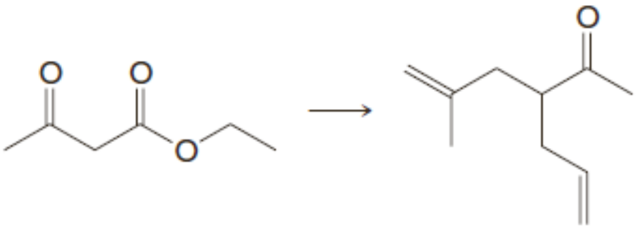
១០. ចូរសរសេរសមីការខ្សែប្រតិកម្មសម្រាប់ការសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមពីសារធាតុផ្តើមខាងក្រោម និងរ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គ និងអសរីរាង្គដែលត្រូវការ៖

(a)

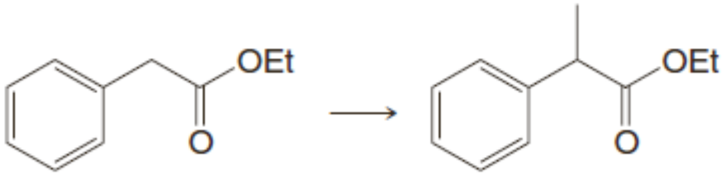
(b)



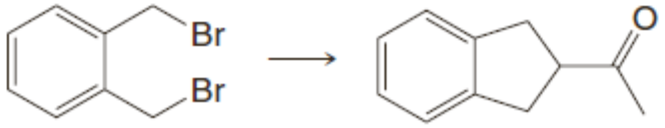
(c)



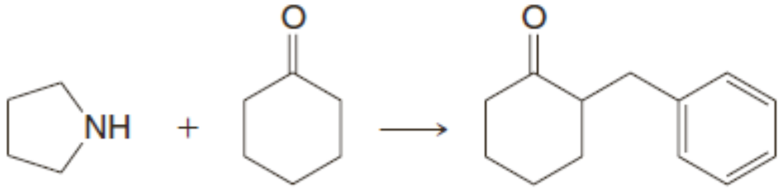
(d)



(e)



(f)



@@@@@@@@

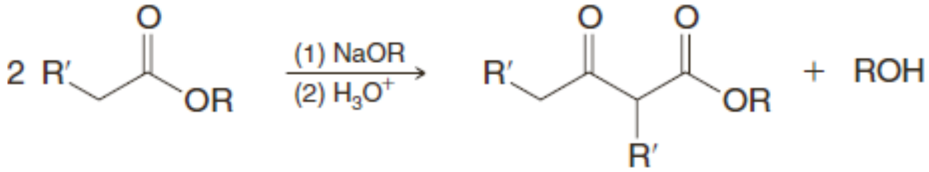
មេរៀនទី១៩

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម និងប្រតិកម្មបូកផ្លាស់ របស់សមាសធាតុកាបូនីល

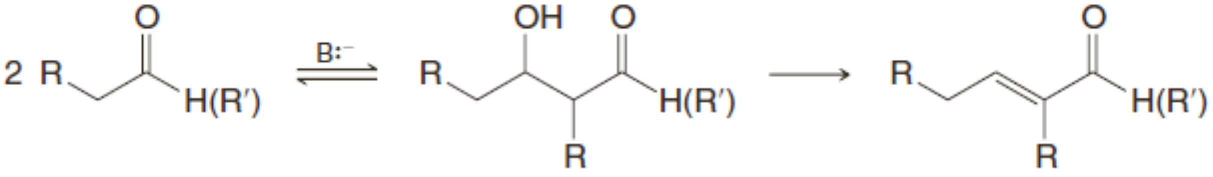
១. សេចក្ដីផ្ដើម

ក្នុង**ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មកាបូនីល** (carbonyl condensation reaction) អេណូឡាតរបស់សមាសធាតុកាបូ នីលមួយមានប្រតិកម្មជាមួយក្រុមកាបូនីលមួយទៀតដើម្បីរួមគ្នាបង្កើតអង្គធាតុប្រតិករពីរ។ ក្នុងដំណើរការមួយ នៃប្រតិកម្ម ម៉ូលេគុលថ្មីមួយទទទកបានពីពួកវាធ្វើកុងដង់កម្ម (កកើត)។ ម៉ូលេគុលទាំងនេះតែងតែជា ម៉ូលេគុលទឹក ឬអាល់កុល។ ប្រភេទចំបងនៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្មដែលយើងនឹងសិក្សាជា**ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Cleisen** និង**ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល** (aldol condensation)។ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលត្រូវបាន ដំណើរការតាមចលនការប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល ដែលយើងនឹងសិក្សាផងដែរ។ ឈ្មោះ**អាល់ដុល** បានមកពី ក្រុមបង្គុំនាទី**អាល់**ដេអ៊ីត និង អាល់**កុល**ដែលមានវត្តមានក្នុងផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មអាល់ដុល។

ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisen



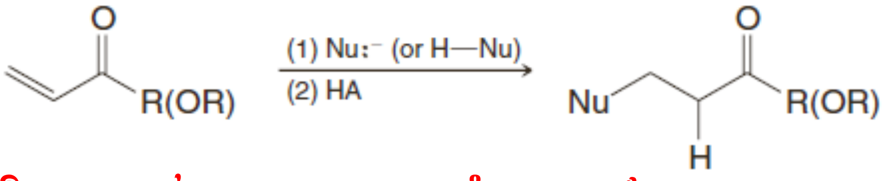
ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម និងប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល



ផលិតផលបូកអាល់ដុល **ផលិតផលកុងដង់កម្មអាល់ដុល**

ប្រតិកម្មបូកផ្លាស់ (Conjugate addition reaction) ទាក់ទងនឹងនុយក្លេអូភីលមួយ ដែលតែងតែជាអេណូ ឡាតមួយ បូកទៅលើទីតាំងβរបស់សមាសធាតុកាបូនីលβ-មិនឆ្អែត។ ប្រតិកម្មបូកផ្លាស់សំខាន់មួយគឺប្រតិកម្មបូកMichael។ ដូចដែលយើងនឹងឃើញ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលផ្ដល់ជាមធ្យោបាយមួយសម្រាប់សំយោគ សមាសធាតុកាបូនីលβ-មិនឆ្អែត ដែលយើងអាចប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មបូកផ្លាស់។

ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មបូកផ្លាស់

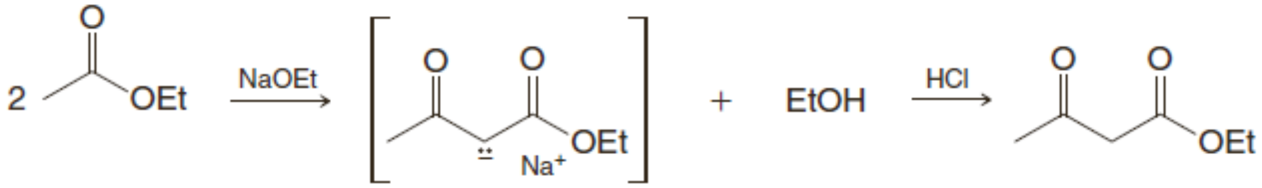


២. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ៖ ការសំយោគអេស្ទែរβ-សេតូ

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisen គឺជាប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនមួយដែលមានសារប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគអេស្ទែរβ-សេតូ។ ក្នុងមេរៀនទី១៨ យើងបានឃើញរួចហើយពីរបៀបដែលអេស្ទែរβ-សេតូ

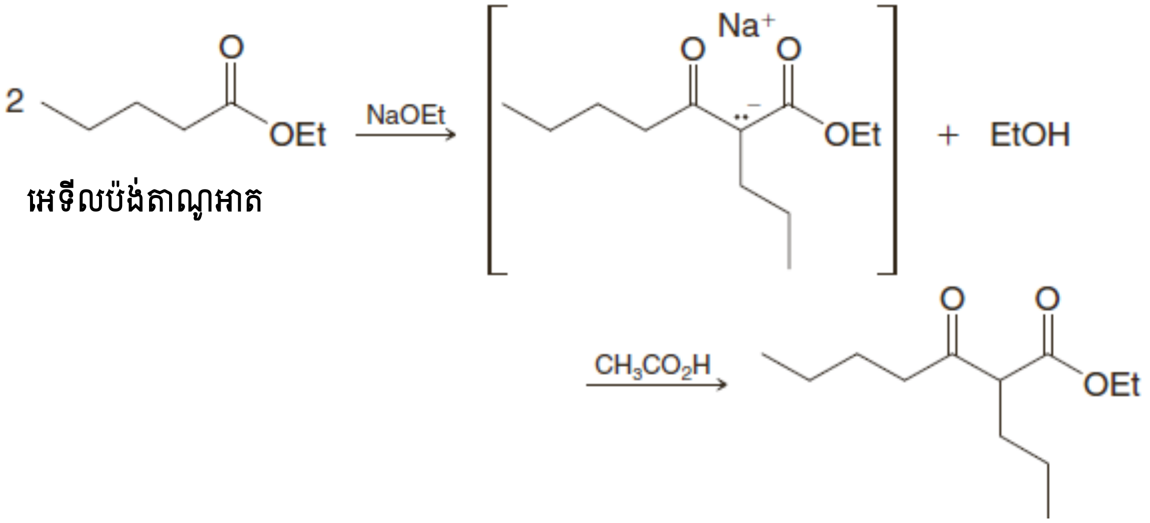
មានសារប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគ។ ក្នុងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisen អេណូឡាតរបស់ម៉ូលេគុលអេស្ទែរមួយបូកលើក្រុមកាបូនីលរបស់ម៉ូលេគុលមួយទៀត ធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីលមួយកើតឡើងដែលបង្កើតអេស្ទែរβ-សេតូ និងម៉ូលេគុលអាល់កុលមួយ។ ម៉ូលេគុលអាល់កុលដែលបានកកើតបានមកពីក្រុមអាល់កុកស៊ីរបស់អេស្ទែរ។

ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisen គឺការសំយោគអេទីលអាសេតូអាសេតាត (អេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច)។



អេស្ទែរសូដ្យូមអាសេតូអាសេទិច(ដកចេញដោយបំណិត) **អេទីលអាសេតូអាសេតាត**

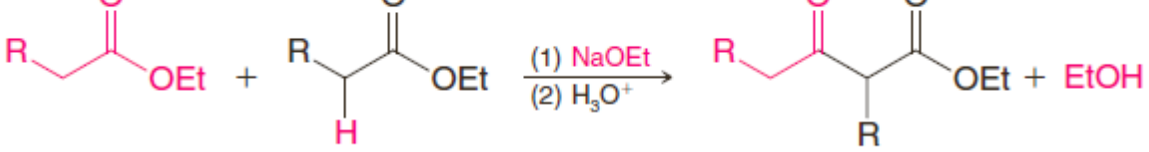
ឧទាហរណ៍មួយទៀតគឺប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen នៃម៉ូលេគុលអេទីលប៉ង់តាណូអាតពីរ បង្កើតអេទីល 3-អុកសូ-2-ប្រូពីលប៉ង់តាណូអាត។



អេទីលប៉ង់តាណូអាត

អេទីល 3-អុកសូ-2-ប្រូបីលអិបតាណូអាត

បើសិនជាយើងមើលឱ្យល្អិតល្អន់លើឧទាហរណ៍ទាំងនេះ យើងឃើញថា ប្រតិកម្មទាំងពីរទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មមួយដែលអេស្ទែរមួយបោះបង់អ៊ីដ្រូសែនαមួយ ហើយអេស្ទែរមួយទៀតបោះបង់អ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតមួយ៖

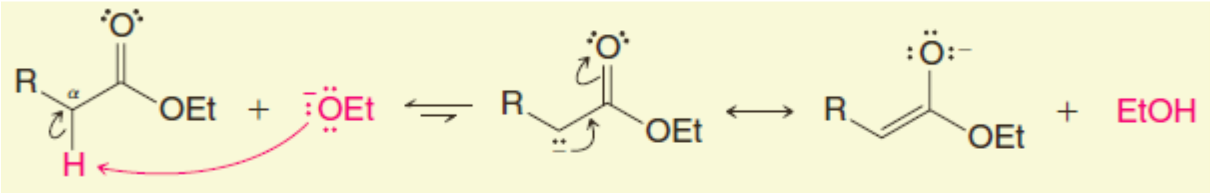


(R ក៏អាចជា H) **អេស្ទែរβ-សេតូ**

យើងអាចយល់ពីរបៀបដែលប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើង បើសិនយើងសិក្សាលើចលនការប្រតិកម្មលម្អិត។ យើងនឹងឃើញថា ចលនការប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisenជាឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មជំនួសអាស៊ីល (បូក-បណ្តាច់នុយក្លេអូភីលលើក្រុមកាបូនីលមួយ)។

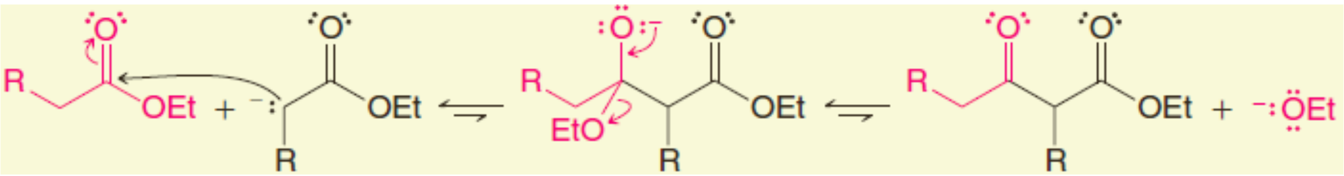
➢ *ចលនការប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen*

ដំណាក់កាលទី១៖



បាសអាល់កុកស៊ីតដកយកប្រូតុងαពីអេស្ទែរ បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអេណូឡាតនុយក្លេអូភីល (បាសអាល់កុកស៊ីតបានប្រើដើម្បីបង្កើត អេណូឡាតគួរតែមានក្រុមអាល់គីលដូចគ្នាទៅនឹងអេស្ទែរ ឧទាហរណ៍ អេតុកស៊ីតចំពោះអេស្ទែរអេទីល បើដូចនេះទេ ប្រតិកម្ម ត្រង់ស្សអេស្ទែរកម្មមិនកើតឡើងទេ)។ ទោះបីជាប្រូតុងαរបស់អេស្ទែរមួយមិនមានភាពអាស៊ីត ដូចប្រូតុងរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន អេណូឡាតដែលកកើតត្រូវបានបន្សប់ដោយផលរ៉េសូណង់ក្នុងមធ្យោបាយស្រដៀងគ្នា។

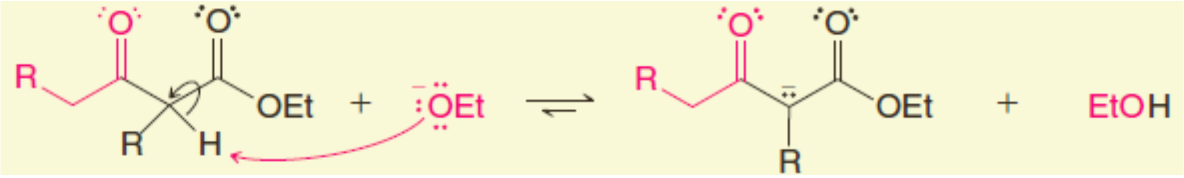
ដំណាក់កាលទី២៖



ប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល និងប្រតិកម្មបណ្ដាច់ — អង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខ

អេណូឡាតប្រយុទ្ធលើកាបូនកាបូនីលរបស់ម៉ូលេគុលអេស្ទែរម៉ូលេគុលមួយទៀត បង្កើតអង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខមួយទៀត។ អង្គធាតុកណ្ដាលចតុមុខរុញអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតចេញ ធ្វើឱ្យមានការជំនួសអាល់កុកស៊ីតដោយក្រុមដែលបានមកពីអេណូឡាត។ លទ្ធផលសរុបគឺប្រតិកម្មបូក-បណ្ដាច់នុយក្លេអូភីលមួយលើក្រុមកាបូនីលអេស្ទែរ។ ប៉ុន្តែលំនឹងសរុបសម្រាប់ដំណើរការនេះមិន បានសម្របសម្រួលទេ ប៉ុន្តែលំនឹងនេះទាញទៅកាន់ផលិតផលចុងក្រោយដោយដកអ៊ីដ្រូសែនαអាស៊ីតចេញពីប្រព័ន្ធβ-កាបូនីលថ្មី។

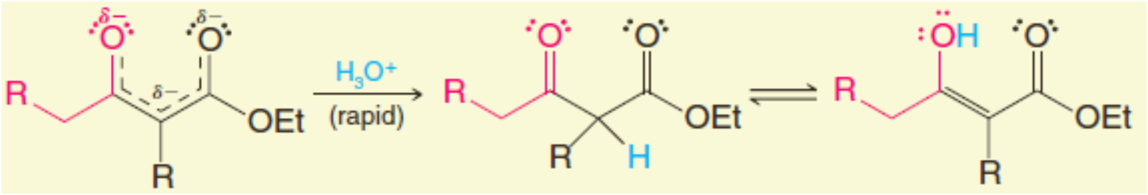
ដំណាក់កាលទី៣៖



អេស្ទែរβ-សេតូ	អ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីត	អាញ៉ុងអេស្ទែរβ-សេតូ	អេតាណុល
(pKa=9 អាស៊ីតខ្លាំង)	(បាសខ្លាំង)	(បាសខ្សោយ)	(pKa=16 អាស៊ីតខ្សោយ)

អ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតដកយកប្រូតុងαមួយពីផលិតផលកុងដង់កម្មកើតថ្មី បង្កើតអ៊ីយ៉ុងអេស្ទែរβ-សេតូស្ថេរភាពដោយផលរ៉េសូណង់ មួយ។ ដំណាក់កាលនេះត្រូវបានសម្របសម្រួលខ្ពស់ ហើយទាញលំនឹងសរុបទៅកាន់ការកកើតផលិតផល។ ផលិតផលបន្ទាប់បន្សំជា អាល់កុល (ក្នុងករណីជាអេតាណុល)អាចត្រូវបានបិតយកពីល្បាយប្រតិកម្មនៅពេលវាកកើត ដូចនេះជួយទាញលំនឹងថែមទៀត ឱ្យទៅកាន់ផលិតផលដែលយើងចង់បាន។

ដំណាក់កាលទី៤៖



ទម្រង់សេតូ ទម្រង់អេណុល

ការបន្ថែមអាស៊ីតធ្វើឱ្យប្រតិកម្មបញ្ចប់ដោយបន្សាបបាស និងប្រូតុងកម្មផលិតផលកុងដង់កម្មClaisen។ ផលិតផលអេស្ទែរβ-សេតូ កើតមានជាល្បាយលំនឹងនៃតូតូមែរសេតូ និងអេណុលរបស់វា។

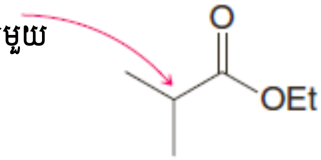
- នៅពេលយើងគ្រោងធ្វើប្រតិកម្មមួយជាមួយអេស្ទែរ និងអ៊ីយ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមួយ វាមានសារសំខាន់ ណាស់ដែលត្រូវប្រើអាល់កុកស៊ីតមួយដែលមានក្រុមអាល់គីលដូចគ្នាទៅនឹងក្រុមអាល់កុកស៊ីលរបស់ អេស្ទែរ។

ក្រុមអាល់កុកស៊ីលរបស់អេស្ទែរ និងអាល់កុកស៊ីតត្រូវតែដូចគ្នា ដើម្បីជៀសវាងនូវប្រតិកម្មត្រង់ស្យូអេស្ទែរកម្ម (ដែលកើតជាមួយអាល់កុកស៊ីតតាមចលនការដូចគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែរមជ្ឈដ្ឋានបាស)។ អេទីលអេស្ទែរ និងមេទីលអេស្ទែរ ជាប្រតិករអេស្ទែរសំខាន់ជាងគេក្នុងការសំយោគប្រភេទនេះ។ ដូចនេះ យើងប្រើសូដ្យូមអេតុកស៊ីត នៅពេលគេប្រើអេទីលអេស្ទែរ ហើយសូដ្យូមមេតុកស៊ីតនៅពេលគេប្រើមេទីលអេស្ទែរ។ មានករណីខ្លះទៀតនៅពេលយើងប្រើបាសផ្សេងទៀត ប៉ុន្តែយើងនឹងសិក្សានៅពេលក្រោយ។

- អេស្ទែរដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαតែមួយមិនរងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម*Claisen* ធម្មតាទេ។

ឧទាហរណ៍នៃអេស្ទែរមួយដែលមិនមានប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម*Claisen*ធម្មតា ពីព្រោះវាមានអ៊ីដ្រូសែនα តែមួយគឺអេទីល*2*-មេទីលប្រូប៉ាណូអាត៖

កាបូនαនេះមានអ៊ីដ្រូសែនតែមួយ



អេស្ទែរនេះមិនរងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ទេ

អេទីល 2-មេទីលប្រូប៉ាណូអាត

- ការសង្កេតចលនការខាងលើនឹងធ្វើឱ្យយើងឃើញច្បាស់ហេតុអ្វីក៏ប្រតិកម្មដូចនេះ៖ អេស្ទែរដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαតែមួយមិនមានអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីតនៅពេលមកដល់ដំណាក់ទី៣ ហើយដំណាក់កាលទី៣ ផ្តល់នូវលំនឹងដែលធានានូវការជោគជ័យរបស់ប្រតិកម្មនេះ។

ក្នុងផ្នែកទី១៩.២.១យើងនឹងឃើញអំពីរបៀបដែលអេស្ទែរមានអ៊ីដ្រូសែនαតែមួយអាចត្រូវបានបម្លែងជាអេស្ទែរβ-សេតូមួយ ដោយវិធីសាស្ត្រមួយដែលប្រើបាសខ្លាំង។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១ ៖

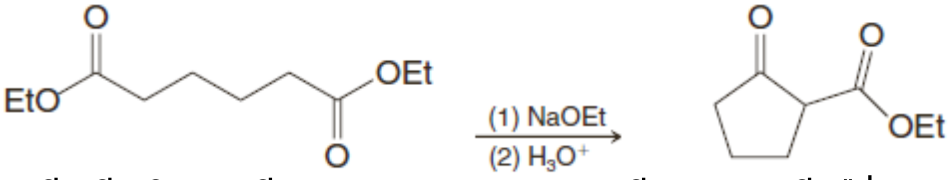
a. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisenដែលកើតឡើងនៅពេលអេទីលប្រូប៉ាណូអាតមាន ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីត។

b. តើផលិតផលណាខ្លះដែលកកើតនៅពេលល្បាយប្រតិកម្មរងអាស៊ីតកម្ម។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.២ ៖ ដោយសារតែផលិតផលដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ជាអេស្ទែរ β-សេតូ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស និងដេកាបុកស៊ីលកម្មនៃផលិផលទាំងនេះផ្តល់ជាវិធីសាស្ត្រទូទៅមួយសម្រាប់សំយោគសេតូន។ ចូរប្រើបច្ចេកទេសនេះក្នុងការសំយោគ 4-អិបតាណូន។

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisenអន្តរម៉ូលេគុល៖ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisenអន្តរម៉ូលេគុលមួយត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មDieckmann**។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលឌីអេទីលអិចសានឌីអូអាតត្រូវបានកម្ដៅជាមួយសូដ្យូមអេតុកស៊ីត អាស៊ីតកម្មនៃល្បាយប្រតិកម្មនេះបង្កើត អេទីល 2-អុកសូប៉ង់តានកាបុកស៊ីឡាត៖

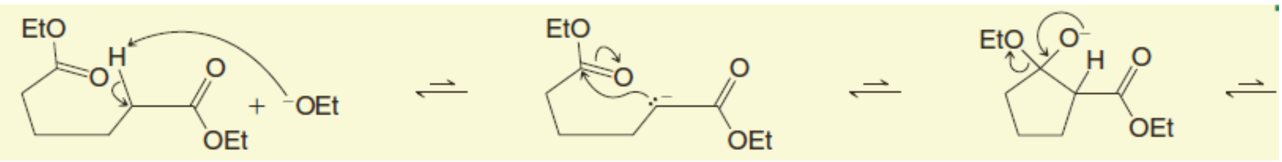


ឌីអេទីលអិចសានឌីអូអាត **អេទីល2-អុកសូស៊ីក្លូប៉ង់តានកាបុកស៊ីឡាត**

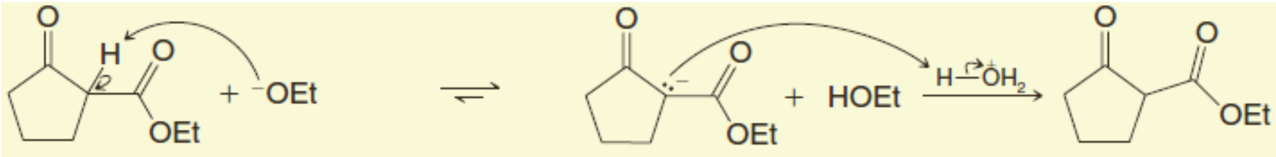
- ជាទូទៅ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann មានសារប្រយោជន៍តែសម្រាប់ទម្រង់វង់៥ និងវង់៦។

វង់តូចជាង៥មិនត្រូវបានសម្របសម្រួលទេ ដោយសារតែមានរមួលមុំ។ វង់ធំជាង៧ត្រូវបានសម្របសម្រួលតិចតួចដោយសារតែចំនួនកុងផរម៉ាស្យុងកាន់តែច្រើនដែលបានពីសារជាតុផ្ដើមខ្សែវែង មានប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអន្តរម៉ូលេគុលប្រណាំងប្រជែង។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann*



អ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតដកអ៊ីដ្រូសែនα **អ៊ីយ៉ុងអេណូឡាតប្រយុទ្ធលើក្រុមកាបូនីលនៅខាងចុងខ្សែម្ខាងទៀត** **អ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតមួយត្រូវបានរុញចេញ**



អ៊ីយ៉ុងអេតុកស៊ីតដកអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីតដែលនៅចន្លោះក្រុមកាបូនីលពីរ។ លំនឹងនេះបង្ខំឱ្យមានប្រតិកម្ម **ការបន្ថែមអាស៊ីតរាវធ្វើឱ្យមានប្រូតុងកម្មយ៉ាងហ័សលើអាញ៉ុងបង្កើតផលិតផលចុងក្រោយ**

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៣ ៖

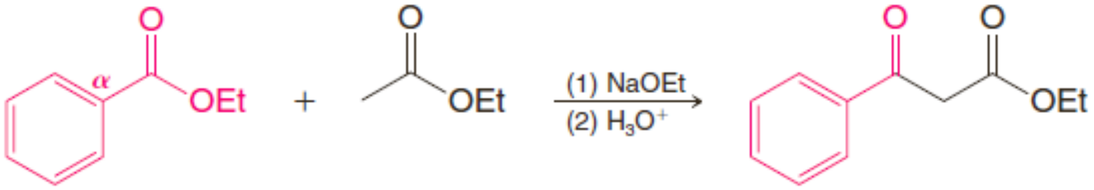
a. តើផលិតផលអ្វីដែលកកើតពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Diekmannនៃឌីអេទីលអិបតានឌីអូអាត?

b. ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីឌីអេទីលប៉ង់តាឌីអូអាត (ឌីអេទីលគ្លុយតារ៉ាត) មិនរងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann?

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisenខ្វែង

- ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisenខ្វែង (Crossed Claisen Condensation) អាចប្រព្រឹត្តទៅបាន**នៅពេលអេស្ទែរមិនមានអ៊ីដ្រូសែនα** ដូចនេះវាមិនអាចបង្កើតអ៊ីយ៉ុងអេណូឡាត និងរងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មខ្លួនវាទេ។

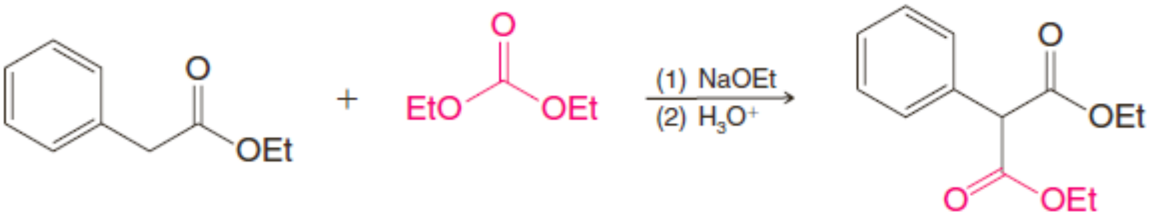
ឧទាហរណ៍ អេទីលបង់សូអាតធ្វើប្រតិកម្មកុងដង់កម្មជាមួយអេទីលអាសេតាតបង្កើតអេទីលបង់សូអ៊ីលអាសេតាត៖



អេទីលបង់សូអាត (គ្មានអ៊ីដ្រូសែនα)

អេទីលបង់សូអ៊ីលអាសេតាត (60%)

អេទីលផេនីលអាសេតាតប្រតិកម្មជាមួយឌីអេទីលកាបូណាតបង្កើតឌីអេទីលផេនីលម៉ាឡូណាត៖

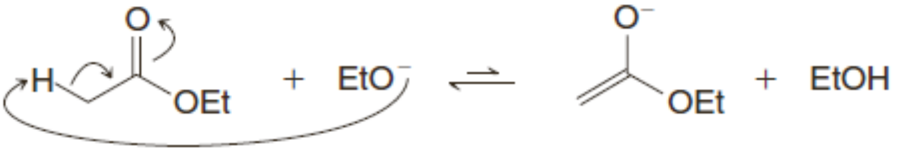


អេទីលផេនីលអាសេតាត **ឌីអេទីលកាបូណាត** (គ្មានអ៊ីដ្រូសែនα) **ឌីអេទីលផេនីលម៉ាឡូណាត** (65%)

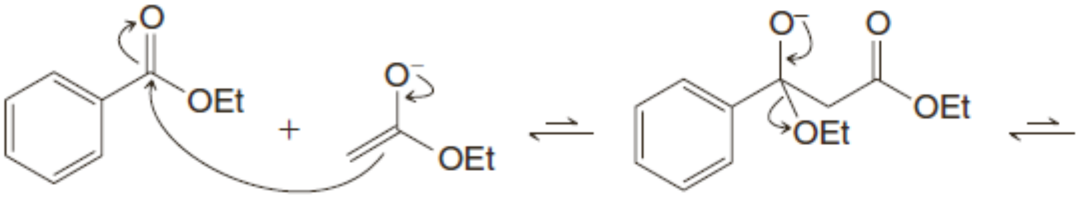
លំហាត់ឧទាហរណ៍៖ ចូរសរសេរចលនការគ្រប់ជំហានទាំងអស់នៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ខាងលើរវាងអេទីលបង់សូអាត និងអេទីលអាសេតាត។

ចម្លើយ៖ អេទីលបង់សូអាតគ្មានអ៊ីដ្រូសែនαទេ ដូចនេះយើងចាប់ផ្ដើមពីការដកអ៊ីដ្រូសែនαមួយចេញពីអេទីលអាសេតាតបង្កើតជាអេណូឡាតមួយ៖

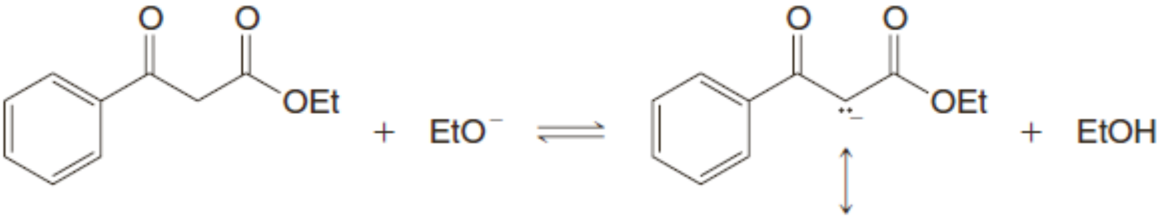
ដំណាក់កាលទី១៖



ដំណាក់កាលទី២៖

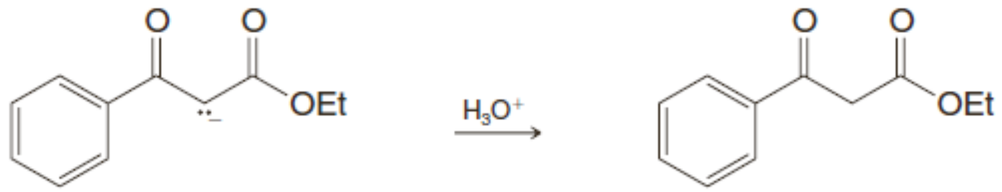


ដំណាក់កាលទី៣៖



ទម្រង់រ៉េសូណង់ផ្សេងទៀត

ដំណាក់កាលទី៤៖



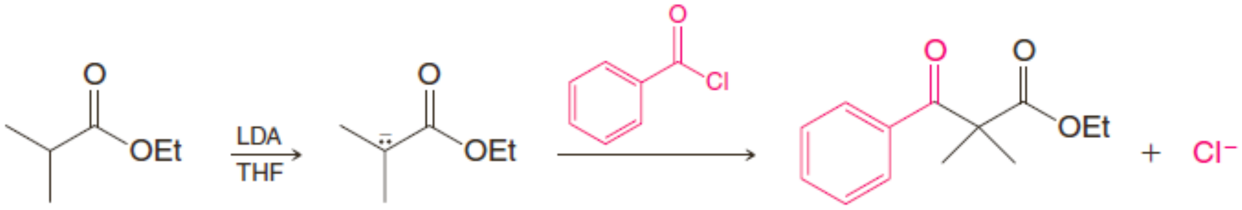
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៤ ៖ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មសម្រាប់ផលិតផលដែលកកើតពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ខ្វែងដែលបានបង្ហាញខាងលើរវាងអេទីលផេនីលអាសេតាត និងឌីអេទីលកាបូណាត។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៥៖ តើផលិតផលណាដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ខ្វែងខាងក្រោម៖

a. អេទីលប្រូប៉ាណូអាត + ឌីអេទីលអុកសាឡាត $\xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ NaOEt}$

b. អេទីអាសេតាត + អេទីលផរម៉ាត $\xrightarrow[2.\ H_3O^+]{1.\ NaOEt}$

ដូចដែលយើងបានសិក្សាក្នុងផ្នែកនេះរួចហើយ អេស្ទែរដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαតែមួយមិនអាចបម្លែងជាអេស្ទែរβ-សេតុដោយសូដ្យូមអេតុកស៊ីតបានទេ។ ប៉ុន្តែ ពួកវាអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាអេស្ទែរβ-សេតូដោយប្រតិកម្មដែលប្រើបាសខ្លាំងដូចជាលីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីត(LDA)។ បាសខ្លាំងបម្លែងអេស្ទែរទៅជាអ៊ីយ៉ុងអេណូឡាតក្នុងទិន្នផលខ្ពស់។ ឧទាហរណ៍មួយនៃបច្ចេកទេសប្រើ LDA នេះត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖

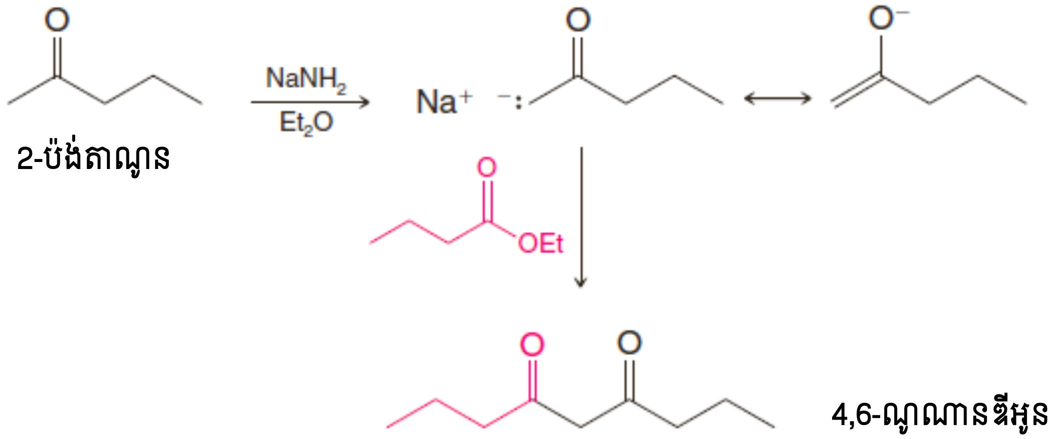


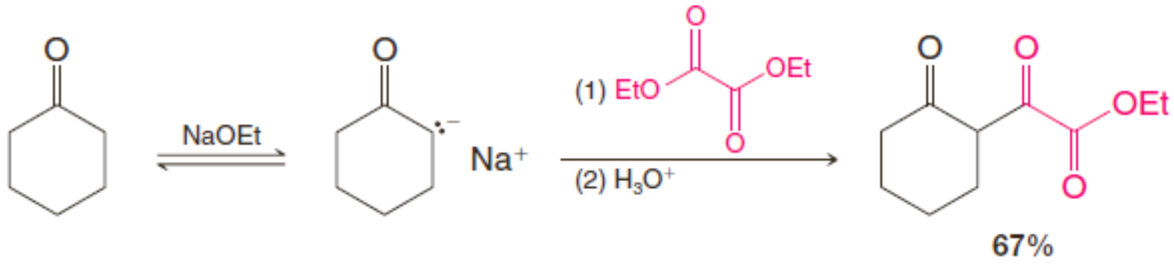
អេទីល 2,2-ឌីមេទីល-3-អុកសូ 3-ផេនីលប្រូប៉ាណូអាត

៣. សមាសធាតុβ-ឌីកាបូនីលដោយប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មនៃអេណូឡាតសេតូន

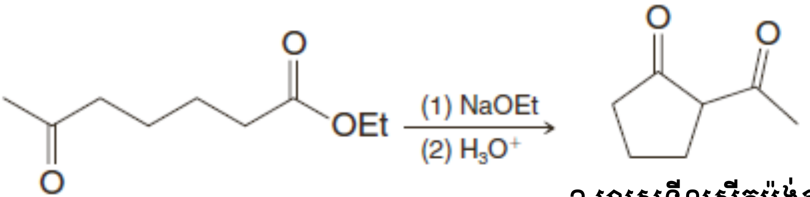
អ៊ីយ៉ុងអេណូឡាតដែលបានមកពីសេតូនក៏មានប្រតិកម្មជាមួយអេស្ទែរក្នុងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលដែលដូចគ្នានឹងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មClaisen។ ក្នុងឧទាហរណ៍ទី១ខាងក្រោម ទោះបីអាញ៉ុងពីរអាចបានមកពីប្រតិកម្មនៃសេតូនជាមួយសូដ្យូមអាមីដ្ឋ ផលិតផលឧត្តមភាពទទួលបានពីកាបាញ៉ុងថ្នាក់ទី១។ នេះដោយសារតែ៖

- អ៊ីដ្រូសែនαថ្នាក់ទី១មានកម្រិតអាស៊ីតខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែនαថ្នាក់ទី២
- ក្រោមវត្តមានបាសខ្លាំង ($NaNH_2$) ក្នុងធាតុរំលាយគ្មានប្រូតុង (Et_2O) អេណូឡាតស៊ីនេទិចត្រូវបានកកើត។ LDA អាចត្រូវបានប្រើស្រដៀងគ្នានឹងបាសនេះ។



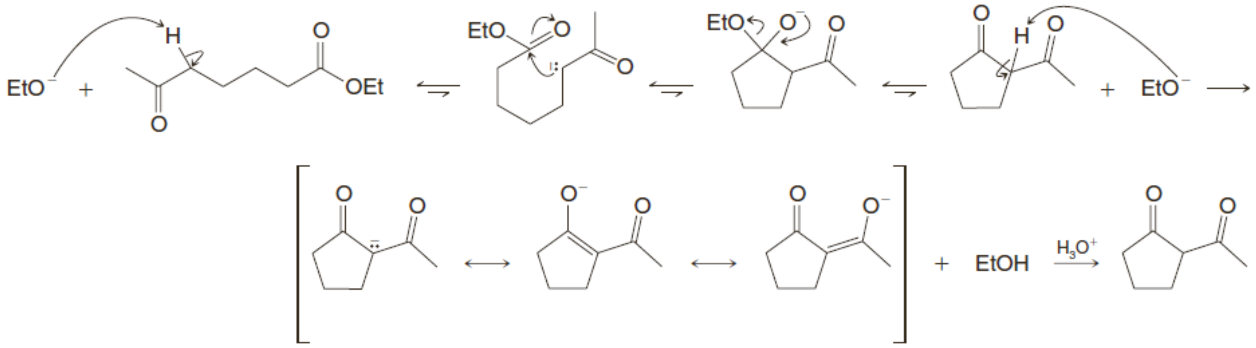


លំហាត់ឧទាហរណ៍៖ អេស្ទែរសេតូអាចរងប្រតិកម្មបិទវង់ស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

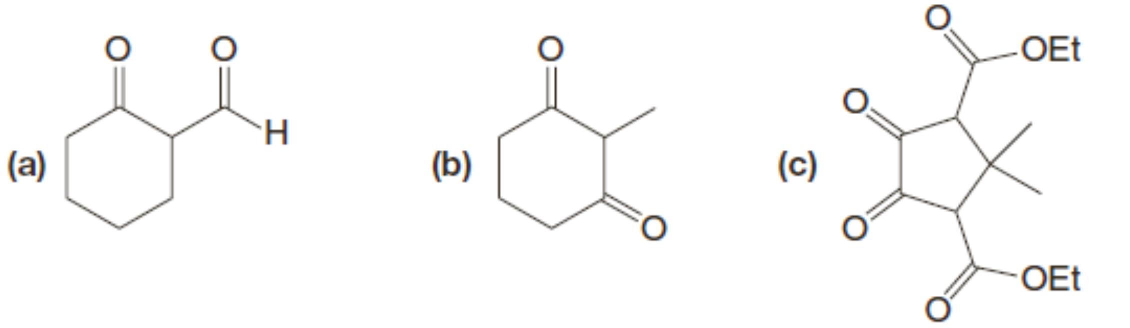


2-អាសេទីលស៊ីក្លូប៉ង់តាណូន

ចម្លើយ៖



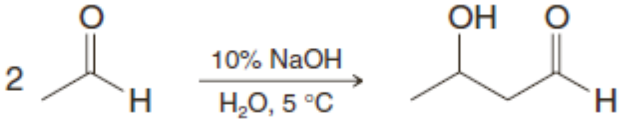
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៦ ៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមដោយប្រើសារធាតុផ្ដើមរបស់អ្នក អេស្ទែរ សេតូន អាស៊ីលក្លរ ។ល។



៤. ប្រតិកម្មអាល់ដុលៈ ប្រតិកម្មបូកអេណូឡាត និងអេណុលលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន

- ប្រតិកម្មបូក និងកុងដង់កម្មអាល់ដុលរួមគ្នាតាងឱ្យថ្នាក់សំខាន់មួយរបស់ប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន។

ប្រតិកម្មអាល់ដុលមួយចាប់ផ្តើមពីការបូកអេណូឡាត ឬអេណុលមួយលើក្រុមកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន បង្កើតβ-អ៊ីដ្រុកស៊ីអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនជាផលិតផលដំបូង។ ឧទាហរណ៍ងាយមួយត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម គឺនៅពេលម៉ូលេគុលអាសេតាល់ដេអ៊ីតពីរ (អេតាណាល់)ប្រតិកម្មបង្កើត3-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណាល់ជាអាល់ដុលមួយ ពីព្រោះវាមានទាំងបង្គុំនាទីអាល់ដេអ៊ីត និងអាល់កុល។ ប្រតិកម្មនៃប្រភេទទូទៅនេះ ត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល**។



3-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណាល់ (50%)

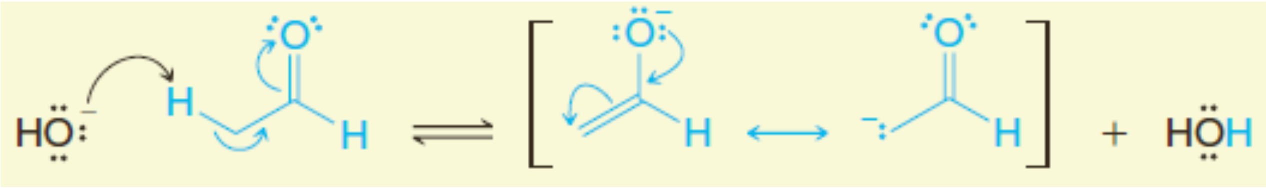
ដូចដែលយើងនឹងឃើញ ផលិតផលប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលដំបូងតែងតែរងដេអ៊ីដ្រាតកម្មបង្កើតអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនβ-មិនឆ្អែតមួយ។ នៅពេលសមាសធាតុនេះជាលទ្ធផល ប្រតិកម្មសរុបជា**ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល**។ ដំបូងនេះ យើងសិក្សាលើចលនការប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលសិន។

៤.១ ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល

ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលជាប្រតិកម្មលំនឹងមួយ នៅពេលវាត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុងជាមួយបាសដូចជាអ៊ីដ្រុកស៊ីតឬអាល់កុកស៊ីត។ ចលនការប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលដែលទាក់ទងនឹងអាល់ដេអ៊ីតមួយត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។

- *ចលនការប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល*

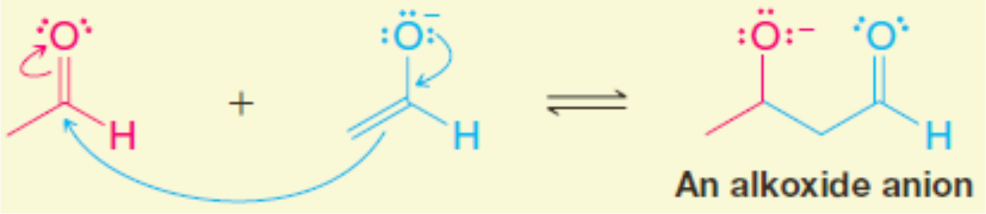
ដំណាក់កាលទី១៖ ការកេកើតអេណូឡាត



អាញ៉ុងអាណូឡាត

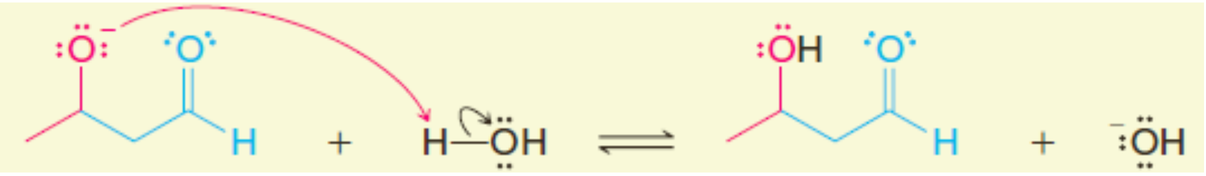
ក្នុងដំណាក់កាលនេះ បាស (អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត) ដកយកប្រូតុងមួយពីកាបូនαរបស់ម៉ូលេគុលអាសេតាល់ដេអ៊ីតមួយបង្កើតជាអេណូឡាតបន្សុំប៉ដោយផលរេសូណង់មួយ

ដំណាក់កាលទី២៖ បូកអេណូឡាត



បន្ទាប់មកអេណូឡាតមានអំពើជានុយក្លេអូភីលមួយ ហើយប្រយុទ្ធលើកាបូនកាបូនីលរបស់ម៉ូលេគុលអាសេតាល់ដេអ៊ីតទី២ បង្កើតអាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតមួយ។

ដំណាក់កាលទី៣៖ ប្រូតុងកម្មអាល់កុកស៊ីត



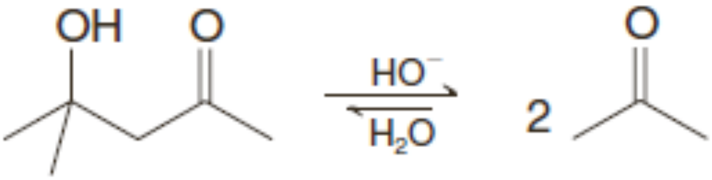
បាសខ្លាំងជាង **ផលិតផលអាល់ដុល** **បាសខ្សោយជាង**

អាញ៉ុងអាល់កុកស៊ីតដកយកប្រូតុងមួយពីម៉ូលេគុលទឹកបង្កើតផលិតផលអាល់ដុលមួយ

ជាមួយសេតូន ដំណាក់កាលបូកបង្កើតអាល់ដុលដែលមិនចង់បាន ដោយសារបាំងស្តេរិច និងលំនឹងធ្វើឱ្យកកើតសារធាតុផ្តើមអាល់ដុលជាជាងផលិតផលបូក (ផ្នែក១៩.៤.២)។ ប៉ុន្តែដូចដែលយើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែក១៩.៤.៣ ដេអ៊ីដ្រាតកម្មនៃផលិតផលបូកអាល់ដុលអាចទាញលំនឹង ដែលមានអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនឱ្យសម្រេច។ ការបូកអេណូឡាតទាំងលើអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមានភាពងាយស្រួល នៅពេលគេប្រើបាសខ្លាំង (ដូចជា LDA) ក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុងមួយ (ផ្នែក១៩.៥.២)។

៤.២ ប្រតិកម្មរេត្រូ-អាល់ដុល

ដោយសារតែដំណាក់កាលនៅក្នុងចលនការប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលមួយងាយត្រលប់ក្រោយ**ប្រតិកម្មរេត្រូ-អាល់ដុល** (retro-aldol reaction) អាចកកើតឡើងដែលបម្លែងអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនβ-អ៊ីដ្រុកស៊ីទៅសារធាតុផ្តើមប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលមួយ។ ឧទាហរណ៍ នៅពេល 4-អ៊ីដ្រុកស៊ី-4-មេទីល-2-ប៉ង់តាណូនត្រូវបានកម្តៅជាមួយអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងទឹក ល្បាយលំនឹងមានអាសេតូនពីដំបូង ដែលជាផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មរេត្រូ-អាល់ដុល។

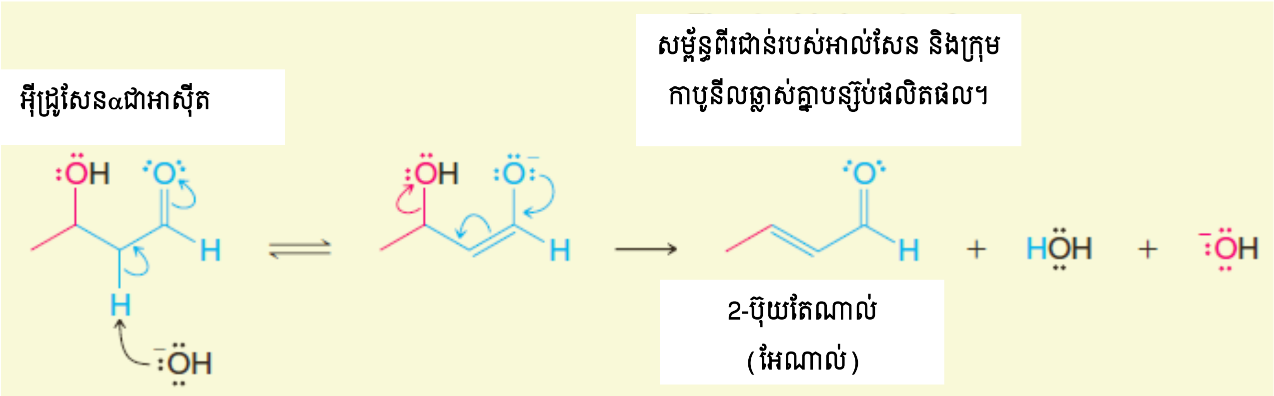


លទ្ធផលនេះមិនគួរឱ្យភ្ញាក់ផ្អើលទេ ដោយសារតែយើងដឹងថាលំនឹងរបស់ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល (ប្រាសពីប្រតិកម្មខាងលើ) មិនសម្រេចសម្រួល នៅពេលអេណូឡាតបូកលើសេតូនមួយ។ ប៉ុន្តែ ដូចដែលបានលើកឡើងខាងលើ ដេអ៊ីដ្រាតកម្មនៃផលិតផលបូកអាល់ដុលមួយអាចទាញលំនឹងទៅមុខ។ យើងនឹងសិក្សាលើប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់ដុលនៅផ្នែក១៩.៤.៣។

៤.៣ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម៖អាល់ដុល៖ ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មផលិតផលបូកអាល់ដុល

ដេអ៊ីដ្រាតកម្មផលិតផលបូកអាល់ដុលមួយបង្កើតប្រព័ន្ធកាបូនីលα,β-មិនឆ្អែតឆ្លាស់មួយ។ ដំណើរការសរុបត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល** (aldol condensation) ហើយផលិតផលត្រូវបានគេហៅ ថា**អេណាល់** (អាល់សែនអាល់ដេអ៊ីត) ឬ **អេណូន** (អាល់សែនសេតូន) អាស្រ័យលើក្រុមកាបូនីលក្នុងផលិតផល។ ស្ថេរភាពរបស់ប្រព័ន្ធអេណាល់ ឬអេណូនឆ្លាស់មានន័យថា លំនឹងដេអ៊ីដ្រាតកម្មមិនអាចត្រលប់ ក្រោយ។ ឧទាហរណ៍ ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុលដែលបង្កើត 3-អ៊ីដ្រុកស៊ីតប៊ុយតាណាល់ ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងផ្នែក ១៩.៤ ធ្វើដេអ៊ីដ្រាតកម្មដោយដុតកម្តៅដើម្បីបង្កើត 2-ប៊ុយតាណាល់។ ចលនការប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មនេះត្រូវ បានបង្ហាញខាងក្រោម។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មនៃផលិតផលបូកអាល់ដុល*



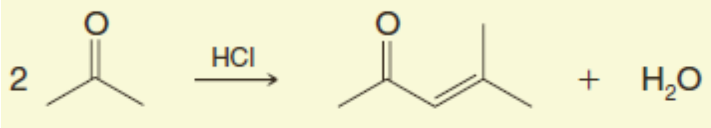
ទោះបីជាអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាក្រុមចាកចេញមួយក្នុងប្រតិកម្មនេះ ម៉ូលេគុលរងដេអ៊ីដ្រាតកម្មនីមួយៗមិនអាចត្រលប់វិញបានទេ ពីព្រោះស្ថេរភាពរបស់ភាពឆ្លាស់ ទាញប្រតិកម្មទៅមុខ។

៤.៤ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលកាតាលីករអាស៊ីត

ប្រតិកម្មអាល់ដុលអាចកើតឡើងក្រោមកាតាលីសអាស៊ីត ក្នុងករណីដែលប្រតិកម្មទូទៅបង្កើតផលិតផល α,β-មិនឆ្អែតដោយប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មផ្ទាល់នៃអង្គធាតុកណ្តាលβ-អ៊ីដ្រុកស៊ីអាល់ដុល។ នេះជាមធ្យោបាយមួយ ដែលសេតូនអាចត្រូវបានប្រើក្នុងប្រតិកម្មអាល់ដុលមួយ។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ ដែលអាសេតូនបង្កើតផលិតផលកុងដង់កម្មអាល់ដុលរបស់វាគឺ4-មេទីលប៉ង់-3-អែន-2-អូននៅពេលដាក់ជាមួយអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ។

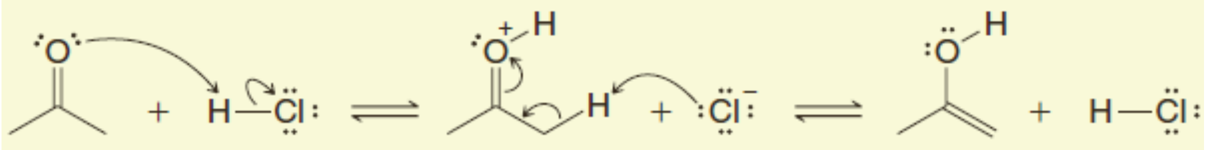
➢ *ចលនការប្រតិកម្មអាល់ដុលកាតាលីករអាស៊ីត*

ប្រតិកម្ម៖

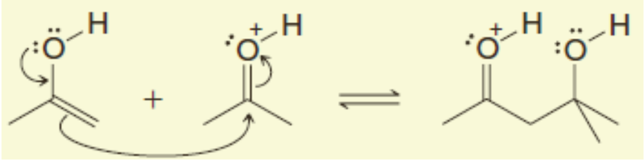


4-មេទីលប៉ង់-3-អែន-2-អូន

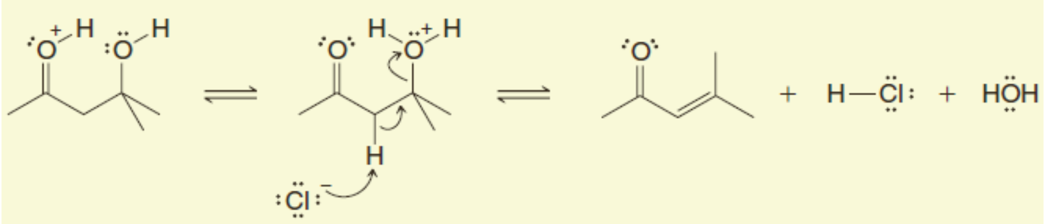
ចលនការ៖



ចលនការប្រតិកម្មចាប់ផ្តើមពីការកកើតដោយអែណុលកាតាលីករអាស៊ីត



បន្ទាប់មក អែណុលបូកក្រុមកាបូនីលប្រូតុងកម្មនៃម៉ូលេគុលសេតូនមួយទៀត



ចុងក្រោយ បន្ទេរប្រូតុង និងដេអ៊ីដ្រាតកម្មបង្កើតផលិតផល

កាតាលីសអាស៊ីតជំរុញប្រតិកម្មបន្ថែមបន្ទាប់ពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម។ ឧទាហរណ៍មួយត្រូវបានឱ្យនៅក្នុងលំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៨។ ជាទូទៅ វាមានសារសំខាន់ក្នុងការសំយោគសម្រាប់ប្រតិកម្មអាល់ដុលដែលធ្វើឡើងក្នុងល័ក្ខខ័ណ្ឌបាស មិនមែនអាស៊ីត។

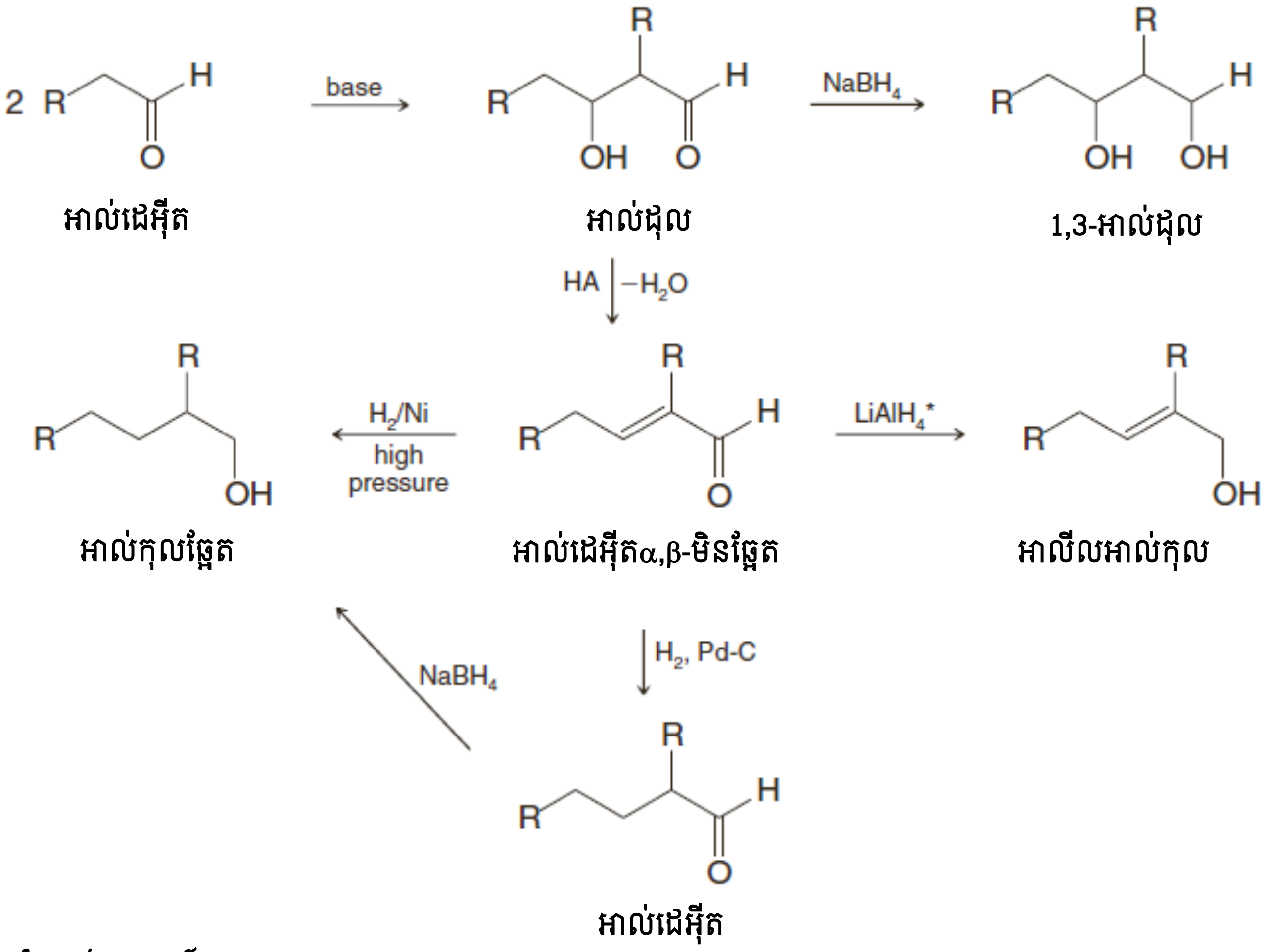
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៧ ៖ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលកាតាលីករអាស៊ីតរបស់សេតូន (ទើបបានបង្ហាញខាងលើ) ក៏បង្កើត2,6-ឌីមេទីលអិបតា-2,5-ឌីអែន-4-អូនខ្លះដែរ។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មបង្កើតផលិតផល នេះ។

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៨ ៖ ការកម្តៅសេតូនជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចធ្វើឱ្យកកើតមេស៊ីទីឡែន (1,3,5-ទ្រីមេទីល បង់សែន)។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។

៤.៥ ការអនុវត្តន៍សំយោគនៃប្រតិកម្មអាល់ដុល

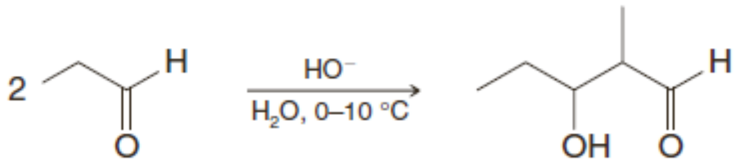
ដូចដែលយើងបានឃើញពីដំបូងរួចហើយ ប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល និងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលជាវិធីសាស្ត្រសំខាន់សម្រាប់បង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន។ ពួកវាក៏អាចបង្កើតសមាសធាតុកាបូនីលβ-អ៊ីដ្រុកស៊ី និង α,β-មិនឆ្អែត ដែលពួកវាមានសារប្រយោជន៍សម្រាប់ការបម្លែងសំយោគបន្ថែម។ ប្រតិកម្មតំណាងខ្លះត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។

ប្រតិកម្មអាល់ដុលក្នុងការសំយោគ



លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.៩ ៖

a. ចូរសេរសេរចលនការប្រតិកម្មអាល់ដុលរបស់ប្រូប៉ាណាល់ខាងក្រោម៖



ប្រូប៉ាណាល់ 3-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-មេទីលប៉ង់តាណាល់ (55-60%)

b. តើអ្នកពន្យល់យ៉ាងម៉េចដែលផលិតផលប្រតិកម្មអាល់ដុលគឺ 3-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-មេទីលប៉ង់តាណាល់ មិនមែន 4-អ៊ីដ្រុកស៊ីអិចសាណាល់ទេ?

c. តើផលិតផលណាខ្លះដែលអាចទទួលបាន បើសិនល្បាយប្រតិកម្មនេះត្រូវបានដុតកម្តៅ?

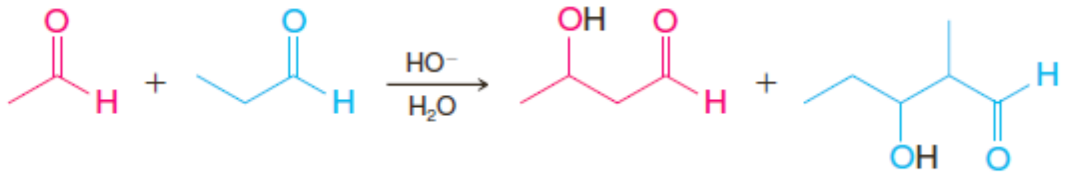
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១០ ៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលផលិតផលនីមួយៗខាងក្រោមត្រូវបានសំយោគពីប៊ុយតាណាល់៖

a. 2-អេទីល-3-អ៊ីដ្រុកស៊ីអិចសាណាល់
b. 2-អេទីលអិច-2-អែន-1-អុល
c. 2-អេទីលអិចសាន-1-អុល
d. 2-អេទីលអិចសាន-1,3-ឌីអុល (ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត)

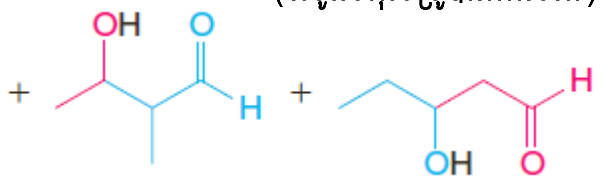
ដូចនេះ កន្លងមកយើងមានតែឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មអាល់ដុល ដែលអង្គធាតុប្រតិករបង្កើតផលិតផលមួយដោយប្រតិកម្មឌីមែរកម្ម។ ក្នុងផ្នែកបន្ទាប់ យើងនឹងពិភាក្សាអំពីបម្រើបម្រាស់ប្រតិកម្មអាល់ដុលដើម្បីទង្វើ សមាសធាតុ β-អ៊ីដ្រុកស៊ី និងα,β-មិនឆ្អែតកាបូនីល។ បន្ទាប់មក យើងនឹងសិក្សាប្រតិកម្មហៅថាប្រតិកម្មបូកផ្លាស់ដែលយើងអាចទង្វើប្រព័ន្ធα,β-មិនឆ្អែតកាបូនីល ដែលបានពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល។

៥. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែង

ប្រតិកម្មអាល់ដុលមួយដែលចាប់ពីសមាសធាតុកាបូនីលពីរខុសគ្នាត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មអាល់ដុលខ្វែង** (crossed aldol reaction)។ បើគ្មានល័ក្ខខ័ណ្ឌជាក់លាក់ទេ ប្រតិកម្មអាល់ដុលខ្វែងអាចបង្កើតល្បាយផលិតផលពីបង្គុំគូផ្សេងៗរបស់ប្រតិករកាបូនីល ដូចឧទាហរណ៍ខាងក្រោមរវាងអេតាណាល់ និងប្រូប៉ាណាល់៖



អេតាណាល់ ប្រូប៉ាណាល់ 3-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៊ុយតាណាល់ (ពីម៉ូលេគុលអេតាណាល់ពីរ) 3-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-មេទីលប៉ង់តាណាល់ (ពីម៉ូលេគុលប្រូប៉ាណាល់ពីរ)



3-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2-មេទីលប៊ុយតាណា 3-អ៊ីដ្រុកស៊ីប៉ង់តាណាល់

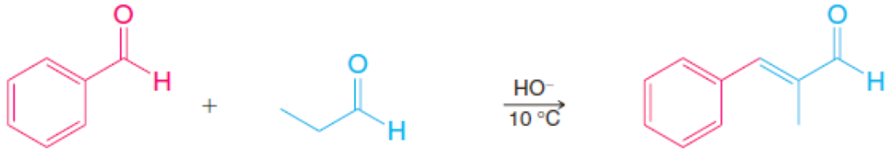
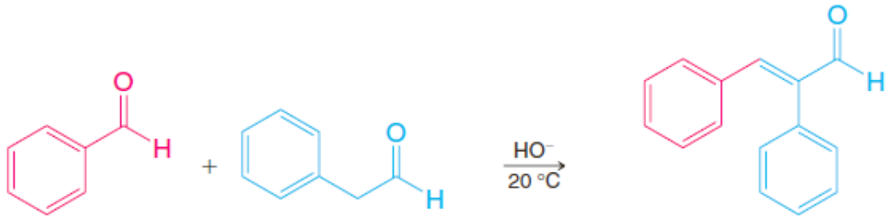
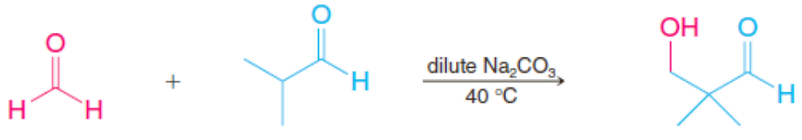
ពីម៉ូលេគុលអាតាណាល់មួយ និងម៉ូលេគុលប្រូប៉ាណាល់មួយ

ដូចនេះ យើងអាចចាត់ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែងដោយគោលការណ៍ពីរ ដែលអាចត្រួតពិនិត្យលើរបាយផលិតផល។ គោលគារណ៍ទី១អាស្រ័យលើកត្តាទម្រង់របស់ប្រតិកម្មកាបូនីល និងតួនាទីសំខាន់នៃលំនឹងប្រតិកម្មបូកចង់បាន និងមិនចង់បានមាន ក្នុងការកំណត់របាយផលិតផល។ ក្នុងគោលការណ៍នេះ បាសខ្សោយដូចជាអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬអាល់កុកស៊ីតត្រូវបានប្រើក្នុងជាតុរំលាយប៉ូលែមានប្រូតុងដូចជាទឹក និងអាល់កុល។ គោលការណ៍ទី២ ហៅថាប្រតិកម្មអាល់ដុលផ្ទាល់ ទាក់ទងនឹងការប្រើបាសខ្លាំងមួយដូចជាLDA ក្នុងជាតុរំលាយគ្មានប្រូតុង។ ដោយប្រើបាសខ្លាំង ប្រតិករមួយអាចបម្លែងទាំងស្រុងទៅជាអេណូឡាតមួយ ដែល បន្ទាប់មកអាចឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយប្រតិករកាបូនីលផ្សេងទៀត។

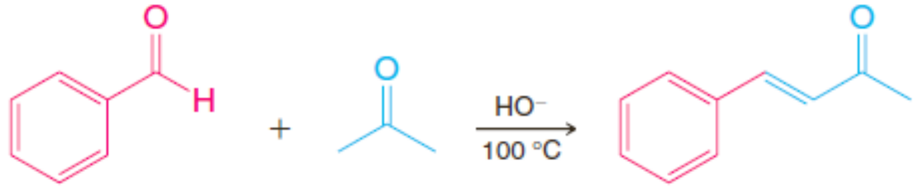
៩.១ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែងដោយប្រើបាសខ្សោយ

ប្រតិកម្មអាល់ដុលខ្វែងអាចកើតឡើងដោយប្រើបាសខ្សោយដូចជាអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬអាល់កុកស៊ីតនៅពេលប្រតិករកាបូនីលមួយមិនមានអ៊ីដ្រូសែនα។ ប្រតិករមួយគ្មានអ៊ីដ្រូសែនαមិនអាចធ្វើកុងដង់កម្មខ្លួនវាទេ ពីព្រោះវាមិនអាចបង្កើតអេណូឡាត។ យើងជៀសវាងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មខ្លួនឯងនៃប្រតិករផ្សេងទៀត ដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαមួយ ដោយបន្ថែមវាយឺតៗទៅក្នុងសូលុយស្យុងនៃប្រតិករទី១និងបាស។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ កំហាប់របស់ប្រតិករដែលមានអ៊ីដ្រូសែនαមួយតែងតែទាប ហើយវាមានវត្តមានក្នុងទម្រង់អេណូឡាតមួយ។ ប្រតិកម្មសំខាន់ដែលកើតឡើងរវាងអេណូឡាតនេះ និងសមាសធាតុកាបូនីលដែលមិនមានអ៊ីដ្រូសែន α ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង១៩.១ខាងក្រោម៖

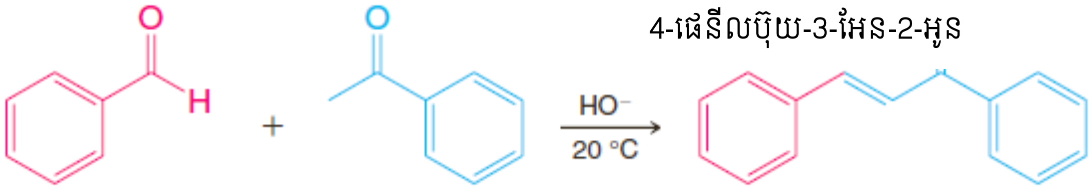
តារាង១៩.១ ប្រតិកម្មអាល់ដុលខ្វែង

	ប្រតិករគ្មានអ៊ីដ្រូសែន αដាក់ក្នុងបាស	ប្រតិករមានអ៊ីដ្រូសែន αត្រូវបានបន្ថែមយឺតៗ		ផលិតផល
	បង់សាល់ដេអ៊ីត	ប្រូប៉ាណាល់	HO^-, 10 °C	2-មេទីល-3-ផេនីល-2-ប្រូប៉ែណាល់ (α-មេទីលស៊ីណាម៉ាល់ដេអ៊ីត)(80%)
	បង់សាល់ដេអ៊ីត	ផេនីលអាសេតាល់ដេអ៊ីត	HO^-, 20 °C	2,3-ឌីផេនីល-2-ប្រូប៉ែណាល់
	ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត	2-មេទីលប្រូប៉ាណាល់	dilute Na_2CO_3, 40 °C	3-អ៊ីដ្រុកស៊ី-2,2-ឌីមេទីលប្រូប៉ាណាល់ (>64%)

អាល់ដុលខ្វែងត្រូវបានបង្ហាញក្នុងតារាង១៩.១ ទាក់ទងនឹងអាល់ដេអ៊ីតជាប្រតិករទាំងពីរ។ ប៉ុន្តែគេអាចប្រើសេតូនជាអង្គធាតុប្រតិករមួយ ពីព្រោះសេតូនមិនធ្វើកុងដង់កម្មខ្លួនវាទេ ដោយសារតែរបាំងស្តេរិចក្នុងដំណាក់កាលប្រតិកម្មបូកអាល់ដុល។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែងដែល មានអង្គធាតុប្រតិករមួយជាសេតូន។ ជួនកាល ប្រតិកម្មដូចប្រតិកម្មទាំងនេះត្រូវបានហៅថាប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen-Schmidt។ Schidt បានរកឃើញ ហើយClaisen បានអភិវឌ្ឍប្រភេទនៃប្រតិកម្មអាល់ដុលក្នុងទសវត្ស 1800។



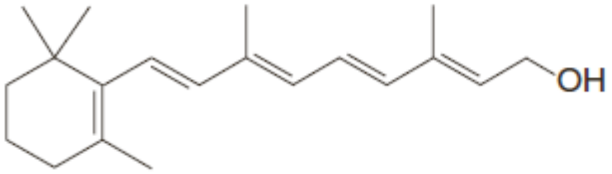
4-ផេនីលប៊ុយ-3-អែន-2-អូន



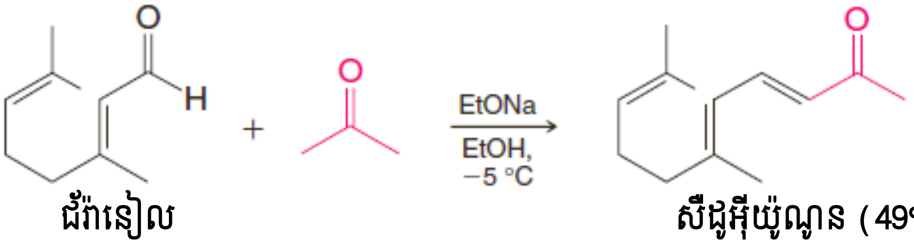
1,3-ឌីមេទីលប្រូ-2-អែន-1-អូន
(បង់សាល់អាសេតូផេណូន)

ក្នុងប្រតិកម្មនេះ ដេអ៊ីដ្រាតកម្មកើតឡើងយ៉ាងរហ័ស ពីព្រោះសម្ព័ន្ធពីរជាន់ដែលកកើតឆ្លាស់គ្នាទាំងជាមួយក្រុមកាបូនីល និងវង់បង់សែន។ ជាទូទៅ ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មនៃអាល់ដុលត្រូវបានសម្របសម្រួលជាពិសេស នៅពេលវាអាចបង្កើនភាពឆ្លាស់។

ជាឧទាហរណ៍បន្ថែម ដំណាក់កាលសំខាន់មួយក្នុងការសំយោគវីតាមីនA ដោយប្រើប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម អាល់ដុលខ្វែងមួយរវាងជ៉ារ៉ានៀល និងអាសេតូន៖



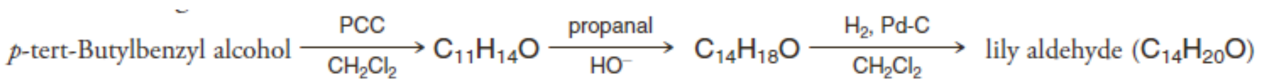
វីតាមីនA



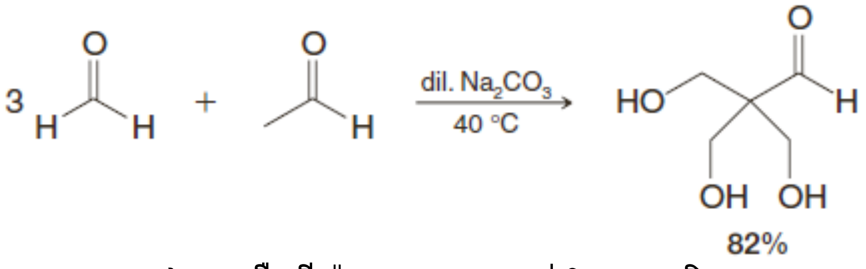
ជ៉ារ៉ានៀល **ស៊ីដូអ៊ីយ៉ូណូន** (49%)

ជ៉ារ៉ានៀលគឺជាអាល់ដេអ៊ីតកើតក្នុងធម្មជាតិមួយ ដែលអាចទទួលបានពីប្រេងក្រូចឆ្មារ។ អ៊ីដ្រូសែនα របស់វាជាអ៊ីដ្រូសែនវីនីល ដូចនេះ វាមិនមានភាពអាស៊ីតទេ។ ចូរកត់សម្គាល់ថា ក្នុងប្រតិកម្មនេះ ដេអ៊ីដ្រាតកម្មកើតឡើងយ៉ាងងាយ ពីព្រោះប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មធ្វើឱ្យមានការពង្រីកប្រព័ន្ធឆ្លាស់។

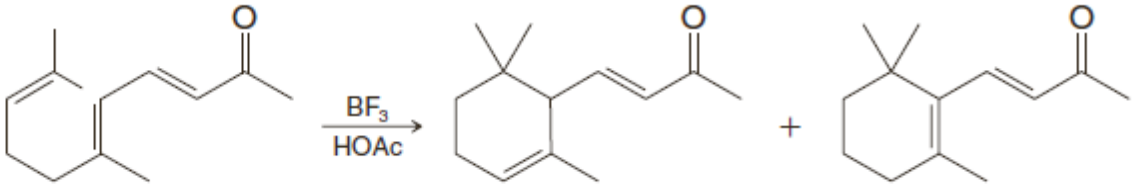
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១១ ៖ ចូរសរសេរសមីការក្នុងការសំយោគសមាសធាតុមួយដែលប្រើក្នុងទឹកអប់ ហៅថាលីលីអាល់ដេអ៊ីត។ ចូរផ្តល់ទម្រង់របស់សមាសធាតុទាំងអស់។



លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១២៖ នៅពេលផរម៉ាល់ដេអ៊ីតលើសក្នុងសូលុយស្យុងបាសត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្ម ជាមួយ ប្រតិកម្មខាងក្រោមអាចកើតឡើង។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។



លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៣៖ នៅពេលសឺដូអ៊ីយ៉ូណូនត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយ BF_3 ក្នុងអាស៊ីតអាសេទិច ការបិទវង់កើតឡើង ហើយα- និងβ-អ៊ីយ៉ូណូនត្រូវបានបង្កើត។ នេះជាជំណាក់កាលបន្ទាប់ក្នុងការសំយោគវីតាមីនA។



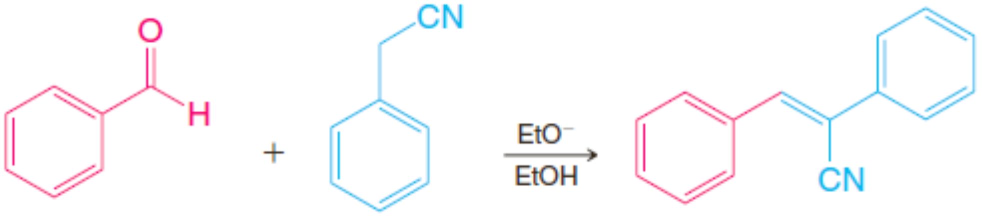
សឺដូអ៊ីយ៉ូណូន **α-អ៊ីយ៉ូណូន** **β-អ៊ីយ៉ូណូន**

a. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មក្នុងការបង្កើត α- និងβ-អ៊ីយ៉ូណូនេះ។

b. β-អ៊ីយ៉ូណូនជាផលិតផលឧត្តមភាព។ ចូរពន្យល់។

c. តើអ៊ីយ៉ូណូនមួយណាដែលសស្រូបប្រវែងរលក UV-Vis វែងជាងគេ? ហេតុអ្វី?

នីទ្រីលដែលមានអ៊ីដ្រូសែនα ក៏មានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្សោយ (pKa=25) ហើយនីទ្រីលទាំងនេះរងប្រតិកម្មកុងដង់កម្មប្រភេទអាល់ដុល។ឧទាហរណ៍មួយគឺប្រតិកម្មកុងដង់កម្មនៃបង់សាល់ដេអ៊ីតដោយផេនីលអាសេតូនីទ្រីល៖



លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៤៖

a. ចូរគូរទម្រង់រ៉េសូណង់របស់អាញ៉ុងរបស់សេតូនីទ្រីលដែលមានភាពអាស៊ីតខ្លាំងជាងអេតាន។

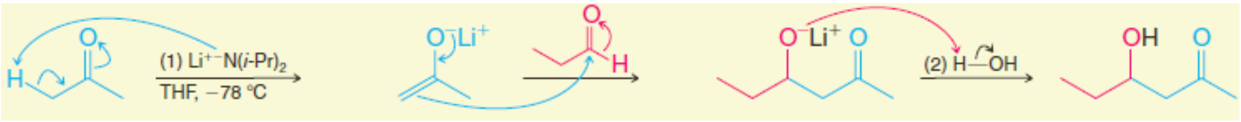
b. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មកុងដង់កម្មនៃបង់សាល់ដេអ៊ីតជាមួយអាសេតូនីទ្រីល។

៥.២ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែងដោយប្រើបាសខ្លាំង៖ លីចូមអេណូឡាត និងប្រតិកម្មអាល់ដុលផ្ទាល់

មធ្យោបាយមួយមានប្រសិទ្ធភាព និងបត់បែនបានដើម្បីឱ្យមានប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលខ្វែងគឺប្រើលីចូមអេណូឡាតដែលទទួលបានពីសេតូនជាភាគីមួយ និងអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនជាភាគីមួយទៀត។

ឧទាហរណ៍នៃមធ្យោបាយនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មអាល់ដុលផ្ទាល់** (directed aldol reaction) ត្រូវបានបង្ហាញ ដោយចលនការខាងក្រោម៖

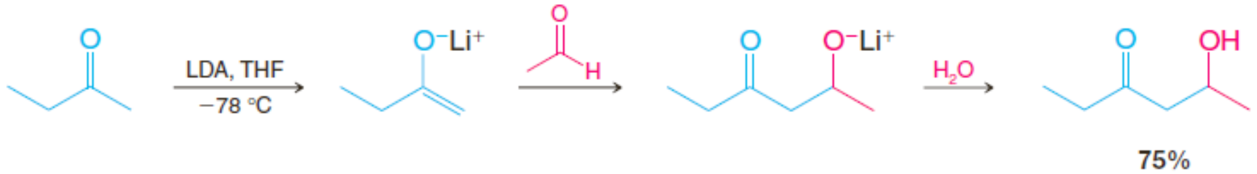
➢ ***ចលនការប្រតិកម្មសំយោគអាល់ដុលផ្ទាល់ដោយប្រើលីចូមអេណូឡាត***



សេតូនត្រូវបានបូកលើ LiN(i-Pr)₂(LDA) ជាបាសខ្លាំង ដែលដកអ៊ីដ្រូសែនαមួយពីសេតូនបង្កើតអេណូឡាត	អាល់ដេអ៊ីត្រូវបានបូក ហើយអេណូឡាតមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់ដេអ៊ីតលើកាបូនកាបូនីលរបស់វា	ប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសកើតឡើងនៅពេលទឹកត្រូវបានបូកនៅចុង ប្រូតុងកម្មលីចូមអាល់កុកស៊ីត

គេអាចទទួលបានកម្រិតជ្រើសស្តេរ៉េអូ នៅពេលគេប្រើសេតូនអស៊ីមេទ្រីក្នុងប្រតិកម្មអាល់ដុលផ្ទាល់ ដោយបង្កើតអេណូឡាតស៊ីនេទិច ដោយប្រើលីចូមឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីត (LDA)។ ប្រតិកម្មនេះធានាឱ្យមានការ បង្កើតអេណូឡាត ដែលបានបាត់បង់ប្រូតុងពីកាបូនαជួសតិច។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍មួយ៖

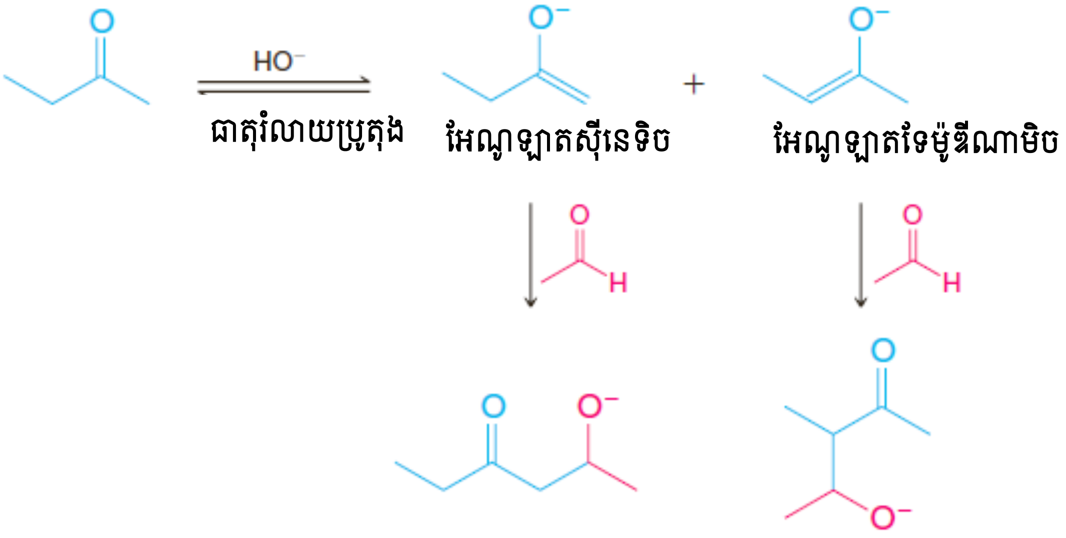
ប្រតិកម្មអាល់ដុលតាមអេណូឡាតស៊ីនេទិច (ប្រើ LDA)

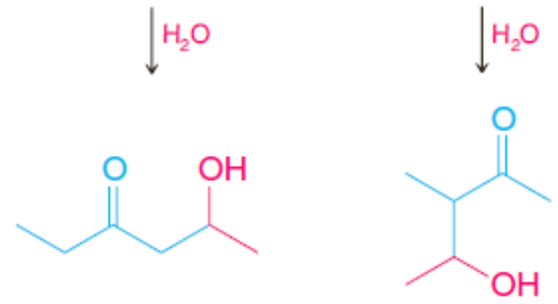


ផលិតផលអាល់ដុលខ្វែងទោល

បើសិនប្រតិកម្មអាល់ដុលនេះត្រូវបានធ្វើឡើងក្នុងមធ្យោបាយមួយដោយប្រើអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាបាស គេនឹងទទួលបានផលិតផលយ៉ាងហោចណាស់ពីរក្នុងបរិមាណសមស្របមួយ។ ទាំងអេណូឡាតស៊ីនេទិច និងទែម៉ូឌីណាមិចអាចត្រូវបានបង្កើតពីសេតូន ហើយនីមួយៗអាចត្រូវបានបូកលើកាបូនកាបូនីលរបស់អាល់ដេអ៊ីត៖

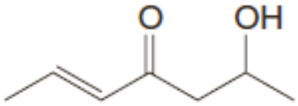
ប្រតិកម្មអាល់ដុលដែលបង្កើតល្បាយមួយតាមអេណូឡាតស៊ីនេទិច និងទែម៉ូឌីណាមិច (ដោយប្រើបាសខ្សោយមួយក្នុងល័ក្ខខ័ណ្ឌប្រូតុង)





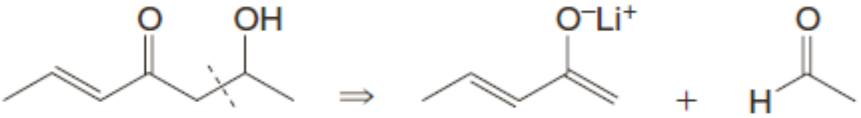
ល្បាយនៃផលិតផលអាល់ដុលខ្វែង

លំហាត់ឧទាហរណ៍៖ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគអាល់ដុលផ្ទាល់នៃសមាសធាតុខាងក្រោម។

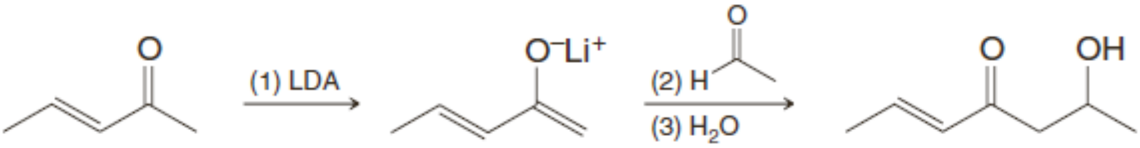


វិធីសាស្ត្រ និងចម្លើយ ៖

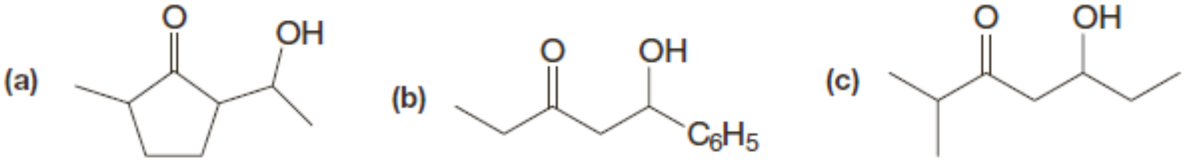
ការវិភាគសំយោគត្រលប់



ការសំយោគ

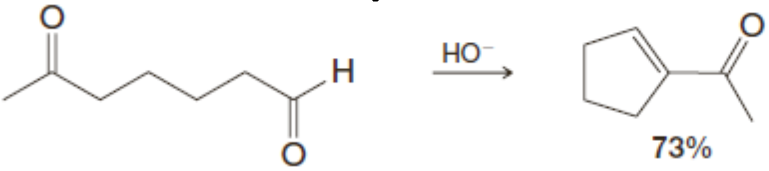


លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៥៖ ដោយចាប់ផ្តើមពីសេតូន និងអាល់ដេអ៊ីត ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគ អាល់ដុលផ្ទាល់នៃសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម ដោយប្រើលីចូមអេណូឡាត៖



៦. ប្រតិកម្មបិទវង់តាមរយៈប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុល

ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាល់ដុលផ្តល់ជាមធ្យោបាយងាយមួយដើម្បីសំយោគម៉ូលេគុលដែលមានវង់៥ និងវង់៦ (ហើយជួនកាលវង់ធំជាងនេះ)។ ប្រតិកម្មនេះអាចធ្វើឡើងដោយប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអាលដុលអន្តរម៉ូលេគុល ដោយប្រើឌីអាល់ដេអ៊ីត សេតូអាល់ដេអ៊ីត ឬឌីសេតូនជាអង្គធាតុមេប្រតិករ។ ឧទាហរណ៍ សេតូអាល់ដេអ៊ីតខាងក្រោមធ្វើប្រតិកម្មបិទវង់បង្កើត 1-ស៊ីក្លូប៉ង់ទីលមេទីលសេតូន៖



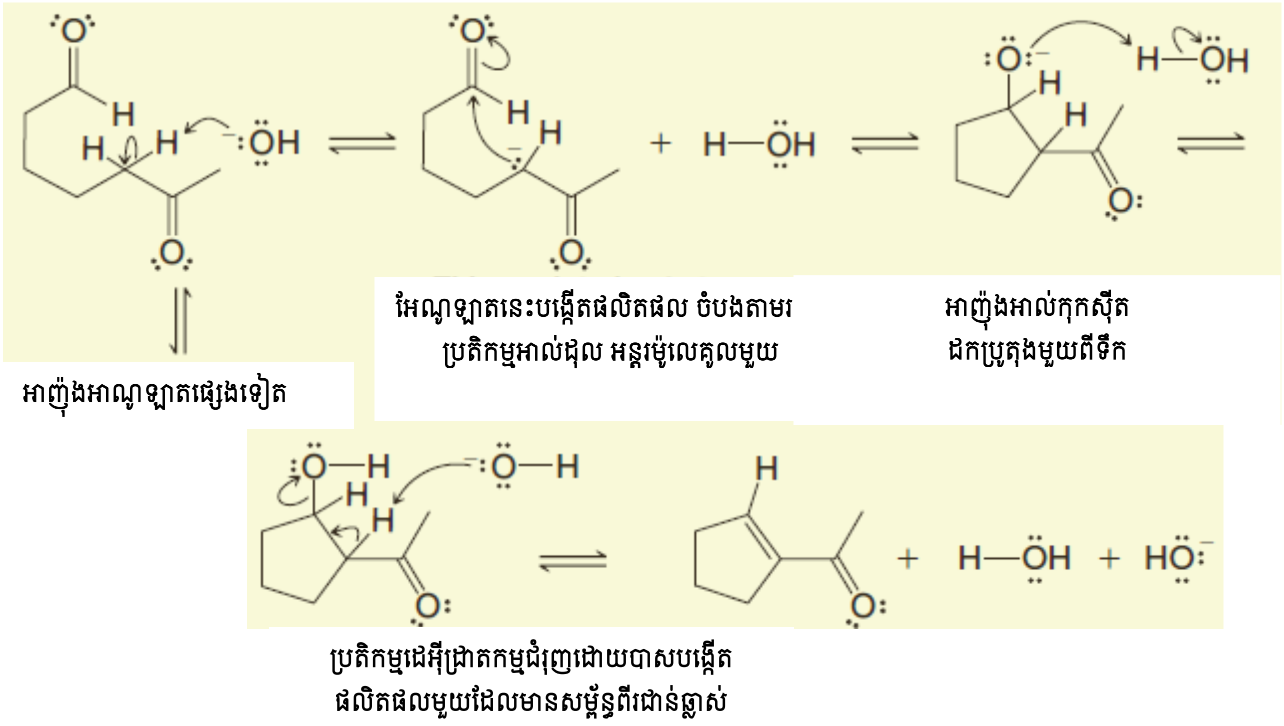
ប្រតិកម្មទាំងនេះទាក់ទងនឹងការកកើតនៃអេណូឡាតយ៉ាងហោចណាស់បី។ ប៉ុន្តែ វាជាអេណូឡាតបានពីខាងសេតូនដែលបូកលើក្រុមអាល់ដេអ៊ីត បង្កើតផលិតផល។

មូលហេតុក្រុមអាល់ដេអ៊ីតរងប្រតិកម្មដែលចង់បានអាចកើតឡើងពីប្រតិកម្មភាពខ្លាំងរបស់អាល់ដេអ៊ីតចំពោះប្រតិកម្មបូកនុយក្លេអូភីល។ អាតូមកាបូននុយក្លេអូភីលរបស់សេតូនមួយមានបន្ទុកវិជ្ជមានតិច (ដូចនេះមានប្រតិកម្មភាពទាបចំពោះនុយក្លេអូភីលមួយ) ពីព្រោះវាចងក្រុមអាល់គីលឱ្យអេឡិចត្រុងពីរ វាក៏មានរបាំងស្តេរិចច្រើនដែរ។

សេតូនមានកម្រិតអេឡិចត្រូភីលខ្សោយជាងអាល់ដេអ៊ីត ហើយមានប្រតិកម្មភាពជាមួយនុយក្លេអូភីលខ្សោយជាង ពីព្រោះសេតូនមានក្រុមអាល់គីលឱ្យអេឡិចត្រុង និងមានរបាំងស្តេរិចច្រើន

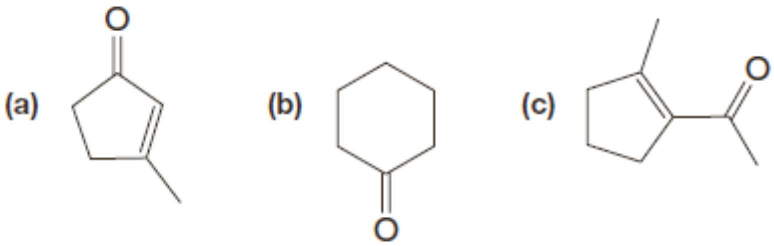
ក្នុងប្រតិកម្មប្រភេទនេះ វង់៥កកើតងាយស្រួលជាងវង់៦ ហើយវង់៦ត្រូវបានសម្របសម្រួលជាងវង់៤ ឬវង់៨ នៅពេលអាចទៅរួច។

➢ ***ចលនការប្រតិកម្មបិទវង់អាល់ដុល***



លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៦៖ សន្មត់ថាប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រាតកម្មកើតឡើង ចូរគូរទម្រង់នៃផលិតផលផ្សេងពីរទៀតដែលអាចទទួលបានពីប្រិតកម្មបិទវង់អាល់ដុលខាងលើ (ផលិតផលនេះមួយនឹងមានវង់៥ហើយមួយទៀតនឹង មានវង់៧)។

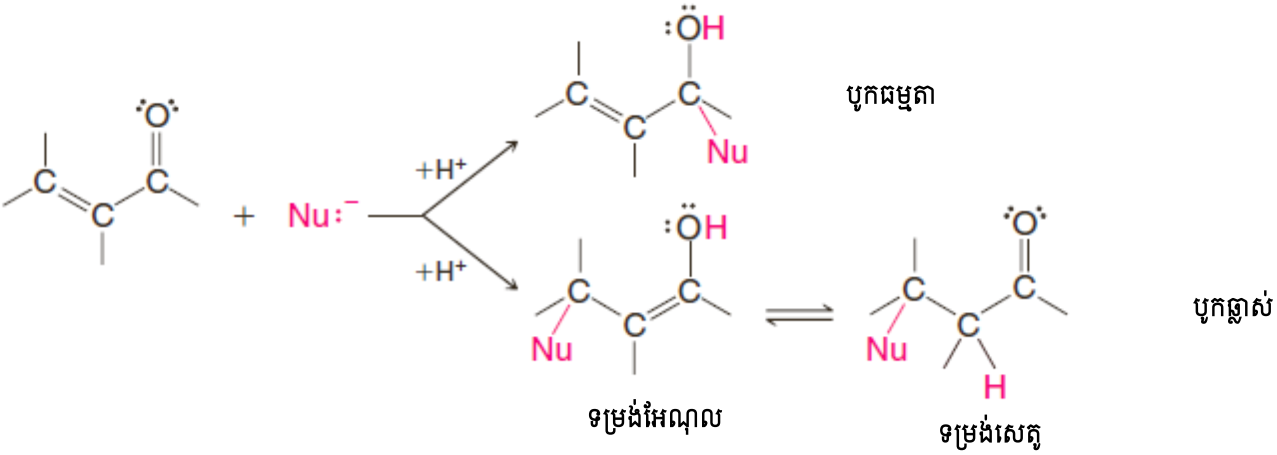
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៧៖ តើសារធាតុផ្តើមណាដែលអ្នកអាចប្រើក្នុងប្រតិកម្មបិទវង់អាល់ដុលដើម្បីទធ្វើសមាសធាតុខាងក្រោម?



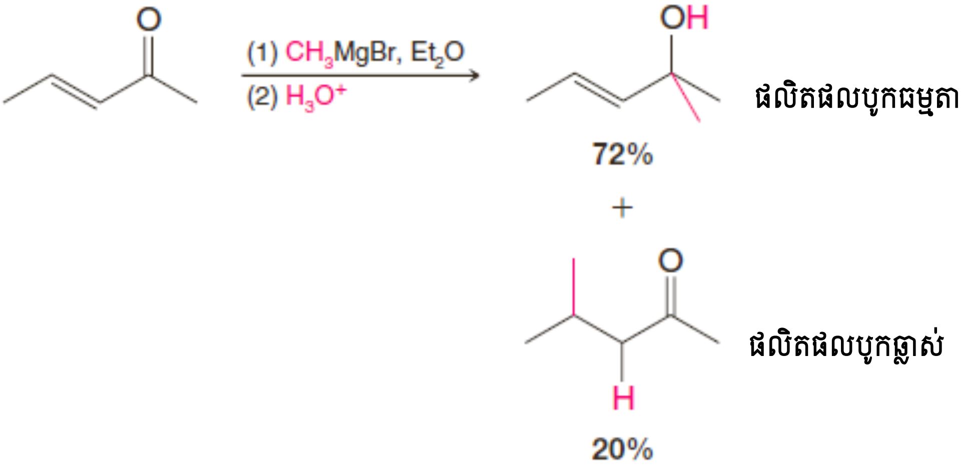
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៨៖ តើល័ក្ខខ័ណ្ឌពិសោធន៍ណាដែលសម្របសម្រួលដំណើរការបិទវង់ក្នុងប្រតិកម្មអាល់ដុលអន្តរម៉ូលេគុលលើប្រតិកម្មកុងដង់កម្មអន្តរម៉ូលេគុល?

៧. ប្រតិកម្មបូកអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនα,β-មិនឆ្អែត

នៅពេល អាល់ដេអ៊ីតα,β-មិនឆ្អែតមានប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបនុយក្លេអូភីល ពួកវាធ្វើប្រតិកម្មនេះតាមផ្លូវពីរ។ពួកវាអាចមានប្រតិកម្មដោយ**ប្រតិកម្មបូកធម្មតា** ដែលមួយជានុយក្លេអូភីលបូកលើសម្ព័ន្ធពីរជាន់របស់ក្រុមកាបូនីល ឬពួកវាអាចមានប្រតិកម្មដោយ**ប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់**។ ដំណើរកាពីរនេះដូច ប្រតិកម្មបូក-1,2 និង ប្រតិកម្មបូក-1,4 នៃឌីអែនឆ្លាស់ (ផ្នែក១៣.១០)៖

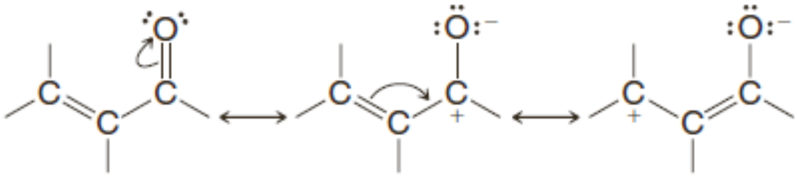


ក្នុងកាលៈទេសៈជាច្រើន របៀបនៃប្រតិកម្មបូកទាំងពីរកើតឡើងក្នុងល្បាយដូចគ្នា។ ជាឧទាហរណ៍មួយ ចូរយើងពិចារណាលើប្រតិកម្មគ្រីញ៉ាដខាងក្រោម៖

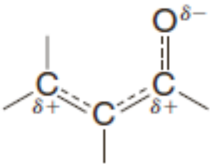


ក្នុងឧទាហរណ៍នេះ យើងឃើញថា ប្រតិកម្មបូកធម្មតាត្រូវបានសម្របសម្រួល ហើយវាជាករណីដែលប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលខ្លាំង។ ប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់ត្រូវបានសម្របសម្រួល នៅពេលគេប្រើនុយក្លេអូភីលខ្សោយជាង។

បើសិនយើងពិចារណាលើទម្រង់រេសូណង់ដែលចូលរួមបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតសរុបរបស់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន α,β-មិនឆ្អែត (មើលទម្រង់ A – C) យើងនឹងយល់កាន់តែច្បាស់អំពីប្រតិកម្មទាំងនេះ៖

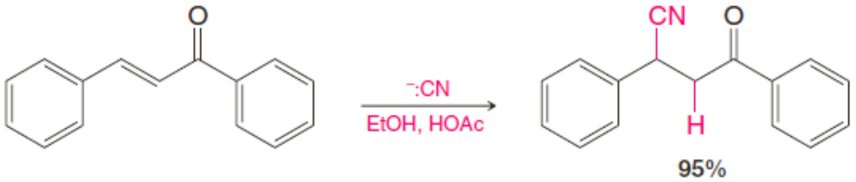


ទោះបីទម្រង់ B និង C ទាក់ទងនឹងបន្ទុក ពួកវាមានរបាយសំខាន់មួយទៅកាន់អ៊ីប្រ៊ីត ពីព្រោះក្នុងទម្រង់ នីមួយៗបន្ទុកអវិជ្ជមានស្ថិតនៅលើអុកស៊ីសែន។ ទម្រង់ B និង C ក៏បញ្ជាក់ថា *ទាំងកាបូនកាបូនីល និងកាបូនβ គួរតែមានបន្ទុកវិជ្ជមានដោយផ្នែក*។ ពួកវាបញ្ជាក់ថា យើងអាចតាងអ៊ីប្រ៊ីតដូចខាងក្រោម៖

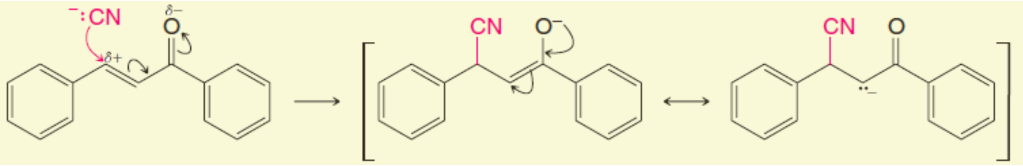


ទម្រង់នេះប្រាប់យើងថា យើងអាចរំពឹងថារ៉េអាក់ទីបនុយក្លេអូភីលប្រយុទ្ធលើទាំងកាបូនកាបូនីលផង និងកាបូនβផង។

ទោះបីជាភ្នាក់ងារនុយក្លេអូភីលទាំងអស់ដែលបូកលើកាបូនកាបូនីលនៃអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនធម្មតា អាចបូកលើកាបូនβ នៃសមាសធាតុកាបូនីលα,β-មិនឆ្អែត។ ក្នុងករណីជាច្រើន នៅពេលនុយក្លេអូភីលខ្សោយត្រូវបានប្រើ ប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់ជាប្រតិកម្មចំបង។ ចូរពិចារណាលើប្រតិកម្មបូកអ៊ីដ្រូសែនស្យានួខាងក្រោម៖

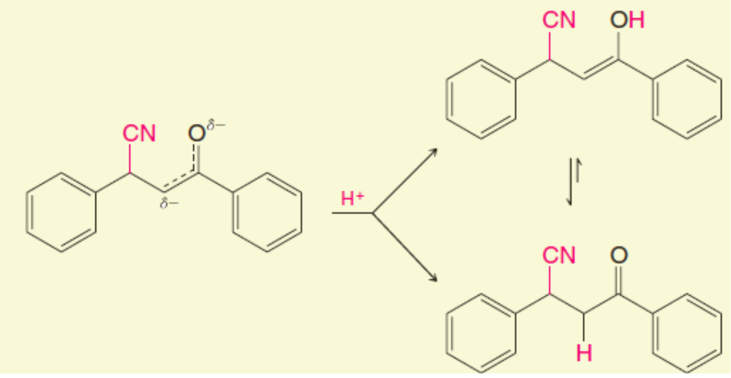


➢ *ចលនការប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់នៃ HCN*



អង្គធាតុកណ្តាលអេណូឡាត

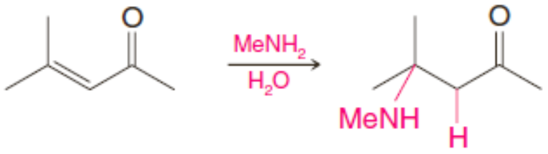
ស្យានួប្រយុទ្ធលើកាបូនβវិជ្ជមានដោយផ្នែក។ បន្ទាប់មក អង្គធាតុកណ្តាលអេណូឡាតទទួលយកប្រូតុងមួយ តាមផ្លូវទាំងពីរ៖



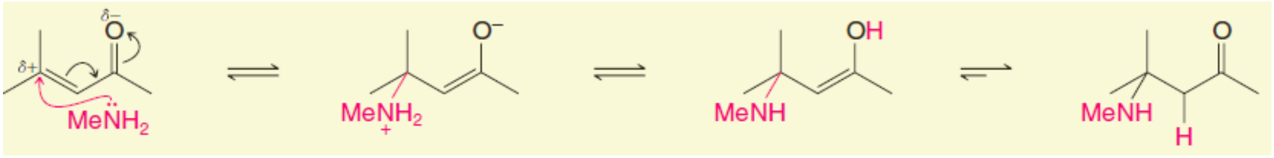
ទម្រង់អេណុល

ទម្រង់សេតូ

ឧទាហរណ៍មួយទៀតនៃប្រតិកម្មបូកប្រភេទនេះគឺ៖



➢ *ចលនការប្រតិកម្មបូកផ្លាស់នៃអាមីន*



នុយក្លេអូភីលប្រយុទ្ធលើកាបូនβវិជ្ជមានដោយផ្នែក

ក្នុងដំណាក់ខុសគ្នាពីរ ប្រូតុង មួយត្រូវបានបាត់បង់ពីអាតូម អាសូត ហើយអុកស៊ីសែនជា អ្នកទទួលយកប្រូតុងនេះ

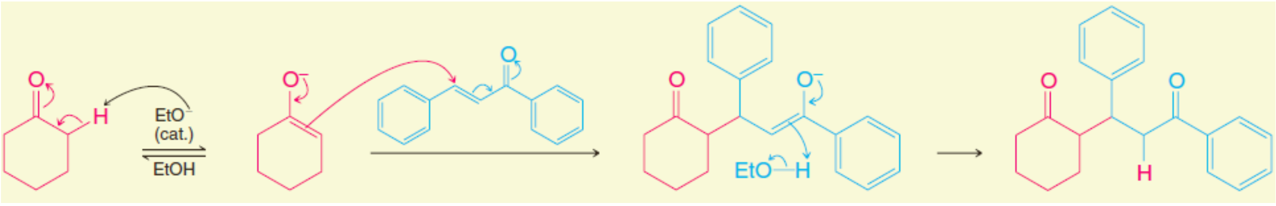
ទម្រង់អែណុល

ទម្រង់សេតូ

៧.១ ប្រតិកម្មបូកផ្លាស់នៃអែណូឡាត៖ ប្រតិកម្ម Michael

ប្រតិកម្មបូកផ្លាស់នៃអែណូឡាតលើសមាសធាតុកាបូនីលα,β-មិនឆ្អែតត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្ម Michael** (បន្ទាប់ពី Arthur Michael រកឃើញ ក្នុងឆ្នាំ១៨៨៧)។ ចលនការប្រតិកម្មបូក Michael ត្រូវបាន បង្ហាញ ខាងក្រោម។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មបូក Michael*

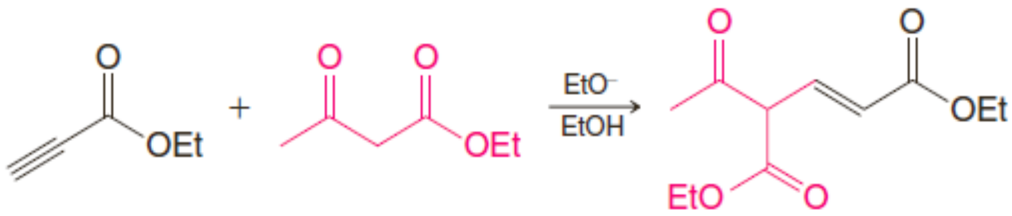


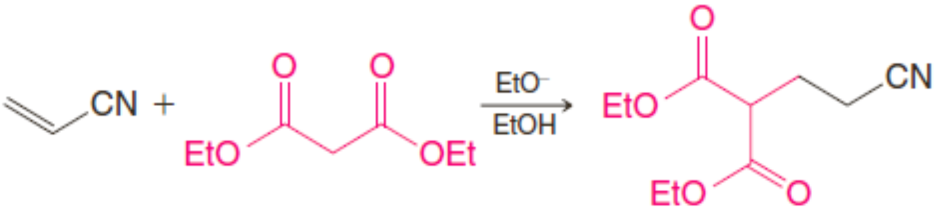
បាសមួយដកប្រូតុងα បង្កើតអែណូឡាតពីប្រតិករកាបូនីល

អែណូឡាតនេះបូកលើកាបូនβនៃ សមាសធាតុកាបូនីលα,β-មិនឆ្អែត បង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនថ្មីមួយ រវាងពួកវា។ នៅពេលសម្ព័ន្ធកកើតដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងក្នុងសមាសធាតុ α,β-មិនឆ្អែតរំកិលទៅកាន់អុកស៊ីសែនកាបូនីលបង្កើតអែណូឡាតថ្មីមួយ

ប្រូតុងកម្មលើអែណូឡាត ដែលកកើតបង្កើត ផលិតផលបូក Michael

ប្រតិកម្មបូក Michael កើតឡើងជាមួយរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀត រួមមានអេស្ទែរអាសេទីលេនិច និងនីទ្រីល α,β-មិនឆ្អែត៖





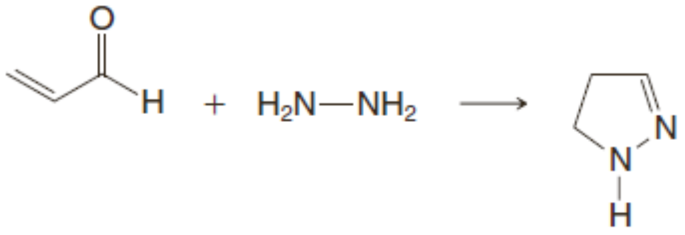
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.១៩៖ តើផលិតផលណាដែលទទួលបានពីប្រតិកម្ម Michael កាតាលីករបាសនេះ៖

a. 1,3-ឌីផេនីលប្រូ-2-អែន-1-អូន និងអាសេតូផេណូន

b. 1,3-ឌីផេនីល-2-អែន-1-អូន និងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន?

c. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មទាំងពីរ។

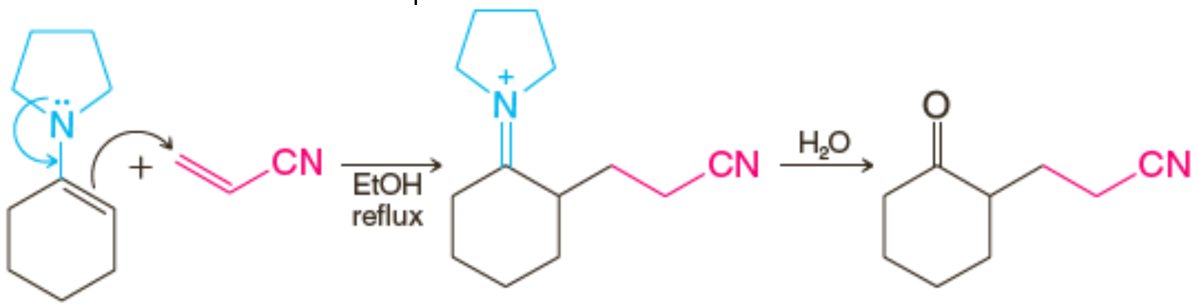
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.២០៖ នៅពេលអាក្រូលីន (ប្រូប៉ែណាល់) មានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រាស៊ីន ផលិតផលជាឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ាសុល៖



អាក្រូលីន **អ៊ីដ្រាស៊ីន** **ឌីអ៊ីដ្រូពីរ៉ាសុល**

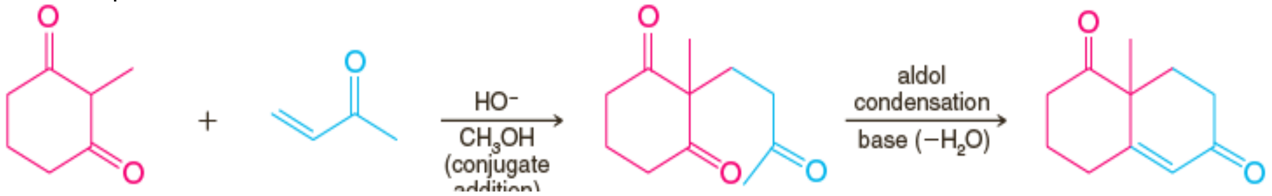
ចូរសេរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។

អែណាមីនក៏អាចត្រូវបានប្រើក្នុងប្រតិកម្ម Mihael ។ ឧទាហរណ៍៖



៧.២ ប្រតិកម្មអានុយឡាតកម្ម Robinson

ប្រតិកម្មបូក Michael អនុលោមន៍ដោយប្រតិកម្មដុងដង់កម្មអាល់ដុលធម្មតាមួយអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីភ្ជាប់វង់មួយលើវង់មួយទៀត។ ដំណើរការនេះត្រូវបានគេហៅថា *ប្រតិកម្មអានុយឡាតកម្មRobinson* (បង្កើតវង់) បន្ទាប់ពីអ្នកគីមីអង់គ្លេស Sir Robert Robinson ដែលជាអ្នករង្វាន់ណូបែលផ្នែកគីមីក្នុងឆ្នាំ ១៩៤៧ ក្នុងការស្រាវជ្រាវលើសមាសធាតុធម្មជាតិរបស់គាត់។



2-មេទីលស៊ីក្លូ-អិចសាន-1,3-ឌីអូន

មេទីលវីនីលសេតូន

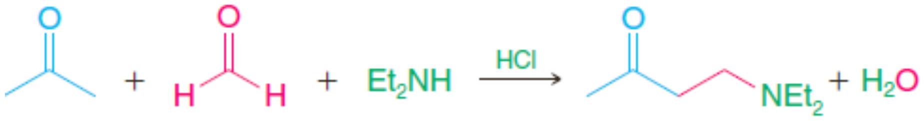
លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.២១៖

a. ស្នើចលនការប្រតិកម្មសម្រាប់ការបម្លែងនៃប្រតិកម្មអានុយឡាតកម្ម ដូចបានបង្ហាញខាងលើ។

b. តើ 2-មេទីលស៊ីក្លូអិចសាន-1,3-ឌីអូនមានភាពអាស៊ីតខ្សោយជាង ឬខ្លាំងជាងស៊ីក្លូអិចសាណូន? ចូរពន្យល់។

៨. ប្រតិកម្មMannich

សមាសធាតុដែលបង្កើតអេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីមីនពីផរម៉ាល់ដេអ៊ីត និងអាមីនថ្នាក់ទី១ ឬទី២ បង្កើតសមាសធាតុកាបូនីលβ-អាមីណូអាល់គីល ហៅថា **បាសMannich**។ ឧទាហរណ៍៖ ប្រតិកម្មនៃអាសេតូន ផរម៉ាល់ដេអ៊ីត និងឌីអេទីលអាមីន៖

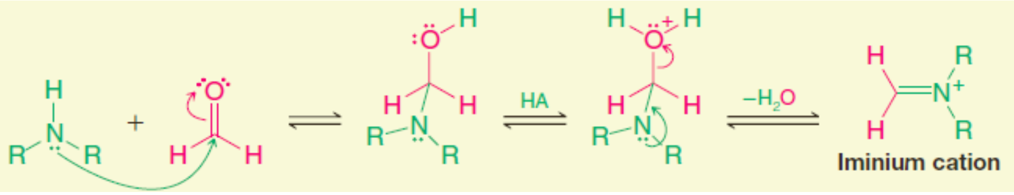


បាស Mannich

ប្រតិកម្មMannichទំនោងជាដំណើរការតាមចលនការផ្សេងៗអាស្រ័យលើអង្គធាតុប្រតិករ និងល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលបានប្រើ។ ចលនការខាងក្រោមកើតឡើងក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត។ ចូរកត់សម្គាល់ពីទិដ្ឋភាពសំខាន់ក្នុងការបង្កើតអ៊ីមីន និងប្រតិកម្មរវាងអេណុល និងក្រុមកាបូនីល។

➢ *ចលនការប្រតិកម្ម Mannich*

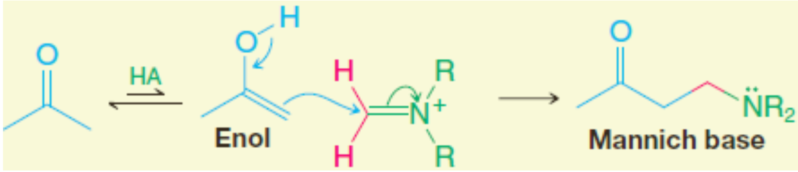
ដំណាក់កាលទី១៖



ប្រតិកម្មរវាងអាមីនថ្នាក់ទី២ជាមួយអាល់ដេអ៊ីតបង្កើតអេមីអាមីណាល់

អេមីអាមីណាល់បោះបង់ម៉ូលេគុលទឹកមួយ បង្កើតកាចុងអ៊ីមីនីញ៉ូម

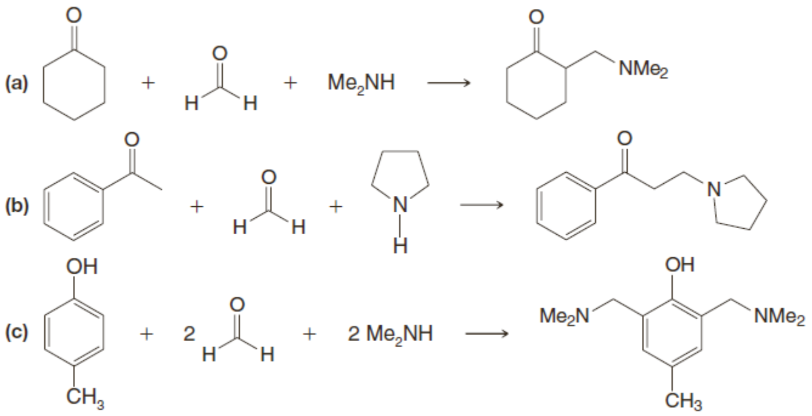
ដំណាក់កាលទី២៖



កាចុងអ៊ីមីនីញ៉ូម

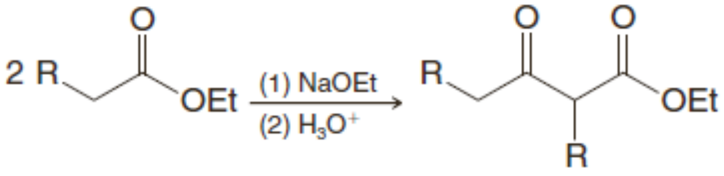
ទម្រង់អេណុលរបស់មសមាសធាតុអ៊ីដ្រូសេនសកម្មប្រតិកម្មជាមួយកាចុងអ៊ីមីនីញ៉ូមបង្កើតសមាសធាតុ β-អាមីណូកាបូនីលមួយ (បាស Mannich)

លំហាត់អនុវត្តន៍១៩.២២៖ សរសេរចលនការប្រតិកម្មដែលបង្កើតផលិតផលពីប្រតិកម្មMannichខាងក្រោម៖



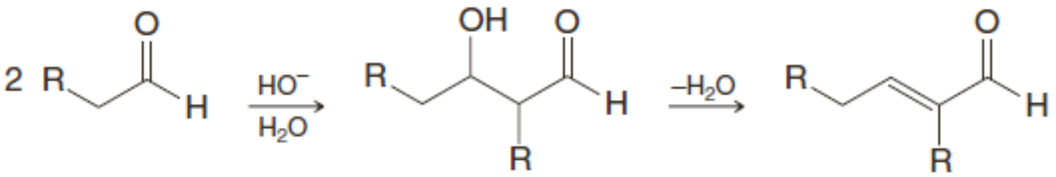
៩. សង្ខេបប្រតិកម្មសំខាន់ៗ

ក. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen (ផ្នែក១៩.២)

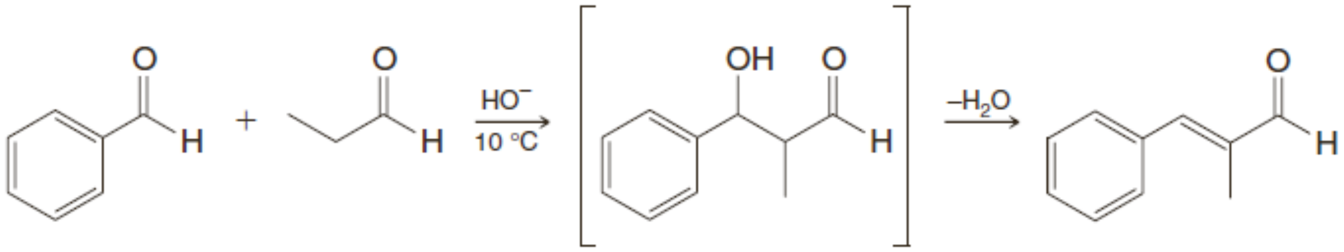


ខ. ប្រតិកម្មអាល់ដុល (ផ្នែក១៩.៤)

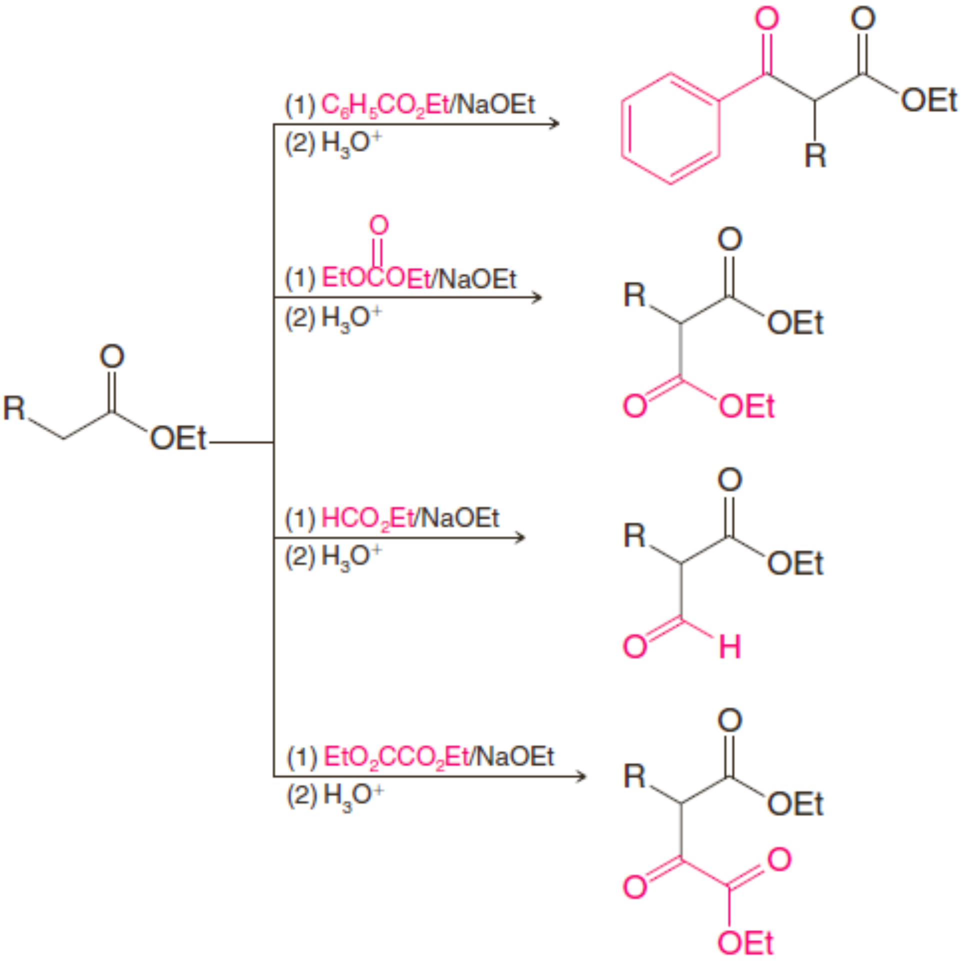
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍៖

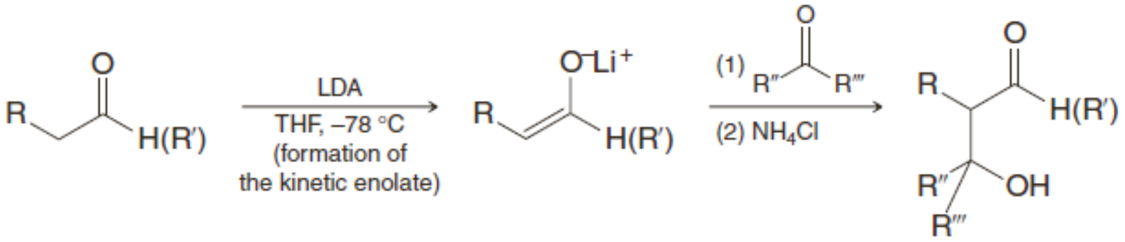


គ. ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen ខ្វែង (ផ្នែក១៩.២ខ)

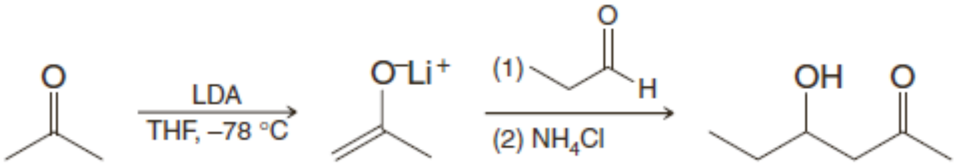


ឃ. ប្រតិកម្មអាល់ដុលផ្ទាល់តាមលីចូមអេណូឡាត (ផ្នែក១៩.៥ខ)

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

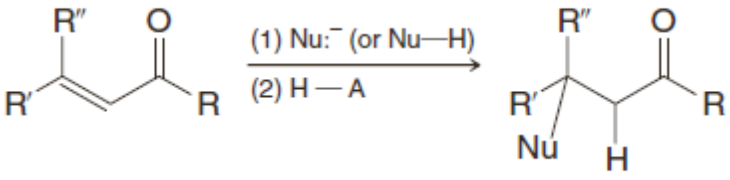


ឧទាហរណ៍៖



ង. ប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់ (ផ្នែក១៩.៧)

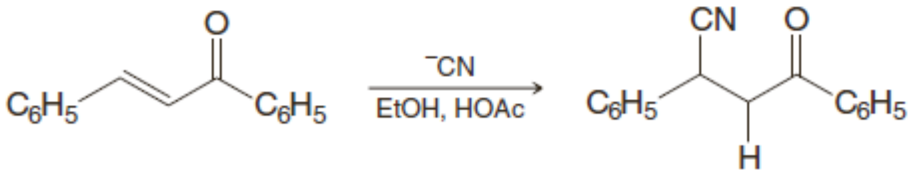
ឧទាហរណ៍ទូទៅ៖



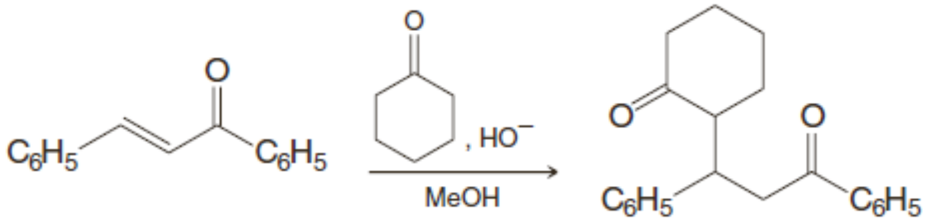
$Nu:^-$ $=CN^-$, អេណូឡាតមួយ (ប្រតិកម្មបូក Michael), R′′′MgBr

Nu – H = អាមីន 1^0 ឬ 2^0 , អេណាមីនមួយ

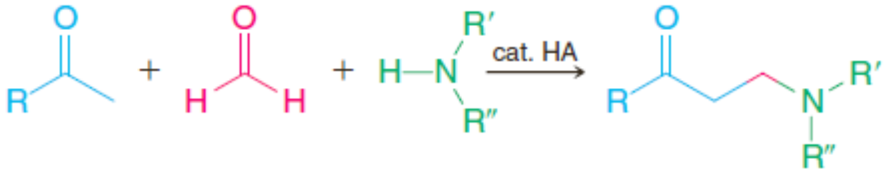
ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់៖



ឧទាហរណ៍ជាក់លាក់ (ប្រតិកម្មបូក Michael)



ច. ប្រតិកម្ម Mannich (ផ្នែក១៩.៨)



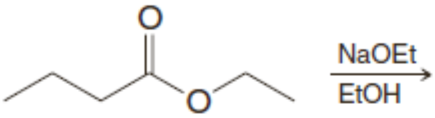
$$$$$$$$$$

លំហាត់មេរៀនទី១៩

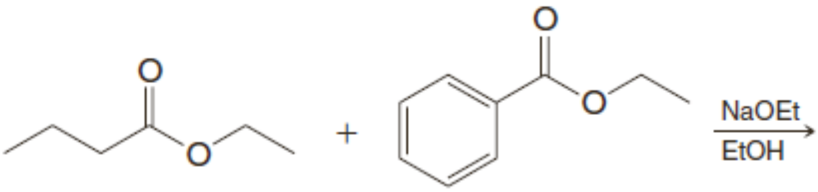
ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Claisen

១. ចូរគូរទម្រង់របស់ផលិតផលដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

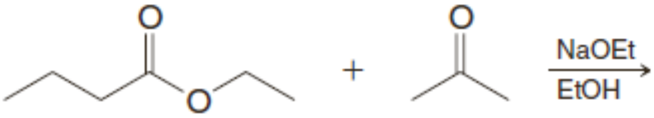
(a)



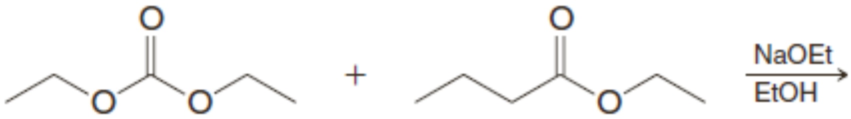
(b)



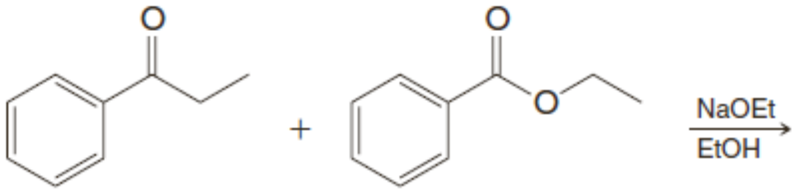
(c)



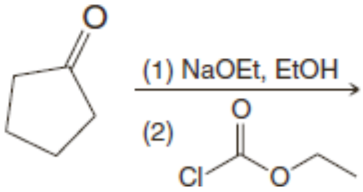
(d)



(e)

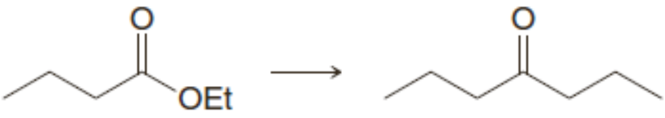


(f)

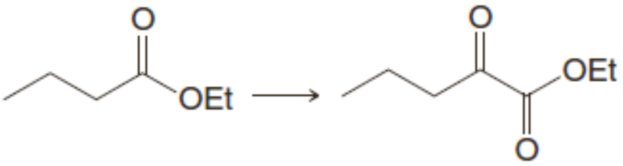


២. ចូរសរសេរជំណាក់កាលក្នុងការសំយោគខាងក្រោម។ អ្នកអាចប្រើរ៉េអាក់ទីបដែលចាំបាច់ ប៉ុន្តែអ្នកត្រូវ តែចាប់ផ្តើមពីសមាសធាតុដែលបានឱ្យខាងក្រោម៖

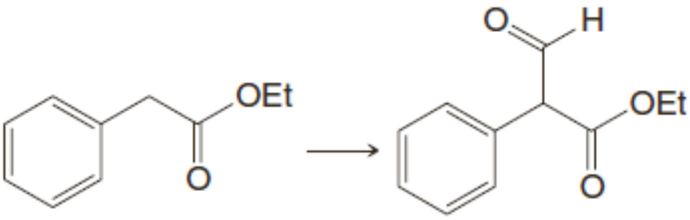
(a)



(b)

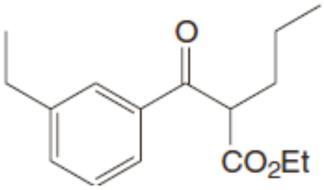


(c)

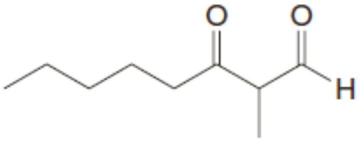


៣. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុផ្តើមដែលត្រូវការសម្រាប់សំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមដោយប្រតិកម្ម អាស៊ីលកម្មអេណូឡាតមួយ៖

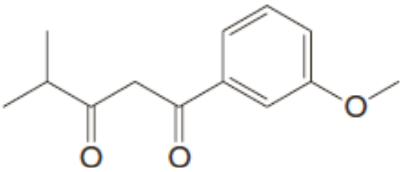
(a)



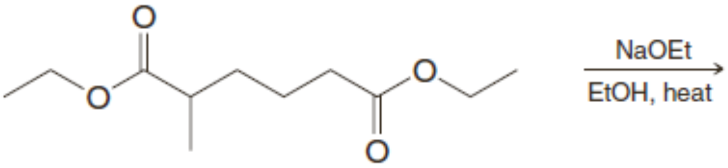
(b)



(c)

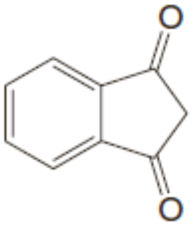


៤. ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលទាំងពីរដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann ខាងក្រោម ហើយ តើមួយណាជាផលិតផលឧត្តមភាព។

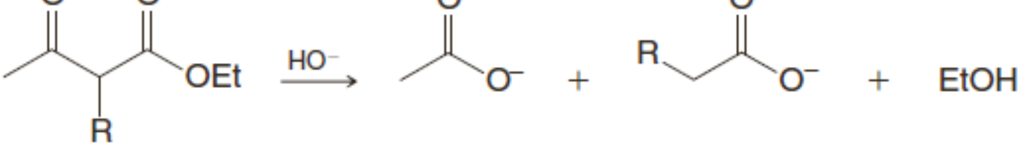


៥. នៅពេលគេធ្វើប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម Dieckmann ដោយប្រើ ឌីអេទីលស៊ូស៊ីណាត ផលិតផលដែលទទួល បានមានរូបមន្តម៉ូលេគុល $C_{12}H_{16}O_6$។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់សមាសធាតុនេះ។

៦. ចូរបង្ហាញពីរបៀបធ្វើឌីសេតូនខាងក្រោមនេះ ដោយប្រតិកម្មកុងដង់កម្មមួយ៖

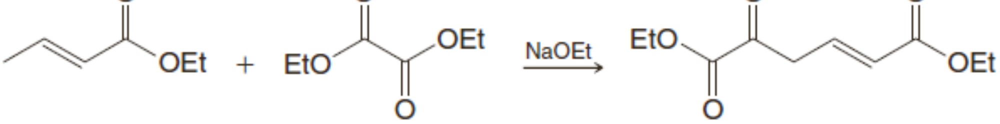


៧. ផ្ទុយពីប្រតិកម្មដែលប្រ បាសរាវ នៅពេលគេប្រើសូលុយស្យុង NaOHខាប់ អេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចរង ប្រតិកម្មបណ្តាច់ដូចខាងក្រោម៖



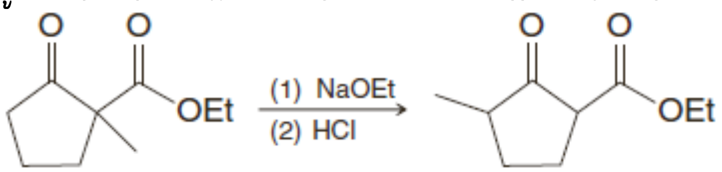
ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។

៨. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



អេទីលក្រូតូណាត **ឌីអេទីលអុកសាឡាត**

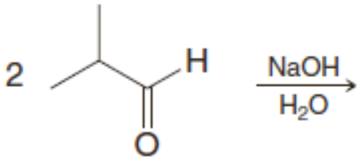
៩. ក្រោមវត្តមានសូដ្យូមអេតុកស៊ីត បម្លែងខាងក្រោមអាចកើតឡើង។ ចូរពន្យល់។



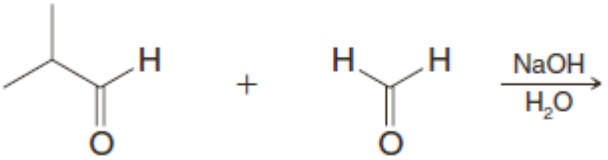
ប្រតិកម្មអាល់ដុល

១០. ចូរឱ្យផលិតផលពីប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

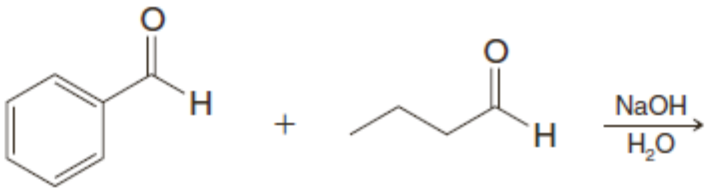
(a)



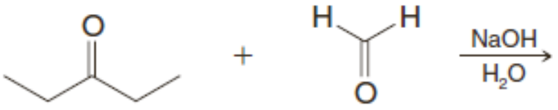
(b)



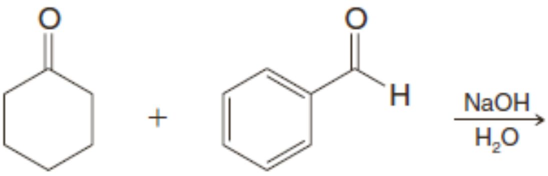
(c)



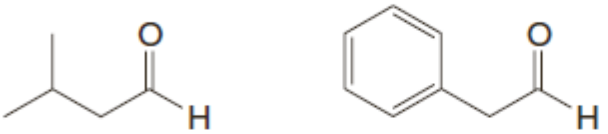
(d)



(e)

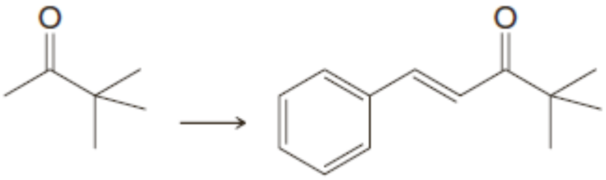


១១. តើអាល់ដេអ៊ីតβ-អ៊ីដ្រុកស៊ីដណាដែលកកើតពីប្រតិកម្មអាល់ដុលខ្វែងរវាងសមាសធាតុខាងក្រោម?

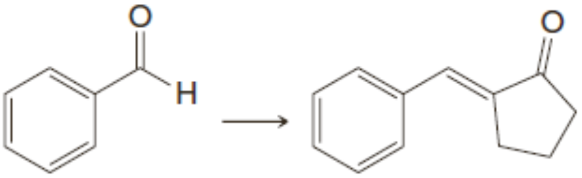


១២. ចូរបង្ហាញថាតើការបម្លែងនីមួយៗខាងក្រោមអាចសម្រេចបានដូចម្ដេច? អ្នកអាចប្រើរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀត។

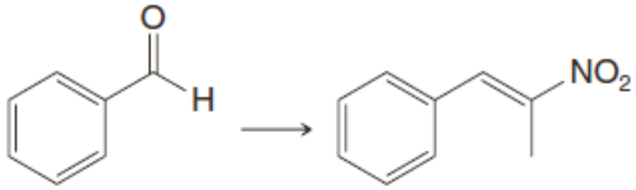
(a)



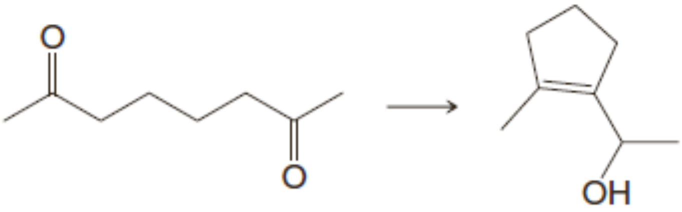
(b)



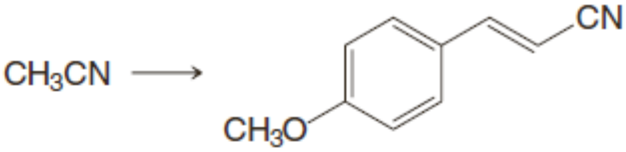
(c)



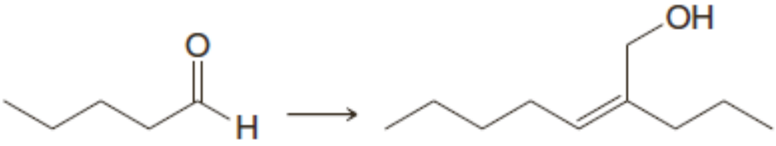
(d)



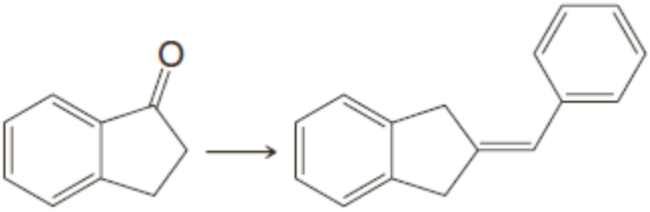
(e)



(f)

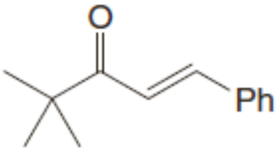


(g)

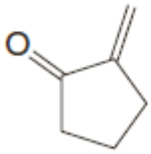


១៣. តើសារធាតុផ្តើមណាខ្លះដែលត្រូវការសម្រាប់សំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមដោយប្រតិកម្ម អាល់ដុល?

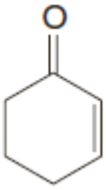
(a)



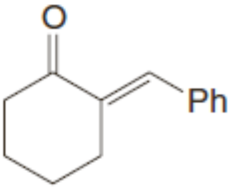
(b)



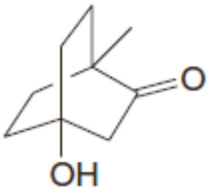
(c)



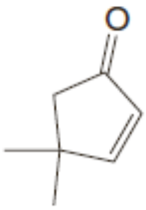
(e)



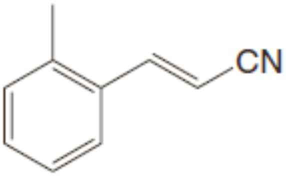
(g)



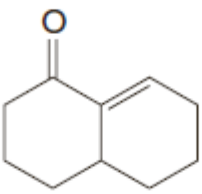
(d)



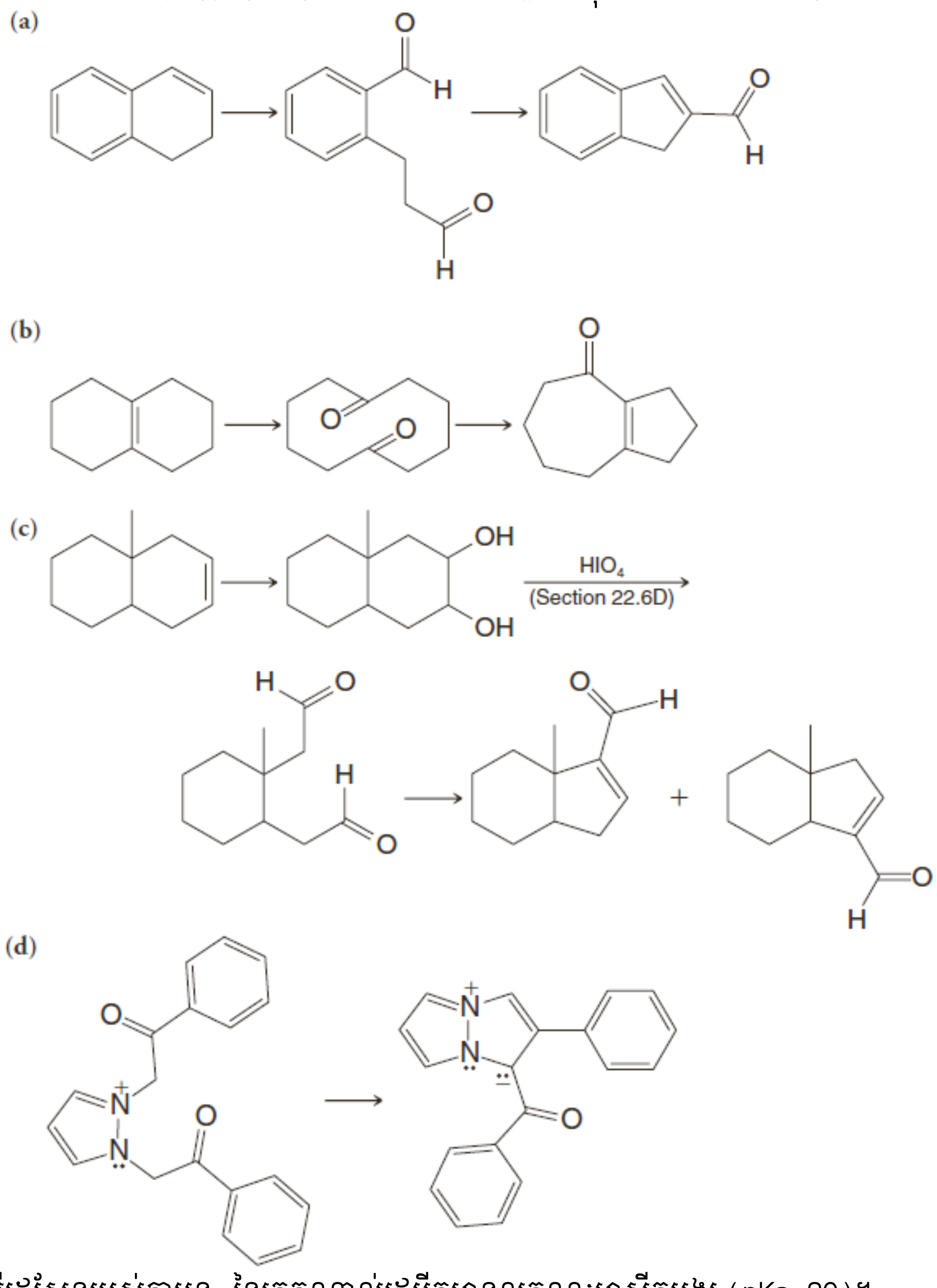
(f)



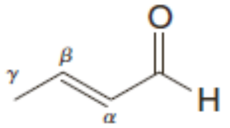
(h)



១៤. តើរ៉េអាក់ទីបណាដែលអ្នកត្រូវប្រើសម្រាប់ដំណាក់កាលនីមួយៗក្នុងការសំយោគខាងក្រោម?



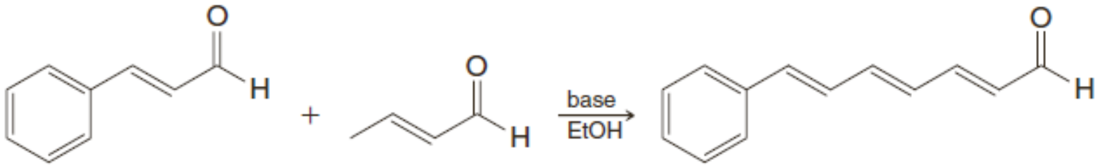
១៥. អាតូមអ៊ីដ្រូសែនរបស់កាបូនγ នៃក្រូតូណាល់ដេអ៊ីតមានលក្ខណៈអាស៊ីតបង្គួរ (pKa=20)។



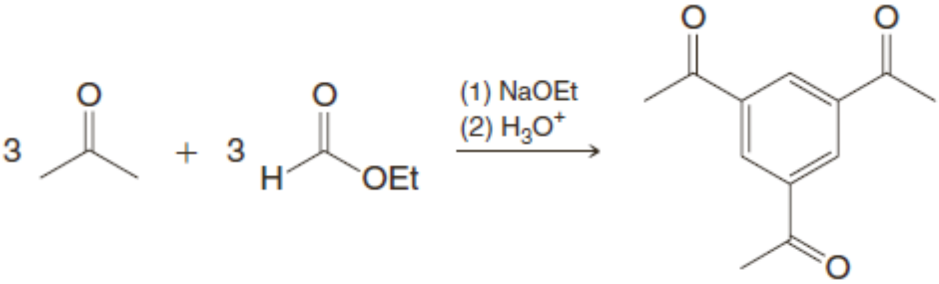
ក្រូតូណាល់ដេអ៊ីត

a. ចូរសរសេរទម្រង់រេសូណង់ដែលពន្យល់អំពីមូលហេតុ។

b. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

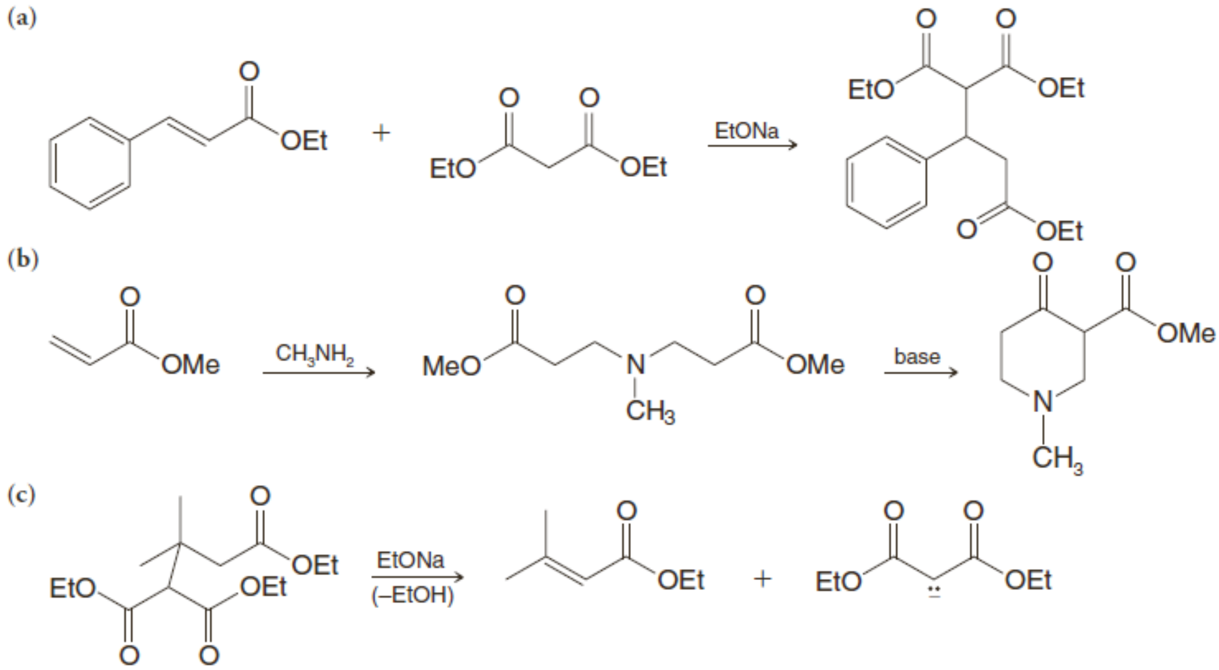


១៦. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

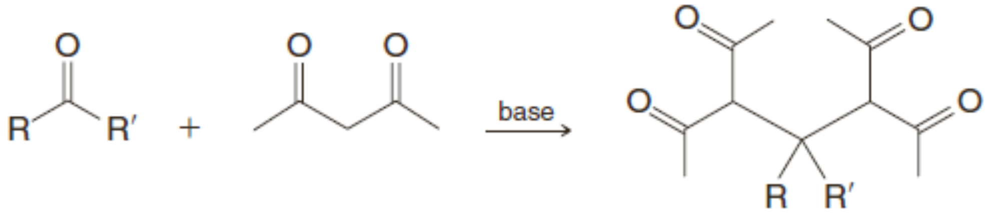


ប្រតិកម្មបូកឆ្លាស់

១៧. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

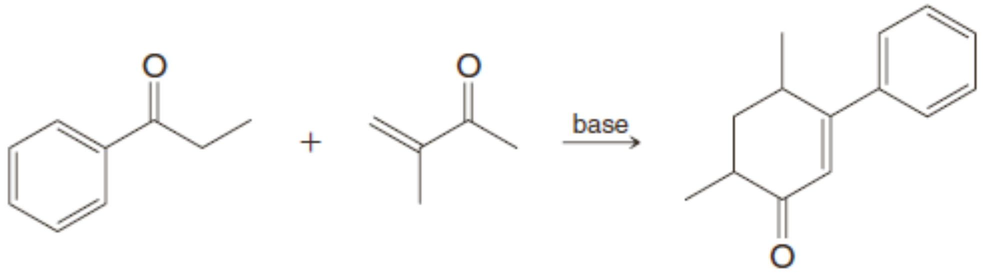


១៨. ប្រតិកម្មក្នុងដង់កម្មដែលសមាសធាតុអ៊ីដ្រូសែនសកម្មជាអេស្ទែរβ-សេតូ ឬβ-ឌីសេតូន តែងតែបង្កើតផលិតផលដែលបានមកពីម៉ូលេគុលអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនមួយ និងម៉ូលេគុលសកម្មមេទីឡែនពីរ។ ឧទាហរណ៍៖



ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មបង្កើតផលិតផលទាំងនេះ។

១៩. ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាប្រតិកម្មអានុយឡាតកម្ម Robinson។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។



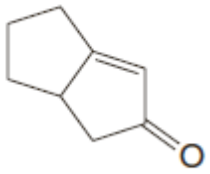
២០. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុវង់ដែលទទួលបាន បន្ទាប់ពីប្រតិកម្មបូក Michael នៃ 1 និង 2 ក្រោមវត្តមានសូដ្យូមអេតុកស៊ីត។

1 2

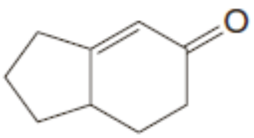
លំហាត់ទូទៅ

២១. ចូរសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម ដោយចាប់ផ្ដើមពីស៊ីក្លូប៉ង់តាណូន៖

(a)

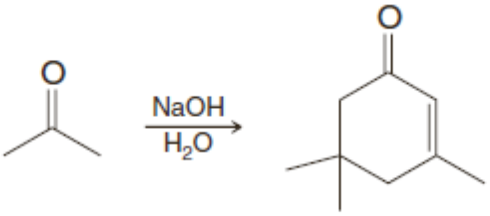


(b)



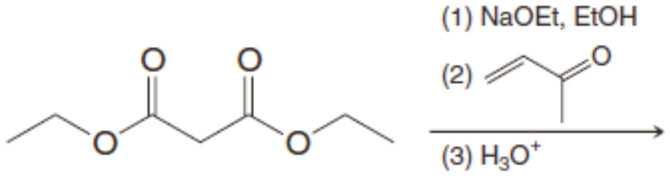
២២. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

3

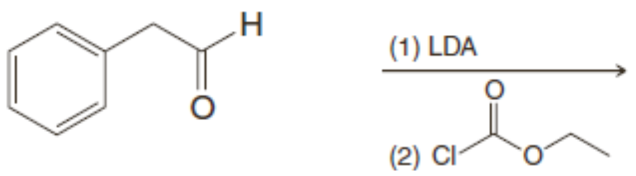


២៣. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

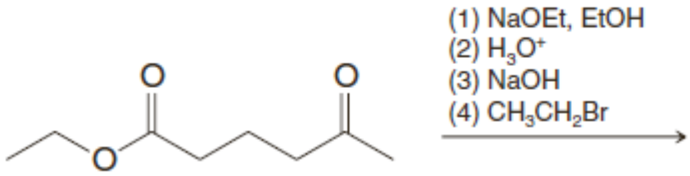
(a)



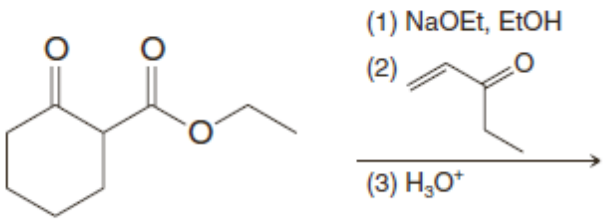
(b)



(c)

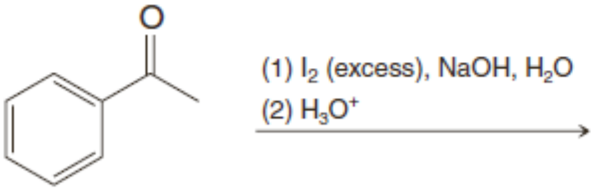


(d)

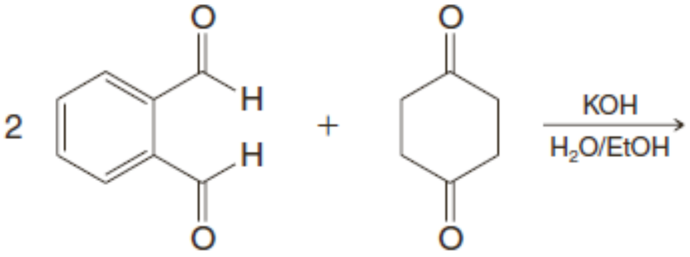


២៤. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

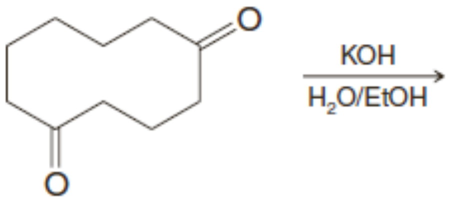
(a)



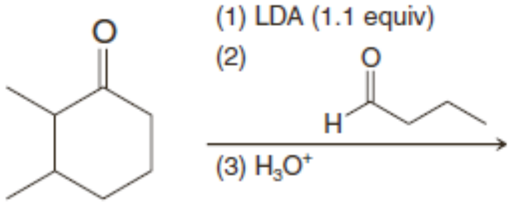
(b)



(c)



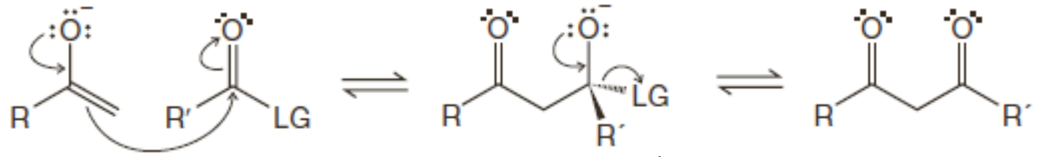
(d)



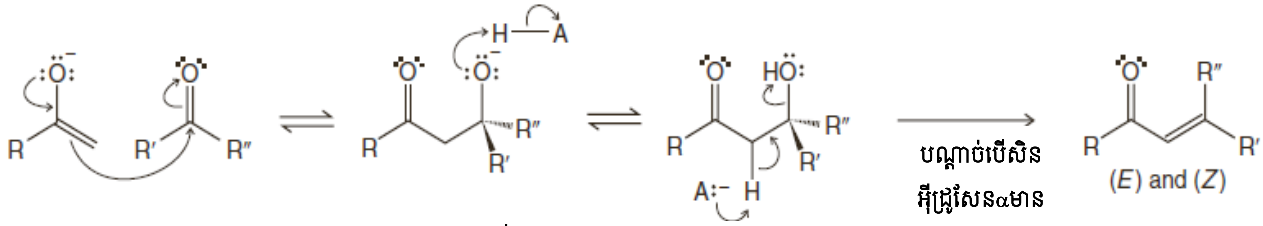
&&&&&&&&&

សទ្ខបចលនការប្រតិកម្ម

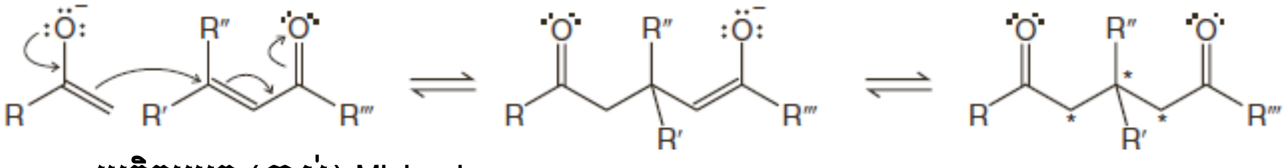
ប្រតិកម្មអេណូឡាតជាមួយអេឡិចត្រូភីលកាបូនីល



អាស៊ីលកម្ម (បូក-បណ្ដាច់) ឧទាហរណ៍៖ ប្រតិកម្មកុងដង់កម្មនៅពេលLG=OR



ប្រតិកម្មអាល់ដុល (បូក និងកុងដង់កម្ម)

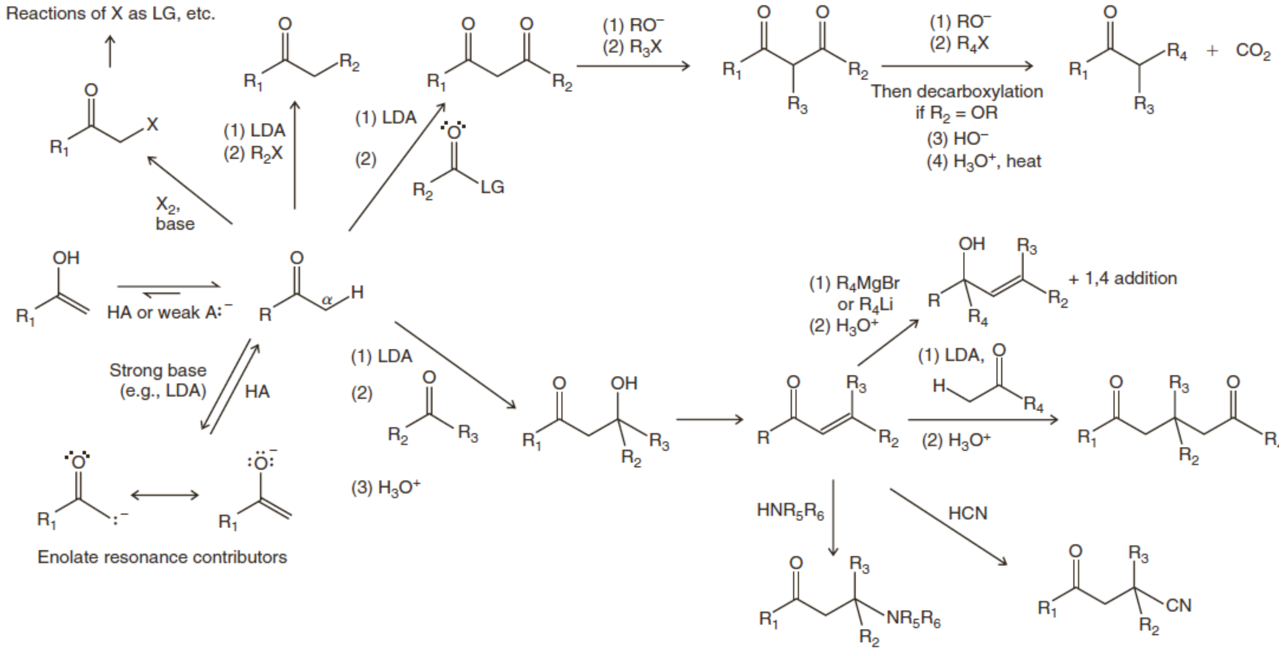


ប្រតិកម្មបូក (ផ្លាស់) Michael

ខ្សែសំយោគ

ខ្សែសំយោគទាំងទងនឹងអេណូឡាត

- ការកកើតអេណូឡាត
- តូតូមែរកម្មសេតូ-អេណុល
- អាឡូសែនកម្ម
- អាល់គីលកម្ម
- អាស៊ីលកម្ម



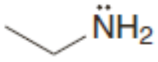
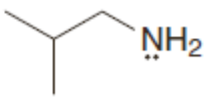
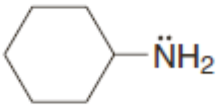
មេរៀនទី២០

អាមីន

១. ការហៅឈ្មោះ

គេតែងហៅឈ្មោះអាមីនថ្នាក់ទី១ជា***អាល់គីលអាមីន***។ គេហៅឈ្មោះជាប្រព័ន្ធនៃអាមីនដោយបន្ថែមមជ្ឈិមបទ-***អាមីន*** លើឈ្មោះនៃប្រព័ន្ធខ្សែ ឬវង់ដែលចងជាមួយក្រុម NH_2។ អាមីនត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ជាអាមីន 1^0 អាមីន2^0 ឬអាមីន3^0 លើមូលដ្ឋាននៃក្រុមសរីរាង្គដែលចងជាមួយអាសូត។

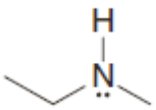
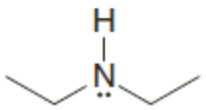
អាមីនថ្នាក់ទី១

$CH_3\ddot{N}H_2$   

មេទីលអាមីន (មេតានអាមីន) | **អេទីលអាមីន** (អេតានអាមីន) | **អ៊ីសូប៊ុយទីលអាមីន** (2-មេទីល-1-ប្រូប៉ានអាមីន) | **ស៊ីក្លូអិចស៊ីលអាមីន** (ស៊ីក្លូអិចសានអាមីន)

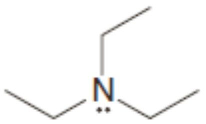
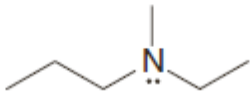
អាមីនថ្នាក់ទី២ និងទី៣ត្រូវបានគេហៅតាមមធ្យោបាយទូទៅដូចគ្នា។ ក្នុងការហៅឈ្មោះ យើងហៅក្រុមសរីរាង្គនីមួយៗ បើសិនពួកវាខុសគ្នា ឬប្រើបុព្វបទ ឌី ឬ ទ្រី បើសិនពួកវាដូចគ្នា។ ក្នុងការហៅឈ្មោះជាប្រព័ន្ធ យើងប្រើអក្សរ N ដើម្បីសម្គាល់ទីតាំងក្រុមចងជាមួយអាតូមអាសូត។

អាមីនថ្នាក់ទី២៖

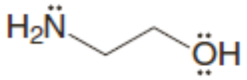
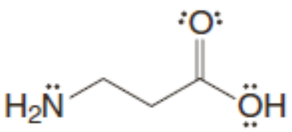
ទ្រីអាទីលអាមីន (N,-មេទីលអាមីន) | **អេទីលមេទីលប្រូពីលអាមីន** (N-អេទីលអេតាណាមីន)

អាមីនថ្នាក់ទី៣៖

ទ្រីអេទីលអាមីន (N,N- ឌីអេទីលអេតាណាមីន) | **អេទីលមេទីលប្រូពីលអាមីន** (N-អេទីល-N-មេទីល-1-ប្រូប៉ាណាមីន)

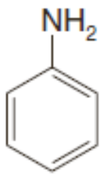
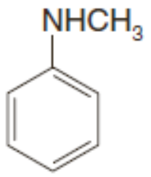
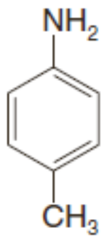
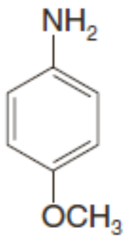
ក្នុងប្រព័ន្ធIUPAC ក្រុមជួស-NH_2ត្រូវបានគេហៅថា ក្រុម*អាមីណូ*។ យើងតែងតែប្រើប្រព័ន្ធនេះសម្រាប់ ហៅឈ្មោះអាមីនដែលមានក្រុម OH ឬក្រុមCO_2Hមួយ៖

2-អាមីណូអេតាណុល | អាស៊ីត 3-អាមីណូប្រូប៉ាណូអ៊ិច

១.១ អារីលអាមីន

អារីលអាមីនសំខាន់មានឈ្មោះដូចខាងក្រោម៖

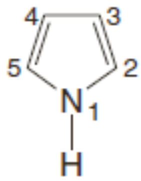
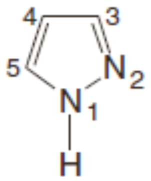
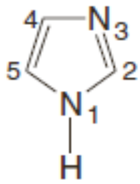
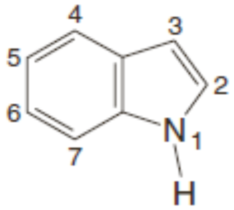
   

អានីលីន　N-មេទីលអានីលីន　p-តូលុយឌីន　p-អានីស៊ីឌីន

(បង់សែនអាមីន)　(N-មេទីល-បង់សែន)　(4-មេទីល-បង់សែនអាមីន)　(4-មេតុកស៊ី-បង់សែនអាមីន)

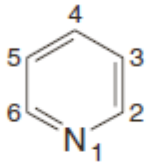
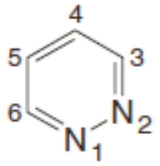
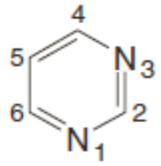
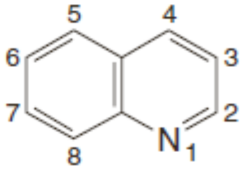
១.២ អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច

អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចសំខាន់ៗទាំងអស់មានឈ្មោះធម្មតា។ ក្នុងការហៅឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធបុព្វបទ *អាសា-* *ឌីអាសា-* និង *-ទ្រីអាសា* ត្រូវបានគេប្រើដើម្បីកំណត់ថា អាតូមអាសូតត្រូវបានជំនួសអាតូមកាបូនក្នុងអ៊ីដ្រូកាបួដែលត្រូវគ្នា។ អាតូមអាសូតមួយក្នុងវង់ (ឬអេតេរ៉ូអាតូមម៉ាសអាតូមធំជាងគេ ដូចជាក្នុងករណីត្យាសុល) ត្រូវបានបង់លេខ1 ហើយត្រូវបង់លេខបន្តយ៉ាងណាឱ្យអេតេរ៉ូអាតូមទាំងអស់មានលេខសរុបតូច បំផុត។

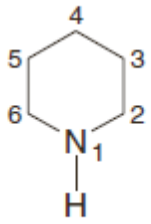
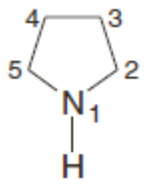
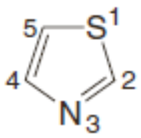
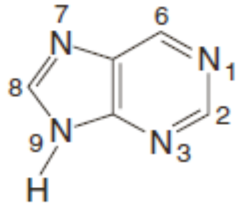
ពីរ៉ុល　ពីរ៉ាសុល　អ៊ីមីដាសុល　អ៊ិនដុល

(1-អាសាស៊ីក្លូបង់តាន-2,4-ឌីអែន)　(1,2-ឌីអាសាស៊ីក្លូប៉ង់តា-2,4-ឌីអែន)　(1,3-ឌីអាសាស៊ីក្លូប៉ង់តា-2,4-ឌីអែន)　(1-អាសាអ៊ិនដេន)

ពីរីឌីន　ពីរីឌីដាស៊ីន　ពីរីមីឌីន　គីណូលីន

(អាសាបង់សែន)　(1,2-ឌីអាសាបង់សែន)　(1,3-ឌីអាសាបង់សែន)　(1-អាសាណាផ្តាឡែន)

ពីពេរីឌីន　ពីរ៉ូលីឌីន　ត្យាសុល　ពូរីន

(អាសាស៊ីក្លូអិចសាន)　(អាសាស៊ីក្លូប៉ង់តាន)　(1-ត្យា-3-អាសាស៊ីក្លូប៉ង់តា-2,4-ឌីអែន)

២. លក្ខណៈរូប និងទម្រង់របស់អាមីន

២.១ លក្ខណៈរូប

អាមីនជាសមាសធាតុប៉ូលែបង្គរ ពួកវាមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់កានដែលត្រូវគ្នា ប៉ុន្តែទាបជាងអាល់កុលមានម៉ាសម៉ូលេគុលប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ ម៉ូលេគុលអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធ

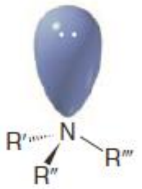
អ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយគ្នា និងទឹក។ ម៉ូលេគុលអាមីនថ្នាក់ទី៣មិនអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនទៅវិញទៅមកទេ ប៉ុន្តែពួកវាអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយម៉ូលេគុលទឹក ឬធាតុរំលាយអ៊ីដ្រុកស៊ីល។ ដូចនេះ អាមីនតែងតែពុះនៅសីតុណ្ហភាពទាបជាងអាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលប្រហាក់ប្រហែលគ្នា ប៉ុន្តែអាមីនម៉ាសម៉ូលេគុលទាបរលាយក្នុងទឹកល្អណាស់។ តារាង២០.១ បង្ហាញលក្ខណៈរូបរបស់អាមីនសំខាន់មួយចំនួន។

តារាង ២០.១ លក្ខណៈរូបរបស់អាមីន

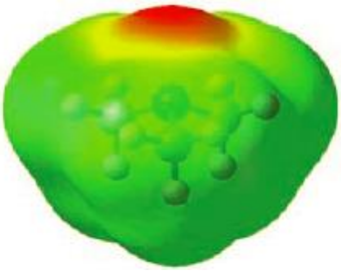
ឈ្មោះ	ទម្រង់	mp (°C)	Bp(°C)	កម្រិតរលាយ (25°C) (g 100mL^{-1})	pKa (អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម)
អាមីនថ្នាក់ទី១					
មេទីលអាមីន	CH_3NH_2	-94	-6	រលាយខ្លាំង	10.64
អេទីលអាមីន	$CH_3CH_2NH_2$	-81	17	រលាយខ្លាំង	10.75
អ៊ីសូប្រូពីលអាមីន	$(CH_3)_2CHNH_2$	-101	33	រលាយខ្លាំង	10.73
ស៊ីក្លូអិចស៊ីលអាមីន	ស៊ីក្លូ-$C_6H_{11}NH_2$	-18	134	រលាយតិច	10.64
បង់ស៊ីលអាមីន	$C_6H_5CH_2NH_2$	10	185	រលាយតិច	9.30
អានីលីន	$C_6H_5NH_2$	-6	184	3.7	4.58
4-មេទីលអានីលីន	4-$CH_3C_6H_4NH_2$	44	200	រលាយតិច	5.08
4-នីត្រូអានីលីន	4-$NO_2C_6H_4NH_2$	148	332	មិនរលាយ	1.00
អាមីនថ្នាក់ទី២					
ឌីមេទីលអាមីន	$(CH_3)_2NH$	-92	7	រលាយខ្លាំង	10.72
ឌីអេទីលអាមីន	$(CH_3CH_2)_2NH$	-48	56	រលាយខ្លាំង	10.98
ឌីផេនីលអាមីន	$(C_6H_5)_2NH$	53	302	មិនរលាយ	0.80
អាមីនថ្នាក់ទី៣					
ទ្រីមេទីលអាមីន	$(CH_3)_2NH$	-117	3	រលាយខ្លាំង	9.70
ទ្រីអេទីលអាមីន	$(CH_3CH_2)_3NH$	-115	90	14	10.76
N,N-ឌីមេទីលអានីលីន	$C_6H_5N(CH_3)_2$	3	194	រលាយតិច	5.06

២.២ ទម្រង់អាមីន

អាតូមអាសូតរបស់អាមីនទាំងអស់ដូចអាតូមអាសូតរបស់អាម៉ូញាក់ដែរ វាជាអាតូមអ៊ីប្រ៊ីតsp^3។ ក្រុមអាល់គីលបី (ឬអាតូមអ៊ីដ្រូសែន) ស្ថិតនភលើជ្រុងរបស់ចតុមុខ អរប៊ីតាល់sp^3 ដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីត្រូវបានរុញទៅជ្រុងផ្សេងទៀត។ យើងបរិយាយទម្រង់អាមីនដោយទីតាំងរបស់អាតូមជាពីរ៉ាមីតត្រីកោណ។ ប៉ុន្តែ បើសិនជាយើងចាត់ទុកទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីជាក្រុមមួយ យើងអាចបរិយាយធរណីមាត្ររបស់អាមីនជាចតុមុខ។ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចសម្រាប់ផ្ទៃ van der Waals របស់ទ្រីមេទីលអាមីនបញ្ជាក់ពីទីតាំងរបស់បន្ទុកអវិជ្ជមានដែលអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅលើអាសូត៖



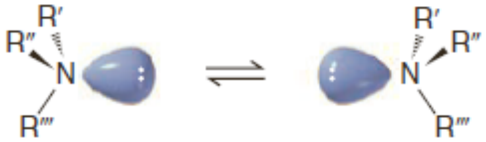
ទម្រង់អាមីនមួយ



ទម្រង់ទ្រីមេទីលអាមីនគណនាមួយ។ គំរូប៉ូតង់ស្សែលអេឡិចត្រូស្តាទិចបង្ហាញបន្ទុកលើអាសូតមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរី

មុំសម្ព័ន្ធរបស់វាមានតម្លៃស្រដៀងគ្នានឹងទម្រង់ចតុមុខ វាមានតម្លៃកៀកទៅនឹង 109.5^0។ ឧទាហរណ៍ មុំសម្ព័ន្ធរបស់ទ្រីមេទីលអាមីន108^0។

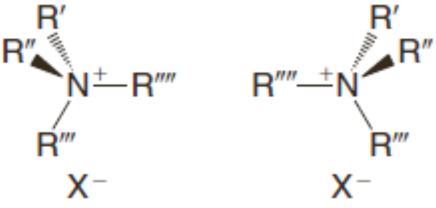
បើសិនក្រុមអាល់គីលរបស់អាមីនថ្នាក់ទី៣ខុសគ្នាទាំងអស់ អាមីនអាចជាម៉ូលេគុលគីរ៉ាល់។ មានទម្រង់អេណង់ត្យូមែរពីររបស់អាមីនថ្នាក់ទី៣ ហើយតាមទ្រឹស្តី យើងគួរតែអាចញែកអេណង់ត្យូមែរទាំងនេះ។ ប៉ុន្តែតាមការអនុវត្តន៍ ការញែកនេះមិនអាចធ្វើបានទេ ពីព្រោះអេណង់ត្យូមែរទាំងពីរបម្លែងទៅវិញទៅមកយ៉ាងរហ័ស៖



ការបម្លែងទៅវិញទៅមកនៃអេណង់ត្យូមែរអាមីន

ការបម្លែងនេះកើតឡើងតាមរយៈការបម្លែង ដែលគេហៅថា**ការបម្លែងអាសូត** (nitrogen inversion) ឬ **ការបម្លែងពីរ៉ាមីត** (pyramidal inversion)។ របាំងថាមពលនៃការបម្លែងទៅវិញទៅមកនេះគឺប្រហែល $25kJmol^{-1}$ សម្រាប់ស្ទើរគ្រប់អាមីនទាំងអស់ ដែលជារបាំងថាមពលទាបគ្រប់គ្រាន់អាចកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់។ ក្នុងអន្តរភាពនៃការបម្លែងនេះ អាតូមអាសូតកលាយជាអាតូមអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីនៅលើអរប៊ីតាល់pមួយ។

អំបិលអាម៉ូញ៉ូមមិនអាចរងការបម្លែងនេះទេ ពីព្រោះពួកវាមិនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីនេះទេ។ ដូចនេះ **អំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣** (quaternary ammonium salts) ដែលមានក្រុមបួនខុសគ្នាជាសមាសធាតុគីរ៉ាល់ ហើយត្រូវបានញែកជាអេណង់ត្យូមែរខុសគ្នា។



គេអាចញែកអំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣ទាំងនេះ

៣. ភាពបាសរបស់អាមីន៖ អំបិលអាមីន

- អាមីនជាបាសខ្សោយណាស់។ ស្ទើរគ្រប់អាមីនទាំងអស់ជាបាសខ្លាំងជាងទឹក ប៉ុន្តែខ្សោយជាងបាសអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត អាល់កុកស៊ីត និងអាញ៉ុងអាល់កានខ្លាំងណាស់។

វិធីងាយក្នុងការប្រៀបធៀបកម្លាំងបាសរបស់អាមីន គឺត្រូវប្រៀបធៀបតម្លៃpKa របស់អាស៊ីតឆ្លាស់ពួកវា ដែលជាអ៊ីយ៉ុងអាល់គីលអាម៉ូញ៉ូមត្រូវគ្នា។

$$R\overset{+}{N}H_3 + H_2O \rightleftharpoons RNH_2 + H_3O^+$$

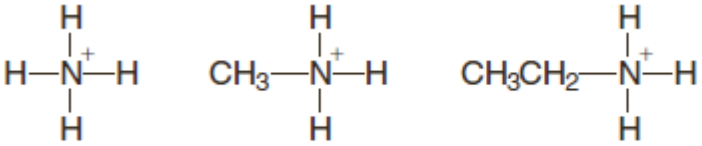
$$K_a = \frac{[RNH_2][H_3O^+]}{[RNH_3^+]}$$

$$pK_a = -\log K_a$$

លំនឹងរបស់អាមីនដែលមានកម្រិតបាសខ្លាំងនឹងរំកិលទៅខាងឆ្វេងក្នុងប្រតិកម្មគីមីខាងលើជាងអាមីន ដែលមានកម្រិតបាសខ្សោយ។

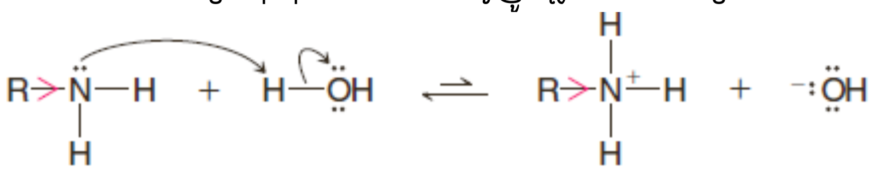
- អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមរបស់អាមីនបាសខ្លាំងនឹងមានតម្លៃpKaធំជាងអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមរបស់អាមីនបាសខ្សោយ

នៅពេលយើងប្រៀបធៀបកម្រិតអាស៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមតាមលំនឹងនេះ យើងឃើញថា អ៊ីយ៉ុងអាល់គីលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី១(RNH_3^+)ស្ទើរតែទាំងអស់មានកម្រិតអាស៊ីតខ្សោយជាងអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម (NH_4^+)។ ម្យ៉ាងវិញទៀត អាល់គីលអាមីនថ្នាក់ទី១ (RNH_2) ជាបាសខ្លាំងជាងអាម៉ូញាក់ (NH_3)៖



pKaអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម 9.26 10.64 10.75

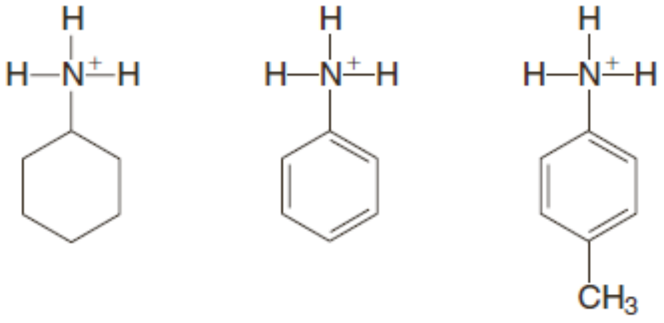
យើងអាចប្រៀបធៀបដូចនេះអាស្រ័យលើលទ្ធភាពឱ្យអេឡិចត្រុងរបស់ក្រុមអាល់គីល។ ក្រុមអាល់គីលមួយឱ្យអេឡិចត្រុង ហើយវាបន្ស៊ប់អ៊ីយ៉ុងអាល់គីលអាម៉ូញ៉ូមដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសដោយ *ពង្រាយបន្ទុកវិជ្ជមានរបស់វា*។ វាបន្ស៊ប់អ៊ីយ៉ុងអាល់គីលអាម៉ូញ៉ូមខ្លាំងជាងវាបន្ស៊ប់អាមីន៖



៣.១ កម្រិតបាសរបស់អារីលអាមីន

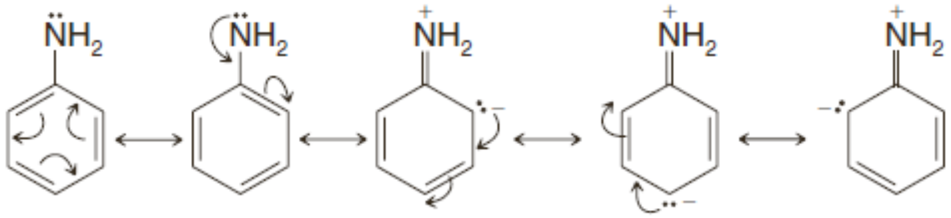
- អាមីនអារ៉ូម៉ាទិចជាបាសខ្សោយជាងអាល់គីលអាមីនខ្លាំងណាស់។

ដោយពិចារណាលើកម្រិតបាសអាមីនពីកម្រិតអាស៊ីតរបស់អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម នៅពេលយើងគិតអំពីតម្លៃ pKa របស់អាស៊ីតឆ្លាស់នៃអាមីនអារ៉ូម៉ាទិច (ឧទាហរណ៍៖ អានីលីន និង 4-មេទីលអានីលីន) ក្នុងតារាង ២០.១ យើងឃើញថា ពួកវាជាបាសខ្សោយជាងអាមីនមិនអារ៉ូម៉ាទិច ដូចជាស៊ីក្លូអិចស៊ីលអាមីនខ្លាំងណាស់៖



pKaអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម 10.64 4.58 5.08

យើងអាចគិតអំពីឥទ្ធិពលនេះ អាស្រ័យលើបាយរេសូណង់ទៅអ៊ីប្រីតសរុបរបស់អារីលអាមីនមួយ។ ចំពោះអានីលីន ទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោមមានសារសំខាន់៖



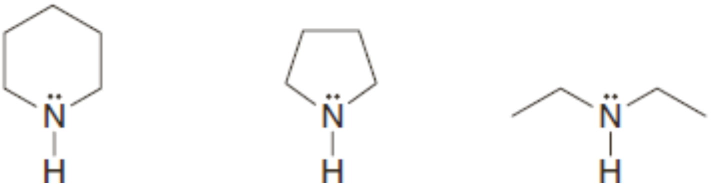
1 2 3 4 5

ទម្រង់1 និង 2 ជាទម្រង់ Kekulé ដែលមានក្នុងស្រលាយប់សែនណាមួយ។ ប៉ុន្តែ ទម្រង់ 3 – 5 មិនដៅកន្លែងរបស់ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីរបស់អាសូតលើទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ារបស់វង់ទេ។ ការមិនដៅកន្លែងនៃទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីនេះធ្វើឱ្យវាមានទម្រង់ដែលមានប្រូតុងមួយតិច ហើយ***ភាពមិនដៅកន្លែងនៃទ្វេតាអេឡិចត្រុងបន្សៀប់អានីលីន***។

ឥទ្ធិពលសំខាន់មួយទៀតក្នុងការពន្យល់កម្រិតបាសខ្សោយរបស់អាមីនអារ៉ូម៉ាទិចគឺ **ឥទ្ធិពលទាញអេឡិចត្រុងនៃក្រុមផេនីល**។ ដោយសារតែអាតូមកាបូនរបស់ក្រុមផេនីលមួយជាអាតូមsp^2 ពួកវាមានកម្រិតអេឡិចត្រូវិជ្ជមាន (ដូចនេះ ទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង) ជាងអាតូមកាបូនអ៊ីប្រ៊ីត sp^3 របស់ក្រុមអាល់គីល។ យើងនឹងសិក្សាពីឥទ្ធិពលនេះក្នុងផ្នែកទី២១.៥.១។

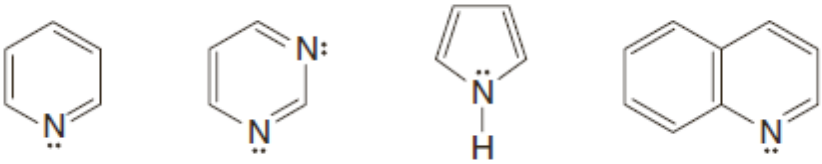
៣.២ កម្រិតបាសរបស់អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច

អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចមិនអារ៉ូម៉ាទិចមានកម្រិតបាសប្រហាក់ប្រហែលគ្នានឹងកម្រិតបាសរបស់អាមីនអាស៊ីគ្លិច៖



	ពីពេរីឌីន	**ពីរ៉ូលីឌីន**	**ឌីអេទីលអាមីន**
pKaអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម	11.20	11.11	10.98

ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចអារ៉ូម៉ាទិចដូចជា ពីរីឌីន ពីរីមីឌីន និងពីរ៉ុលជាបាសខ្សោយជាងអាមីនមិនអារ៉ូម៉ាទិច ឬអាម៉ូញាក់។



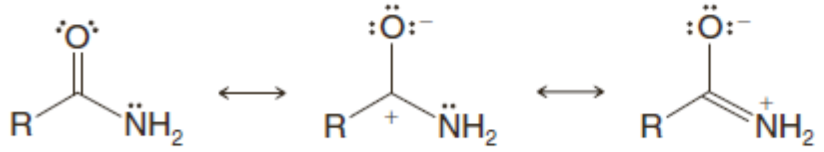
	ពីរីឌីន	**ពីរីមីឌីន**	**ពីរ៉ុល**	**គីណូលីន**
pKaអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូ	5.23	2.70	0.40	4.50

៣.៣ អាមីន និងអាមីត

- អាមីតជាបាសខ្សោយជាងអាមីនខ្លាំងណាស់ (ទោះបីជាវាខ្សោយជាងអារីលអាមីនក៏ដោយ)។ pKa នៃ អាស៊ីតឆ្លាស់របស់អាមីតមានតម្លៃប្រហាក់ប្រហែលសូន្យ។

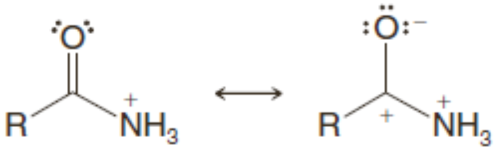
កម្រិតបាសរបស់អាមីតកាន់តែទាប នៅពេលយើងប្រៀបធៀបជាមួយអាមីនអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីយល់នូវផលរេសូណង់ និងផលអាំងឌុចទីវ។ អាមីតមួយត្រូវបានបន្សើប់ដោយរេសូណង់ទាក់ទងនឹងទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធលើអាតូមអាសូត។ ប៉ុន្តែអាមីនដែលរងប្រូតុងកម្មលើអាតូមអាសូតរបស់វាមិនមានស្ថេរភាពបែបនេះទេ។ វាត្រូវបានបង្ហាញក្នុងទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោម៖

អាមីត



បន្សើប់រេសូណង់ ធំជាង

អាមីត N-រងប្រូតុងកម្ម



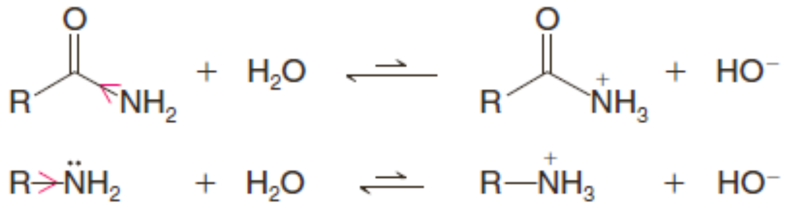
បន្សើប់រេសូណង់ តូចជាង

ប៉ុន្តែ កត្តាវឹតតែសំខាន់មួយដែលធ្វើឱ្យអាមីតជាបាសខ្សោយជាងអាមីនគឺឥទ្ធិពលទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងនៃក្រុមកាបូនីលរបស់អាមីត។ ឥទ្ធិពលនេះត្រូវបានបង្ហាញដោយគំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អេទីលអាមីន និងអាសេតាមីតដែលបានបង្ហាញក្នុងរូប២០.១។ បន្ទុកអវិជ្ជមានត្រូវបានបោះទីតាំងលើទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធក្នុងអេទីលអាមីន (ពណ៌ក្រហម)។ ប៉ុន្តែក្នុងអាសេតាមីត បន្ទុកអវិជ្ជមាននៅក្បែរអាសូត តិចជាងក្នុងអេទីលអាមីន។

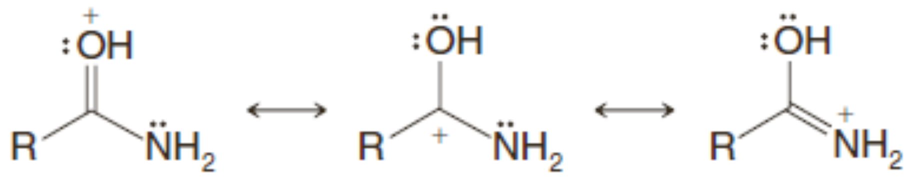
អេទីលអាមីន **អាសេតាមីត**

រូប២០.១ គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់អេទីលអាមីន និងអាសេតាមីត

ដោយប្រៀបធៀប លំនឹងខាងក្រោម ប្រតិកម្មអាមីតរំកិលទៅខាងឆ្វេងខ្លាំងជាងប្រតិកម្មរបស់អាមីន។

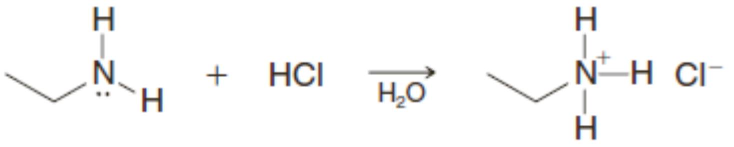


អាតូមអាសូតរបស់អាមីតជាបាសខ្សោយណាស់ ដែលនៅពេលអាមីតមួយទទួលប្រូតុង វាទទួលដោយប្រើអាតូមអុកស៊ីសែនជំនួសវិញ (មើលចលនការនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអាមីតក្នុងផ្នែក១៧.៨.៦)។ ប្រូតុងកម្មលើអុកស៊ីសែនកើតឡើង ទោះបីជាអាតូមអុកស៊ីសែន (ដោយសារតែកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានធំជាង) មានកម្រិតបាសខ្សោយជាងអាតូមអាសូតក៏ដោយ។ ប៉ុន្តែ ចូរកត់សម្គាល់ថា បើសិនអាមីតមួយទទួលយកប្រូតុងមួយលើ អាតូមអុកស៊ីសែនរបស់វា ស្ថេរភាពរេសូណង់ទាក់ទងនឹងទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនសម្ព័ន្ធរបស់អាតូមអាសូតដែលមាន៖

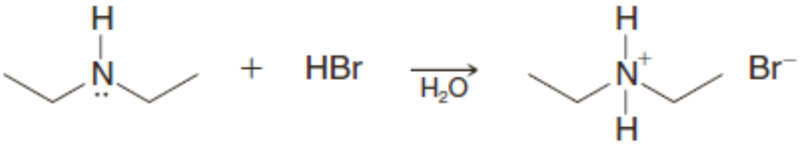


៣.៤ អំបិលអាមីញ៉ូម និងអំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣

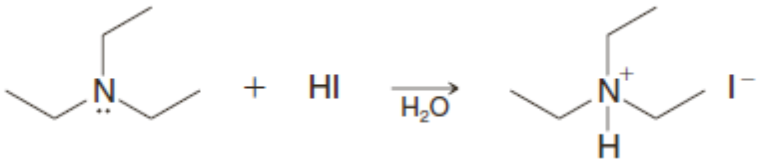
នៅពេលអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ មានអំពើជាបាស ហើយមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត ពួកវាបង្កើត សមាសធាតុមួយហៅថា **អំបិលអាមីញ៉ូម** (aminium salts)។ ក្នុងអំបិលអាមីញ៉ូមមួយ អាតូមអាសូតបន្ទុក វិជ្ជមានមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែនយ៉ាងហោចណាស់មួយៈ



អេទីលអាមីញ៉ូមក្លរ
(អំបិលអាមីញ៉ូមមួយ)

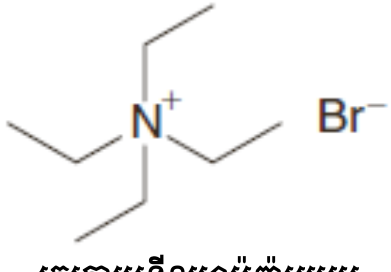


ឌីអេទីលអាមីញ៉ូមប្រូមួ



ទ្រីអេទីលអាមីញ៉ូមអ៊ីយ៉ូដួ

នៅពេលអាតូមអាសូតមណ្ឌលរបស់សមាសធាតុមួយមានបន្ទុកវិជ្ជមាន *ប៉ុន្តែវាមិនមានអាតូមអ៊ីដ្រូសែន* សមាសធាតុនេះត្រូវបានគេហៅថា**អំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣** (quaternary ammonium salt)។ ឧទាហរណ៍ៈ



តេត្រាអេទីលអាម៉ូញ៉ូមប្រូមួ
(អំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣)

អាម៉ូញ៉ូមអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣ ដោយសារតែពួកវាមិនមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសេរីលើអាតូមអាសូតមិនអាចមានអំពើជាបាសទេ។ ប៉ុន្តែ អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣ជាបាសខ្លាំង។ ដូចនេះ ជាអង្គធាតុរឹង ឬក្នុងសូលុយស្យុង ពួកវាមានកាចុងអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣ (R_4N^+) និងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត (HO^-) ពួកវាជាបាសខ្លាំងខ្លាំងដូចសូដ្យូម ឬប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត។ អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតបង្កើតអំបិល អាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣ៈ

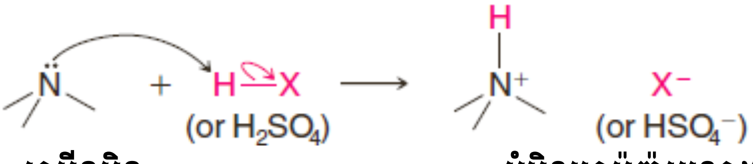
$$(CH_3)_4\overset{+}{N}OH^- + HCl \longrightarrow (CH_3)_4\overset{+}{N}Cl^- + H_2O$$

ក្នុងផ្នែក២០.១២ក យើងនឹងឃើញពីរបៀបដែលអំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើត អាល់សែន ដោយប្រតិកម្មមួយហៅថា *ប្រតិកម្មបណ្តាច់ Hoffmann*។

៣.៥ កម្រិតរលាយរបស់អាមីនក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតរាវ

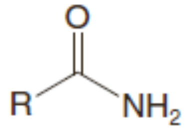
- ស្ទើរតែគ្រប់ អំបិលអាល់គីលអាមីញ៉ូមក្លរួ ប្រូមួ អ៊ីយ៉ូដួ និងស៊ុលផាតរលាយក្នុងទឹក។ ដូចនេះអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ ដែលមិនរលាយក្នុងទឹក នឹងរលាយក្នុងសូលុយស្យុង HCl, HBr, HI និង H_2SO_4។

កម្រិតរលាយក្នុងអាស៊ីតរាវផ្តល់ជាវិធីគីមីងាយមួយក្នុងការញែកភាពខុសគ្នានៃអាមីន ពីសមាសធាតុមិនមែនបាស ដែលមិនរលាយក្នុងទឹក។ កម្រិតរលាយក្នុងអាស៊ីតរាវក៏ផ្តល់ឱ្យយើងនូវវិធីមានប្រយោជន៍មួយសម្រាប់ញែកអាមីនពីសមាសធាតុមិនមែនបាស ដែលមិនរលាយក្នុងទឹក។ អាមីនអាចត្រូវបានយោបកទៅក្នុង សូលុយស្យុងអាស៊ីត (HCl រាវ) ហើយបន្ទាប់មកបម្លែងមកវិញដោយធ្វើឱ្យសូលុយស្យុងអាស៊ីតនេះក្លាយជា បាស ហើយយោបកអាមីនចេញដោយប្រើអេទែរ ឬ CH_2Cl_2។



អាមីនមិនរលាយក្នុងទឹក **អំបិលអាម៉ូញ៉ូមរលាយក្នុងទឹក**

ដោយសារតែ អាមីតមានកម្រិតបាសទាបជាងអាមីនខ្លាំង អាមីតមិនរលាយក្នុងទឹក *មិនរលាយក្នុងសូលុយស្យុង HCl, HBr, HI ឬ H_2SO_4 ទេ*។



អាមីតមិនរលាយក្នុងទឹក
(មិនរលាយក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត)

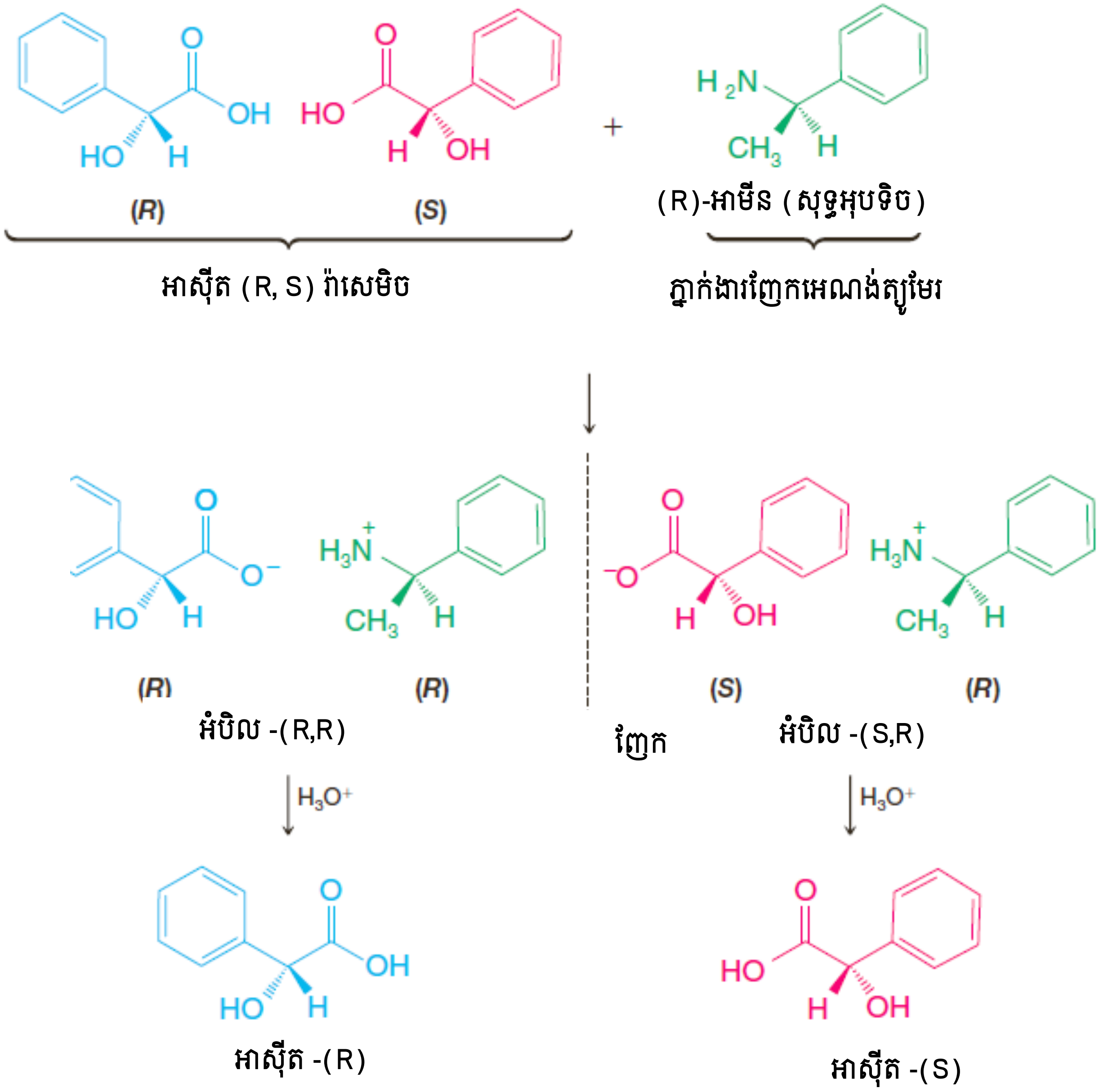
លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១ ៖ ចូរសរសេរដំណើរការក្នុងការញែកអិចស៊ីលអាមីនចេញពីស៊ីក្លូអិចសានដោយប្រើ HCl រាវ សូលុយស្យុង NaOH និងឌីអេទីលអេទែរ។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.២ ៖ ចូរសរសេរដំណើរការញែកល្បាយអាស៊ីតបង់សូអ៊ិច 4-មេទីលផេណុល អានីលីន និងបង់សែនដោយប្រើអាស៊ីត បាស និងធាតុរំលាយសរីរាង្គ។

៣.៦ អាមីនជាភ្នាក់ងារញែក អេណង់ត្យូមែរ

- គេតែងប្រើអេណង់ត្យូមែរអាមីនសុទ្ធ ដើម្បីញែកល្បាយរ៉ាសេមិចនៃសមាសធាតុអាស៊ីត ដោយបង្កើតអំបិលឌ្យាស្តេរ៉េអូមែរ។

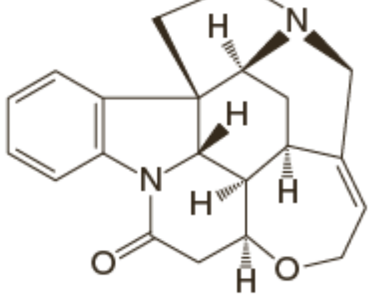
យើងអាចបង្ហាញគោលការណ៍ដែលទាក់នឹង**ការញែក** (resolution) ដោយបង្ហាញពីរបៀបដែលល្បាយ រ៉ាសេមិចរបស់អាស៊ីតសរីរាង្គអាចត្រូវបានញែកទៅជាអេណង់ត្យូមែររបស់វា ដោយប្រើអេណង់ត្យូមែរមួយ របស់អាមីន ជា**ភ្នាក់ងារញែកអេណង់ត្យូមែរ** (resolving agent) (រូប២០.២)។



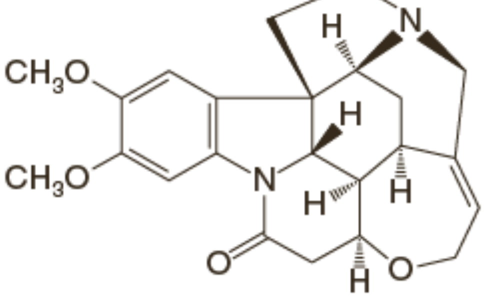
រូប២០.២ ការញែកល្បាយរ៉ាសេមិចរបស់អាស៊ីតសរីរាង្គមួយដោយប្រើអាមីនសកម្មអុបទិចមួយ។ អាស៊ីតកម្មនៃអំបិលដ្យាស្តេរ៉េអូមែរដែលញែកចេញពីគ្នាហើយ ធ្វើឱ្យអេណង់ត្យូមែរអាស៊ីតនីមួយៗរងជាកករ (សន្មត់ថាពួកវាមិនរលាយក្នុងទឹក) ហើយនៅសល់ភ្នាក់ងារញែកអេណង់ត្យូមែរក្នុងសូលុយស្យុងជាអាស៊ីតផ្លាស់របស់វា។

ក្នុងដំណើរការនេះ អេណង់ត្យូមែរទោលរបស់អាមីនមួយ (R)-1-ផេនីលអេទីលអាមីន ត្រូវបានបូកលើ សូលុយស្យុងមួយដែលមានល្បាយរ៉ាសេមិចរបស់អាស៊ីតមួយ។ អំបិលដែលទទួលបានជាដ្យាស្តេរ៉េអូមែរ។ មណ្ឌលគីរ៉ាល់នៃផ្នែកអាស៊ីតរបស់អំបិលមានទំនាក់ទំនងអេណង់ត្យូមែរនឹងគ្នា ប៉ុន្តែ មណ្ឌលគីរ៉ាល់នៃផ្នែកអាមីនមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នាទេ។ ដ្យាស្តេរ៉េអូមែរមានកម្រិតរលាយខុសគ្នា ហើយអាចត្រូវបានញែកដោយកំណកក្រាម។ បន្ទាប់មក អំបិលដែលញែកបានរងអាស៊ីតកម្មដោយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ទទួលបានអេណង់ត្យូមែរអាស៊ីតសូលុយស្យុងផ្សេងគ្នា។ អាមីននៅសល់ក្នុងសូលុយស្យុងជាអំបិលអ៊ីដ្រូក្លររបស់វា។

អេណង់ត្យូមែរទោលដែលបានប្រើជាភ្នាក់ងារញែកអេណង់ត្យូមែរ តែងតែមានប្រភពពីធម្មជាតិ។ ដោយសារតែម៉ូលេគុលសរីរាង្គគីរ៉ាល់ស្ទើរតែទាំងអស់ដែលកើតឡើងក្នុងភាវរស ត្រូវបានសំយោគដោយប្រតិកម្មកាតាលីករអង់ស៊ីម ពួកវាស្ទើរតែទាំងអស់កើតឡើងជាអេណង់ត្យូមែរទោល។ អាមីនសកម្មអុបទិចដែលកើតឡើងក្នុងធម្មជាតិ ដូចជា (-)-គីនីន, (-)-ស្ទ្រិចនីន និង (-)-ប្រ៊ូស៊ីន តែងតែត្រូវបានប្រើជាភ្នាក់ងារញែក អេណង់ត្យូមែរសម្រាប់អាស៊ីតរ៉ាសេមិច។ គេក៏តែងប្រើអាស៊ីតដូចជា (+)- ឬ (-)-តាកតារិច ជាភ្នាក់ងារញែក អេណង់ត្យូមែរសម្រាប់បាសរ៉ាសេមិចដែរ។

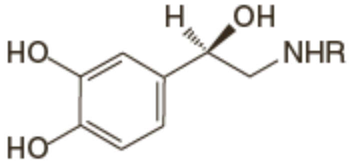


(-)-ស្ទ្រិចនីន



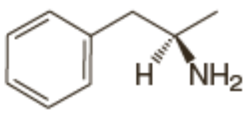
(-)-ប្រ៊ូស៊ីន

សមាសធាតុសំខាន់ជាឱសថ និងក្នុងប្រព័ន្ធជីវសាស្ត្រមួយចំនួនធំជាអាមីន។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍សំខាន់ៗ៖



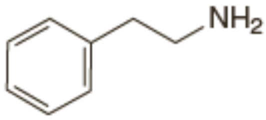
R = CH_3៖ អាដ្រេណាលីន (អេពីណេព្រីន)

R=H ៖ ណូរ៉ាដ្រេណាលីន (ណូរេពីណេព្រីន)

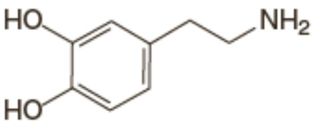


អំផេតាមីន

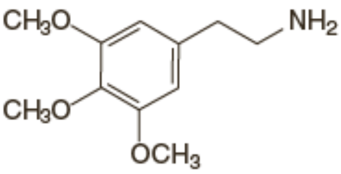
(បង់សៃត្រ៊ីន)



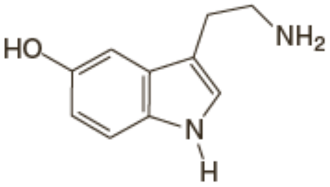
2-ផេនីលអេទីលអាមីន



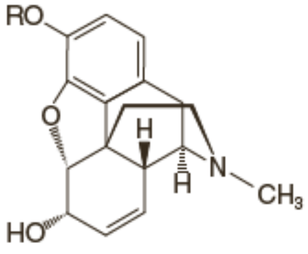
ដូប៉ាមីន



មេស្កាលីន

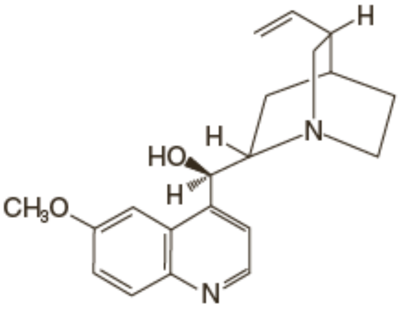


សេរ៉ូតូនីន

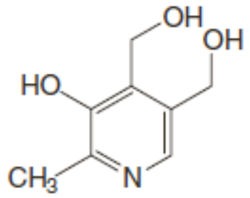


ម៉រភីន (R=H)

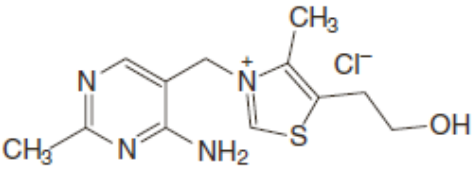
កូដេអ៊ីន (R =CH_3)



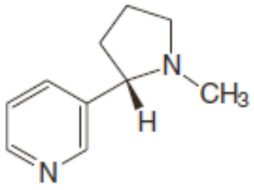
(-)-គីនីន



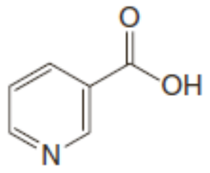
ពីរីដុកស៊ីន
(វីតាមីន B_6)



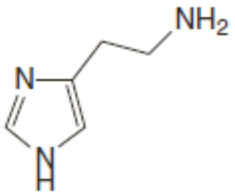
ទីអាមីនក្លរ
(វីតាមីន B_1)



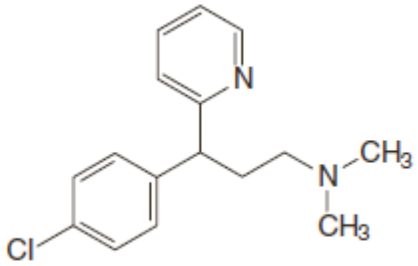
នីកូទីន



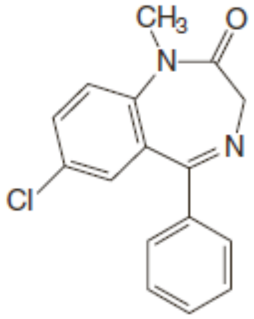
អាស៊ីតនីកូទីនិច
(នីអាស៊ីន)



ហ៊ីស្តាមីន



ក្លរ៉ូផេនីរ៉ាមីន



វ៉ាលីញ៉ូម(ដ្យាសេប៉ាម)

៤. ទង្វើអាមីន

ក្នុងផ្នែកនេះ យើងសិក្សាអំពីវិធីសាស្ត្រសំយោគអាមីនផ្សេងៗ។ វិធីសាស្ត្រខ្លះជាវិធីសាស្ត្រថ្មីសម្រាប់អ្នក តែខ្លះទៀតអ្នកបានសិក្សារួចហើយទាក់ទងនឹងក្រុមបង្គុំនាទី និងប្រតិកម្ម។

៤.១ ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល

ក. អាល់គីលកម្មនៃអាម៉ូញាក់

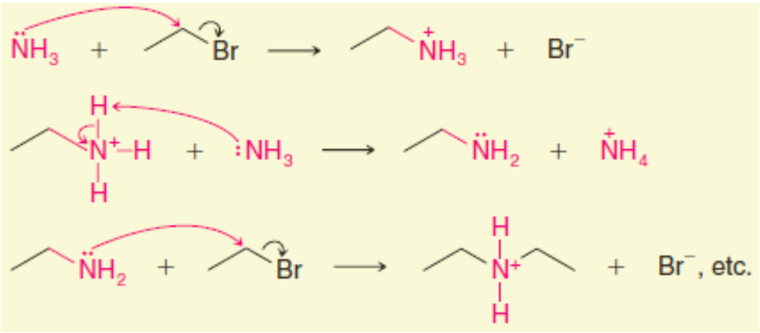
អំបិលអាមីនថ្នាក់ទី១ត្រូវបានទង្វើពីអាម៉ូញាក់ និងអាល់គីលអាឡូសែនដោយប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល។ ការដាក់ឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាបន្តបន្ទាប់នៃអំបិលអាមីញ៉ូមដែលទទួលបានជាមួយបាសមួយបង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី១៖

$$\ddot{N}H_3 + R-X \longrightarrow R-\overset{+}{N}H_3\ X^- \xrightarrow{HO^-} RNH_2$$

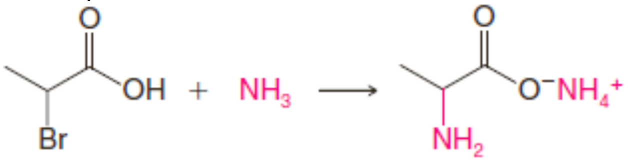
- វិធីសាស្ត្រនេះជាការសំយោគមានលីមីតបំផុត ពីព្រោះអាចមានប្រតិកម្មពហុអាល់គីលកម្មកើតឡើង។

ឧទាហរណ៍ នៅពេលអេទីលប្រូមួមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ អេទីលអាមីញ៉ូមប្រូមួដែលកកើតអាច មានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់ និងប្រតិកម្មជាមួយអេទីលប្រូមួបង្កើតឌីអេទីលអាមីញ៉ូមប្រូមួ។ ការកើតឡើងដដែលៗនៃប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម និងប្រតិកម្មបន្ទេរប្រូតុង បង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី៣ខ្លះ ហើយអំបិលអាម៉ូញ៉ូមថ្នាក់ទី៣ខ្លះ បើសិនមានវត្ថុមានលើសនៃអាល់គីលអាឡូសែន។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មនៃអាម៉ូញាក់*



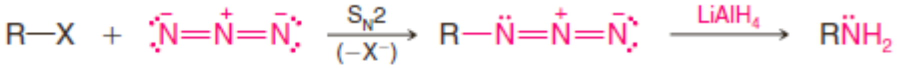
គេអាចបន្ថយពហុអាល់គីលកម្មអតិបរមាដោយប្រើបរិមាណលើខ្លាំងនៃអាម៉ូញាក់ (ហេតុអ្វី?)។ ឧទាហរណ៍នៃបច្ចេកទេសនេះមានក្នុងការសំយោគអានីលីនពី អាស៊ីត2-ប្រូម៉ូប្រូប៉ាណូអ៊ិច៖



១ម៉ូល ៧០ម៉ូល 65-70%

ខ. អាល់គីលកម្មនៃអ៊ីយ៉ុងអាស្ស និងរេដុកកម្ម

វិធីល្អមួយក្នុងការសំយោគអាមីនថ្នាក់ទី១ពីអាល់គីលអាឡូសែនគឺត្រូវបម្លែងអាល់គីលអាឡូសែនទៅជាអាល់គីលអាស្ស ($R-N_3$) ដោយប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលសិន បន្ទាប់មក ធ្វើរេដុកកម្មអាស្សទៅជាអាមីន ថ្នាក់ទី១ដោយប្រើអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ។

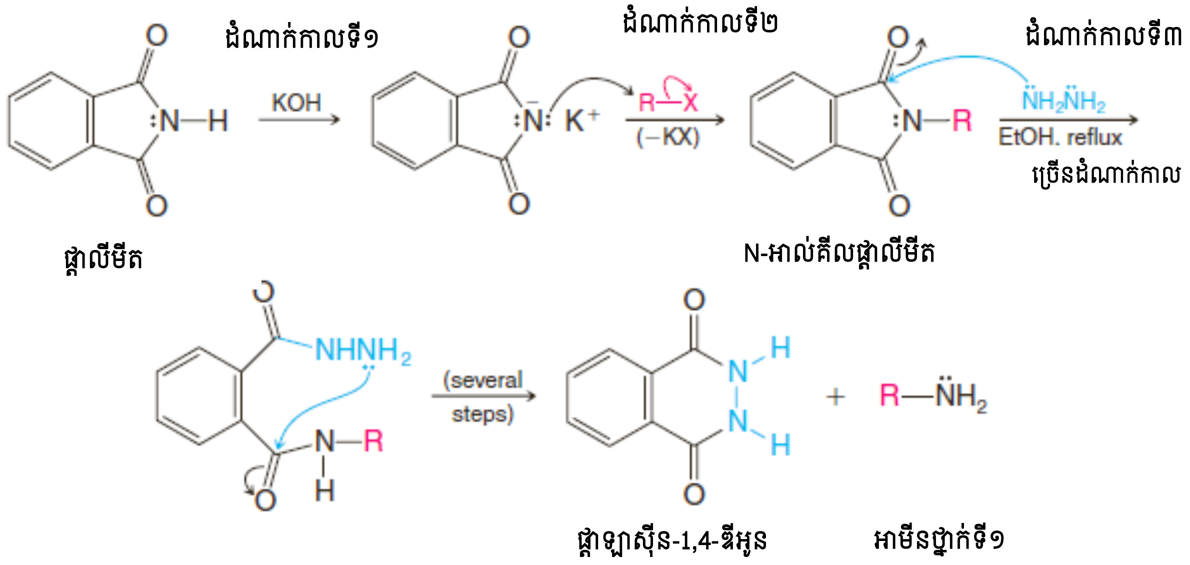


អ៊ីយ៉ុងអាស្ស អាល់គីលអាស្ស

ចូរប្រុងប្រយ័ត្ន! អាល់គីលអាស្សជាសារធាតុផ្ទុះ ហើយអាល់គីលអាស្សម៉ាសម៉ូលេគុលទាបមិនអាចញែកបានទេ ប៉ុន្តែគួរតែរក្សាទុកក្នុងសូលុយស្យុង។ សូដ្យូមអាស្សត្រូវបានប្រើក្នុងពោងរថយន្ត។

គ. ការសំយោគGabriel

ប៉ូតាស្យូមផ្តាលីមីត (មើលប្រតិកម្មខាងក្រោម) អាចត្រូវបានប្រើដើម្បីធ្វើអាមីនថ្នាក់ទី១ដោយវិធីមួយ ដែលគេហៅថា**ការសំយោគGabriel**។ ការសំយោគនេះក៏អាចជៀសវាងនូវប្រតិកម្មពហុអាល់គីលស្មុគស្មាញ ដែលកើតឡើងនៅពេលអាល់អាឡូសែនមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់៖



ផ្តាលីមីតមានកម្រិតអាស៊ីតខ្លាំង (pKa=9)។ វាអាចបម្លែងទៅជាប៉ូតាស្យូមផ្តាលីមីតដោយប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត (ដំណាក់កាលទី១)។ អាញ៉ុងផ្តាលីមីតជានុយក្លេអូភីលខ្លាំងមួយ ហើយ (ក្នុងដំណាក់កាលទី២) វាមាប្រតិកម្មជាមួយអាល់គីលអាឡូសែនមួយដោយចលនការ S_N2 បង្កើត N-អាល់គីលផ្តាលីមីត។ នៅចំណុច នេះ N-អាល់គីលផ្តាលីមីតអាចរងអ៊ីដ្រូលីសដោយអាស៊ីត ឬបាសរាវ ប៉ុន្តែជារឿយៗអ៊ីដ្រូលីសនេះមាន

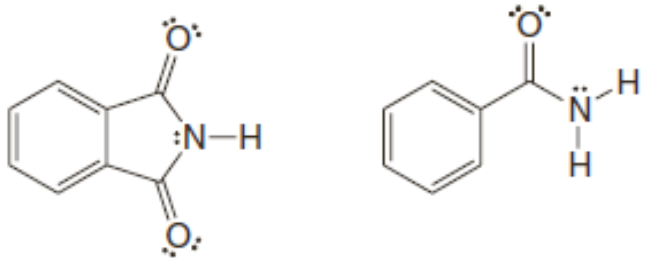
ការលំបាក។ វាងាយជាង បើយើងដាក់ N-អាល់គីលផ្តាលីមីតជាមួយអ៊ីដ្រាស៊ីន (NH_2NH_2) ក្នុងអេតាណុល (ដំណាក់កាលទី៣) បង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី១ និងផ្តាឡាស៊ីន-1,4-ឌីអូន។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.៣ ៖

a. ចូរគូរទម្រង់រេសូណង់របស់អាញ៉ុងផ្តាលីមីតដែលធ្វើឱ្យផ្តាលីមីតមានភាពអាស៊ីត។

b. តើផ្តាលីមីតជាអាស៊ីតខ្លាំងជា ឬខ្សោយជាងបង់សាមីត? ហេតុអ្វី?

c. ក្នុងដំណាក់កាលទី៣នៃប្រតិកម្មខាងលើ ដំណាក់កាលជាច្រើនត្រូវបានលុបចោល។ ចូរសរសេរចលនការរបស់ដំណាក់កាលទាំងនេះ។

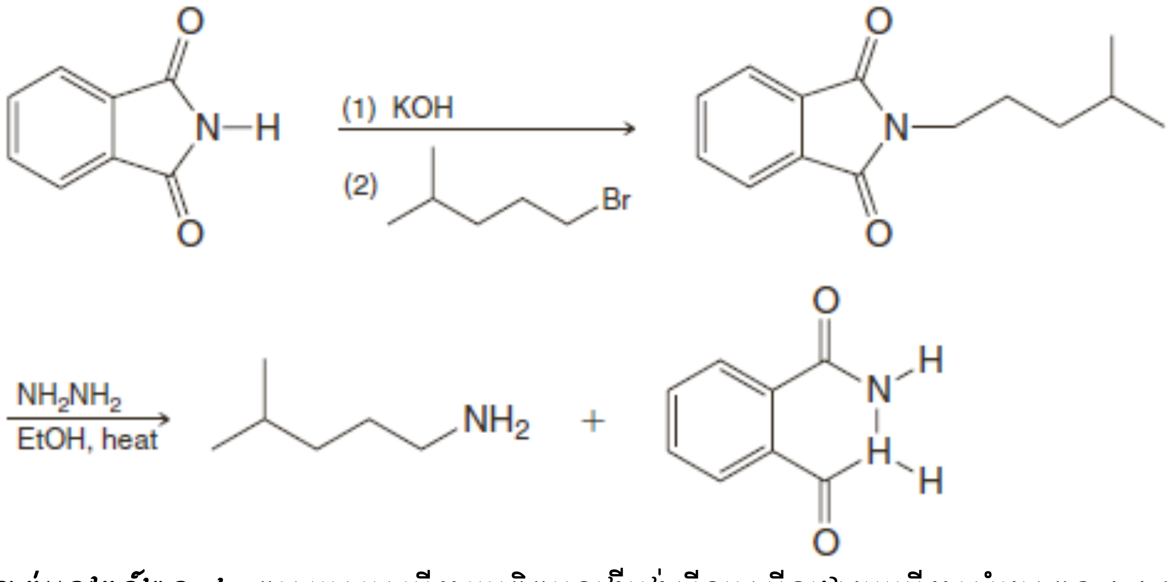


ផ្តាលីមីត **បង់សាមីត**

ការសំយោគអាមីនដោយប្រើការសំយោគ Gabriel អាចប្រើតែមេទីលអាឡូសែន អាល់គីលអាឡូ សែនថ្នាក់ទី១ និងទី២។ ការប្រើអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣នឹងធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មបណ្តាច់កើតឡើង។

លំហាត់ឧទាហរណ៍ ៖ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគ 4-មេទីលប៉ង់តាណាមីនដោយប្រើការសំយោគ Gabriel។

ចម្លើយ៖



លំហាត់អនុវត្តន៍២០.៤ ៖ ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មទម្លើបង់ស៊ីលអាមីនដោយប្រើការសំយោគGabriel។

ឃ. អាល់គីលកម្មនៃអាមីនថ្នាក់ទី៣

ពហុអាល់គីលកម្មមិនមែនជាបញ្ហាទេ នៅពេលអាមីនថ្នាក់ទី៣រងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មជាមួយមេទីល អាឡូសែន ឬអាឡូសែនថ្នាក់ទី១។ ប្រតិកម្មដូចខាងក្រោមកើតឡើងដោយបង្កើតទិន្នផលខ្ពស់៖

$$R_3N: + RCH_2-Br \xrightarrow{S_N2} R_3\overset{+}{N}-CH_2R + Br^-$$

៤.២ ទទ្វើអាមីនអារ៉ូម៉ាទិចតាមរយៈប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃសមាសធាតុនីត្រូ

វិធីសាស្ត្រដែលគេនិយមប្រើដើម្បីទង្វើអាមីនអារ៉ូម៉ាទិចទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មរបស់វង់ ហើយបន្ទាប់មកប្រតិកម្មរេដុកម្មក្រុមនីត្រូទៅជាក្រុមអាមីណូ៖

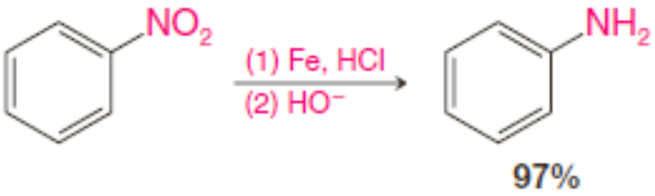
$$\mathrm{Ar{-}H} \xrightarrow[\mathrm{H_2SO_4}]{\mathrm{HNO_3}} \mathrm{Ar{-}NO_2} \xrightarrow{[\mathrm{H}]} \mathrm{Ar{-}NH_2}$$

យើងបានសិក្សាប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មវង់ក្នុងមេរៀនទី១៥រួចហើយ ហើយយើងឃើញថា វាអាចប្រើដើម្បី ទង្វើសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចផ្សេងៗ។ ប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃក្រុមអាមីណូក៏អាចប្រើក្នុងមធ្យោបាយជាច្រើនដែរ។ វិធីសាស្ត្រដែលគេនិយមប្រើជាគេគឺប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីករ ឬដាក់ឱ្យសមាសធាតុនីត្រូឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត ឬដែក។ ស័ង្កសី សំណប៉ាហាំង ឬអំបិលលោហៈមួយ ដូចជា $SnCl_2$ ក៏អាចប្រើបាន ដែរ។ សរុបមក ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មរេដុកម្ម 6é។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

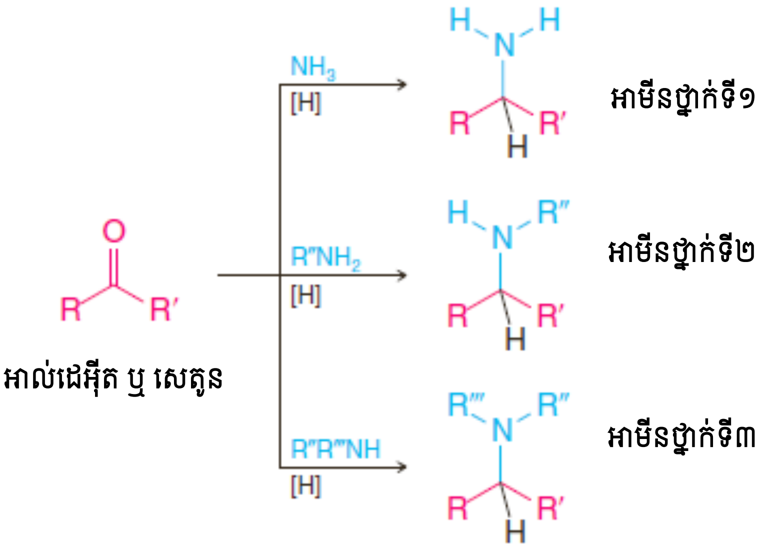
$$\mathrm{Ar{-}NO_2} \xrightarrow[\text{or (1) Fe, HCl (2) HO}^-]{\mathrm{H_2},\ \text{catalyst}} \mathrm{Ar{-}NH_2}$$

ឧទាហរណ៍៖



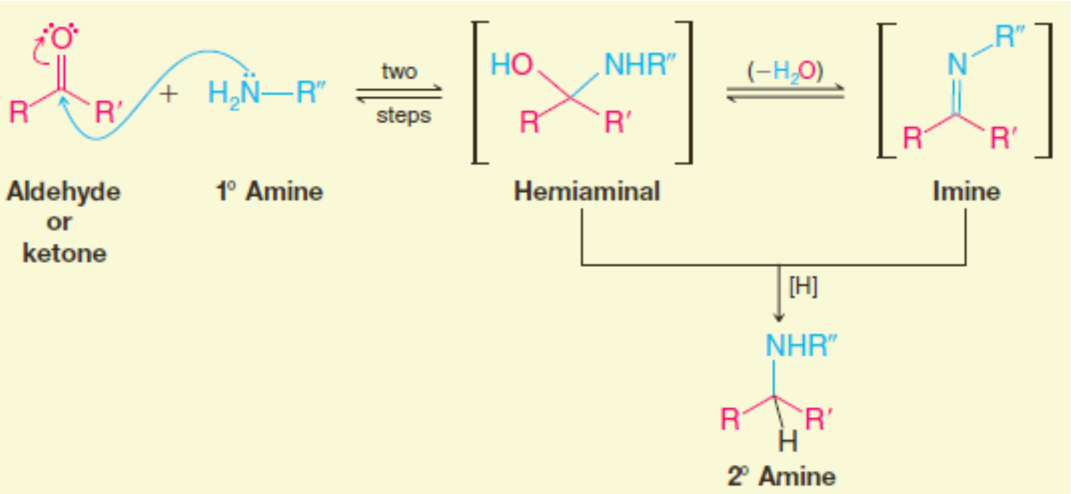
៤.៣ ទទ្វើអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣តាមរយៈប្រតិកម្មអាមីនកម្ម

អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជាអាមីនតាមរយៈប្រតិកម្មរេដុកម្មកាតាលីករ ឬរេដុកម្មគីមី ក្រោមវត្តមានអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនមួយ។ អាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ ត្រូវបានបម្លែងដូចខាងក្រោម៖

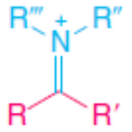


ដំណើរការនេះត្រូវបានហៅថា**ប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្ម** (reductive amination) នៃអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន (ឬ *អាល់គីលកម្មរេដុកម្ម*នៃអាមីន) កើតឡើងតាមចលនការខាងក្រោម (ត្រូវបានបង្ហាញជាមួយ អាមីន1^0)។

➢ *ប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្ម*

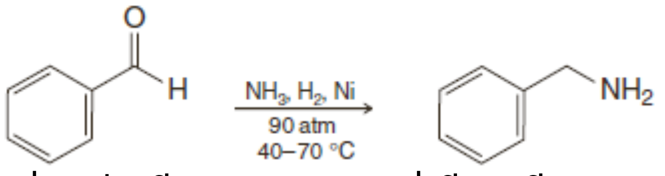


នៅពេលគេប្រើអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនថ្នាក់ទី១ មានផ្លូវពីរដែលអាចបង្កើតផលិតផល តាមរយៈអាល់កុលអាមីណូដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងអេមីអាសេតាល់មួយ ហើយត្រូវបានគេហៅថា ***អេមីអាមីណាល់*** ឬតាមរយៈអាមីនមួយ (ផ្នែក១៦.៨.១)។ នៅពេលគេប្រើអាមីនថ្នាក់ទី២ អ៊ីមីនមិនអាចកើតបានទេ ដូចនេះផ្លូវប្រតិកម្មគឺត្រូវឆ្លងកាត់អេមីអាមីណាល់ ឬឆ្លងកាត់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីនីញ៉ូមមួយ៖

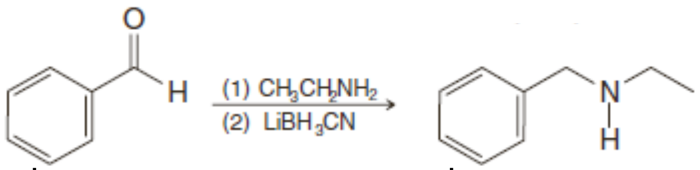


អ៊ីយ៉ុងអ៊ីមីនីញ៉ូម

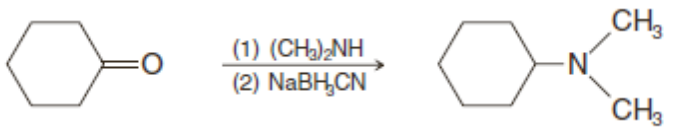
ភ្នាក់ងាររេដុកម្មដែលបានប្រើរួមមានអ៊ីដ្រូសែន និងកាតាលីករមួយ (ដូចជានីកែល) ឬ $NaBH_2CN$ ឬ $LiBH_3CN$ (សូដ្យូម ឬលីចូមស្យាណូបរ៉ូអ៊ីដ្រូ)។ ភ្នាក់ងាររេដុកម្មពីរក្រោយនេះស្រដៀងគ្នានឹង $NaBH_4$ ហើយមានប្រសិទ្ធភាពពិសេសក្នុងប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្ម។ ឧទាហរណ៍បីនៃប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្មត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



បង់សាល់ដេអ៊ីត **បង់ស៊ីលអាមីន (89%)**

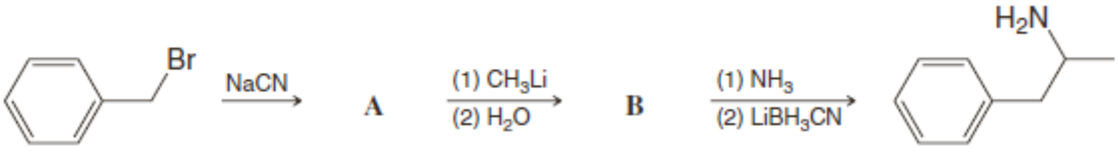


បង់សាល់ដេអ៊ីត **N-បង់ស៊ីលអេទីលអាមីន (89%)**



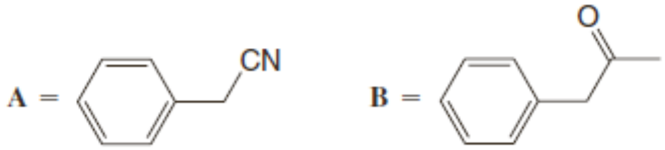
ស៊ីក្លូអិចសាណូន N,N-ឌីមេទីលស៊ីក្លូអិចសានអាមីន (52-54%)

លំហាត់ឧទាហរណ៍ ៖ ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាការសំយោគរបស់អំផេតាមីន។ ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុ A និង B។

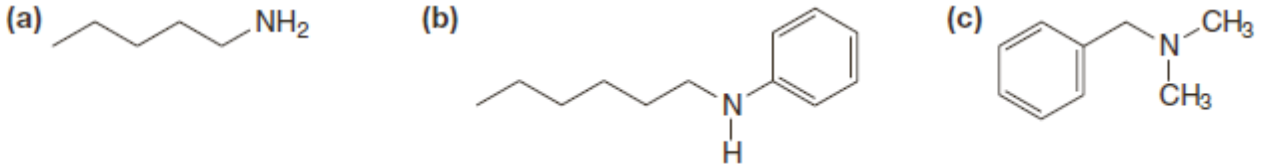


អំផេតាមីន

ចម្លើយ



លំហាត់ឧទាហរណ៍២០.៥ ៖ ចូរបង្ហាញអំពីរបៀបដែលអ្នកអាចសំយោគអាមីនខាងក្រោមតាមរយៈប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្ម៖



៤.៤ ទទួលអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ ឬទី៣ តាមរយៈប្រតិកម្មរេដុកម្មនីទ្រីល អុកស៊ីម និងអាមីត

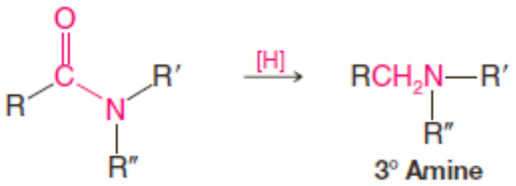
គេអាចធ្វើរេដុកម្មនីទ្រីល អុកស៊ីម និងអាមីតទៅជាអាមីន។ ប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃនីទ្រីល ឬអុកស៊ីមមួយបង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី១។ ប្រតិកម្មរេដុកម្មអាមីតមួយអាចបង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣៖

នីទ្រីល អាមីនថ្នាក់ទី១

នីទ្រីលអាចទទួលពីអាល់គីលអាឡូសែន និង CN^- (ផ្នែក១៧.៣) ឬពីអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនជាស្យាណូអ៊ីឌ្រីន (ផ្នែក១៦.៩)

អុកស៊ីម អាមីនថ្នាក់ទី១

អុកស៊ីមអាចទទួលពីសេតូន និងសេតូន (ផ្នែក១៦.៦ខ)



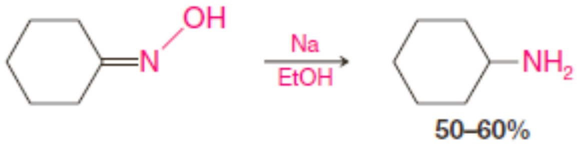
អាមីត អាមីនថ្នាក់ទី៣

អាចទទួលពអាស៊ីតក្លរួ អានីឌ្រីតអាស៊ីត និងអេស្ទែរ (ផ្នែក១៧.៨)

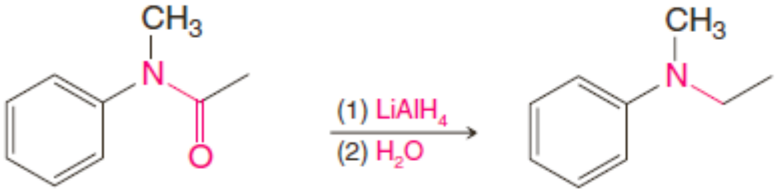
(ក្នុងឧទាហរណ៍ចុងក្រោយ បើសិន R′=H ហើយ R′′=H ផលិតផលជាអាមីនថ្នាក់ទី២)

ប្រតិកម្មរេដុកម្មទាំងនេះអាចត្រូវបានប្រើជាមួយអ៊ីដ្រូសែន និងកាតាលីករមួយ ឬជាមួយ$LiAlH_4$។ អុកស៊ីមក៏អាចរេដុកម្មយ៉ាងងាយដោយសូដ្យូមក្នុងអេតាណុល។

ឧទាហរណ៍៖

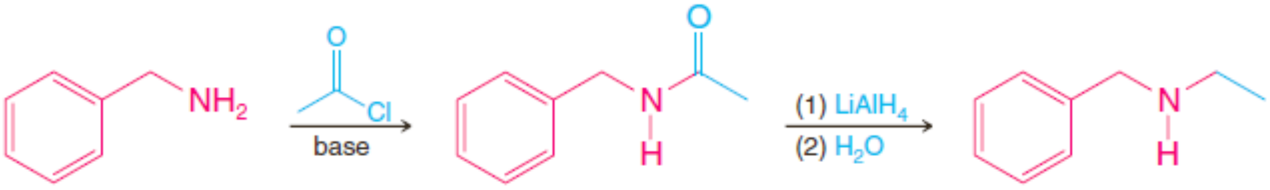


2-ផេនីលអេតាននីទ្រីល (ផេនីលអាសេតូនីទ្រីល) 2-ផេនីលអេតានអាមីន (71%)



N-មេទីលអាសេតានីលីត N-អេទីល-N-មេទីលអាមីន

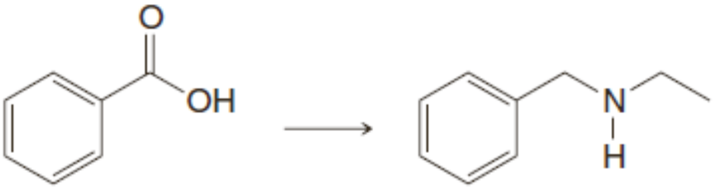
ប្រតិកម្មរេដុកម្មអាមីតមួយជាដំណាក់កាលចុងក្រោយក្នុងដំណើរការមួយរបស់ប្រតិកម្មម៉ូណូអាល់គីលកម្មនៃអាមីន។ ដំណើរការនេះចាប់ផ្តើមដោយប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្មអាមីនមួយដោយប្រើអាស៊ីលក្លរួឬអានីឌ្រីតអាស៊ីត បន្ទាប់មក អាមីតរេដុកម្មជាមួយលីចូមអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រួ៖ ឧទាហរណ៍៖



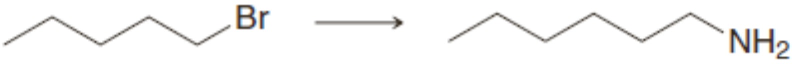
បង់ស៊ីលអាមីន បង់ស៊ីលអេទីលអាមីន

លំហាត់ឧទាហរណ៍២០.៦ ៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចប្រើប្រតិកម្មរេដុកម្មអាមីត អុកស៊ីម ឬនីទ្រីលមួយដើម្បីធ្វើការបម្លែងខាងក្រោម៖

(a)



(b)



(c)

(d)

៤.៥ ទង្វើអាមីនថ្នាក់ទី១តាមប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann និង Curtius

ក. ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann

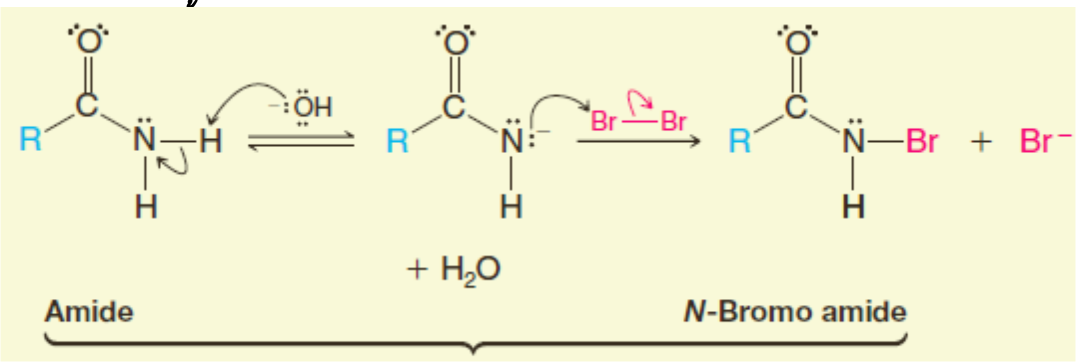
អាមីតគ្មានក្រុមជួសលើអាសូតមានប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងប្រូម ឬក្លរក្នុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតបង្កើតអាមីនតាមរយៈការបោះបង់កាបូនកាបូនីលរបស់វា ដោយប្រតិកម្មមួយគេហៅថា**ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann** (Hofmann rearrangement) ឬ **ប្រតិកម្មបំបែកHofmann** (Hofmann degradation)៖

$$RC(=O)NH_2 + Br_2 + 4\,NaOH \xrightarrow{H_2O} R-NH_2 + 2\,NaBr + Na_2CO_3 + 2\,H_2O$$

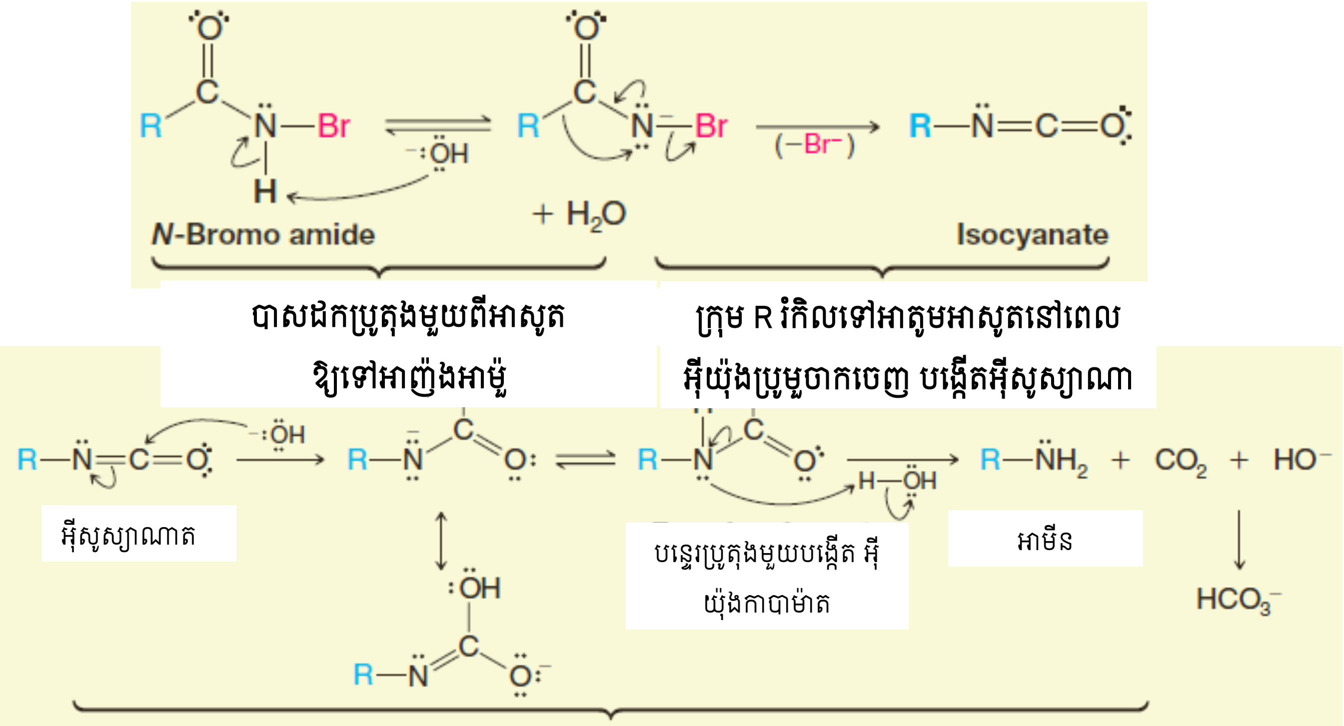
ពីសមីការនេះ យើងឃើញថា អាតូមកាបូនកាបូនីលរបស់អាមីតត្រូវបានបាត់បង់ (ជា CO_3^{2-}) ហើយដែលក្រុមRរបស់អាមីតទៅចងជាមួយអាតូមអាសូតរបស់អាមីននេះវិញ។ អាមីនថ្នាក់ទី១ដែលត្រូវបានបង្កើតតាមមធ្យោបាយនេះ មិនកកើតលាយជាមួយអាមីនថ្នាក់ទី២ ឬថ្នាក់ទី៣ទេ។

ចលនការរបស់ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ក្នុងដំណាក់កាលពីរដំបូង អាមីតរងប្រតិកម្មប្រូមកម្មជំរុញដោយបាសមួយ ដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មអាឡូសែនកម្មជំរុញដោយសេតូន ដូចដែលយើងបានសិក្សាក្នុងផ្នែក១៨.៣ខ (ក្រុមអាស៊ីលទាញអេឡិចត្រុងរបស់អាមីតធ្វើឱ្យអ៊ីដ្រូសែនអាមីដូកាន់តែមានភាពអាស៊ីតជាអ៊ីដ្រូសែនរបស់អាមីន)។ បន្ទាប់មកN-ប្រូម៉ូអាមីតមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតបង្កើតអាញ៉ុងមួយ ដែលធ្វើបណ្តូរទីតាំងដោយឯកឯងដោយបោះបង់អ៊ីយ៉ុងប្រូមួយបង្កើតអ៊ីសូស្យាណាត (ផ្នែក ១៧.៩ក)។ ក្នុងប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងនេះ ក្រុម R រំកិលនាំយកអេឡិចត្រុងរបស់វាពីកាបូនអាស៊ីលទៅអាតូមអាសូតក្នុងពេលដំណាលគ្នានឹងការចាកចេញរបស់អ៊ីយ៉ុងប្រូមួ។ អ៊ីសូស្យាណាតដែលកកើតក្នុងល្បាយរងអ៊ីដ្រូលីសយ៉ាងរហ័សដោយបាសរាវទៅអ៊ីយ៉ុងកាបាម៉ាត ដែលរងប្រតិកម្មដេកាបុកស៊ីលកម្មដោយឯកឯងបង្កើតអាមីន។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann*



N-ប្រូមកម្មជំរុញដោយបាសរបស់អាមីតកើតឡើង



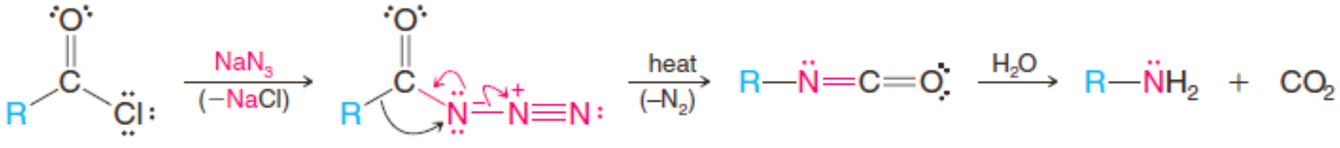
អ៊ីសូស្យាណាតរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស និងដេកាបុកស៊ីលកម្ម បង្កើតអាមីន

ការសិក្សាលើដំណាក់កាលពីរដំបូងនៃចលនការនេះបង្ហាញថា ដំបូងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរត្រូវតែមានវត្តមានលើអាសូតរបស់អាមីតដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មកើតឡើង។ ដូចនេះ បណ្តូរទីតាំងHofmann អាចកើតឡើងលើតែអាមីតប្រភេទ $RCONH_2$។

ការសិក្សាប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann នៃអាមីតសកម្មអុបទិច ដែលមានមណ្ឌលគីរ៉ាល់ចងភ្ជាប់ផ្ទាល់ជាមួយក្រុបកាបូនីលបានបង្ហាញថា ប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើងដោយរក្សាកុងភីគ្យ៉ាស្យុង។ ដូចនេះ ក្រុម R ជាមួយអេឡិចត្រុងរបស់វារំកិលទៅអាសូតដោយគ្មានចម្រាសកុងភីគ្យ៉ាស្យុង។

ខ. ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងCurtus

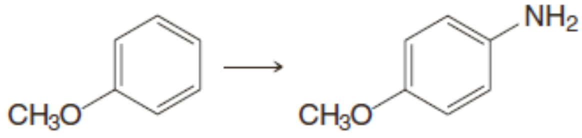
ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងCurtus ជាប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងដែលកើតឡើងជាមួយអាល់គីលអាសួ និងបង្កើតអាមីនថ្នាក់ទី១ ដោយបោះបង់កាបូនអាស៊ីត។ វាស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងHofmann ត្រង់ថា ក្រុមRរំកិលពីកាបូនអាស៊ីលទៅអាតូមអាសូត នៅពេលក្រុមចាកចេញធ្វើការចាកចេញ។ ក្នុងពេលនេះក្រុមចាកចេញជាN_2 (ក្រុមចាកចេញល្អជាងគេមួយ ដោយសារតែវាមានស្ថេរភាពខ្ពស់ មិនមែនជាបាស និងជាឧស្ម័ន អាចចាកចេញដោយខ្លួនវាពីមជ្ឈដ្ឋានប្រតិកម្ម)។ អាស៊ីលអាសួត្រូវបានទធ្វើយ៉ាងងាយដោយឱ្យអាស៊ីលក្លរ មានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអាសួ។ ការកម្តៅអាស៊ីលអាសួធ្វើឱ្យមានបណ្តូរទីតាំងនេះ បន្ទាប់មកការថែមទឹក បណ្តាលឱ្យមានប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស និងដេកាបុកស៊ីលកម្មលើអ៊ីសូស្យាណាត៖



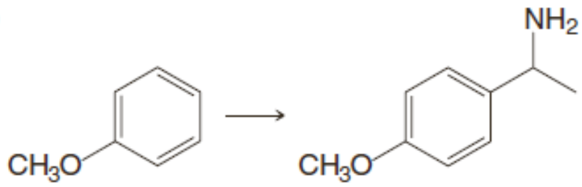
អាស៊ីលក្លរ អាស៊ីលអាសួ អ៊ីសូស្យាណាត អាមីន

លំហាត់ឧទាហរណ៍២០.៧៖ ចូរជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រល្អមួយ និងបង្ហាញពីរបៀបសម្រេចការបម្លែងខាងក្រោម៖

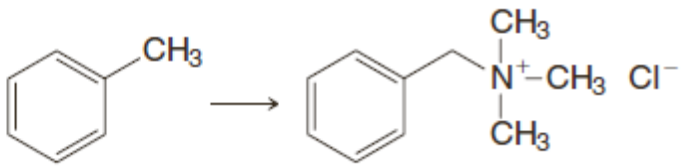
(a)



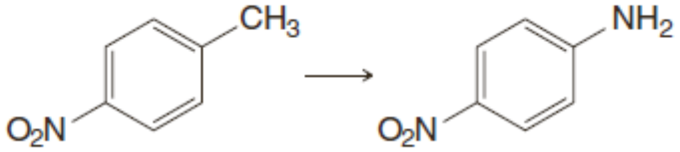
(b)



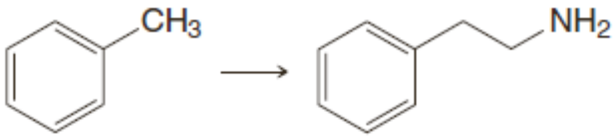
(c)



(d)



(e)

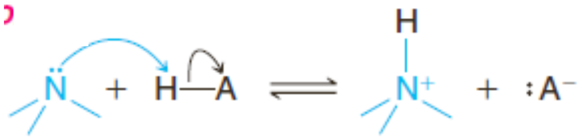


៥. ប្រតិកម្មរបស់អាមីន

យើងបានឃើញរួចហើយអំពីប្រតិកម្មសំខាន់ជាច្រើនរបស់អាមីនក្នុងផ្នែកខាងលើ។ ក្នុងផ្នែក២០.៣ យើងឃើញប្រតិកម្មដែលអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣មានតួនាទីជាបាស។ ក្នុងផ្នែក២០.៤ យើងបានឃើញប្រតិកម្មរបស់ពួកវាជា*នុយក្លេអូភីល*ក្នុង*ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម* ហើយក្នុងមេរៀនទី១៧ ជា*នុយក្លេអូភីល*ក្នុង*ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម*។ ក្នុងមេរៀនទី១៥ យើងបានឃើញថា ក្រុមអាមីណូមួយលើវង់អារ៉ូម៉ាទិចមានអំពីជា*ក្រុមសកម្មខ្លាំងមួយ* ហើយជា*ក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា*។

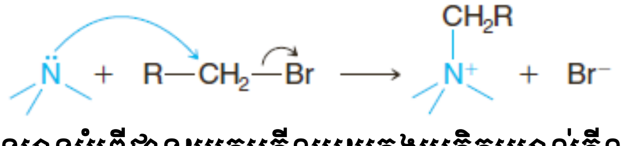
លក្ខណៈរបស់អាមីនដែលមានប្រតិកម្មទាំងអស់នេះ ហើយដែលជាមូលដ្ឋានឱ្យយើងយល់អំពីគីមីវិទ្យា នៃអាមីនគឺលទ្ធភាពរបស់អាសូតក្នុងការដាក់រួមនូវទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយ។

ប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាស



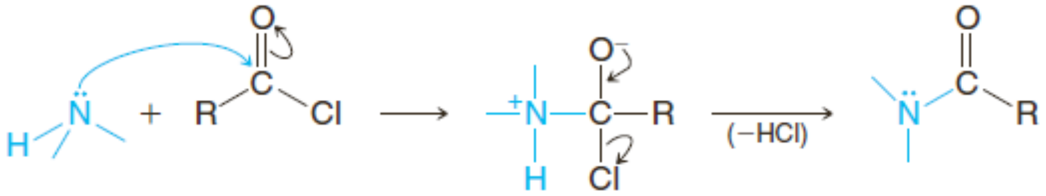
អាមីនមានអំពើជាបាស

ប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម



អាមីនមានអំពើជានុយក្លេអូភីលមួយក្នុងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម

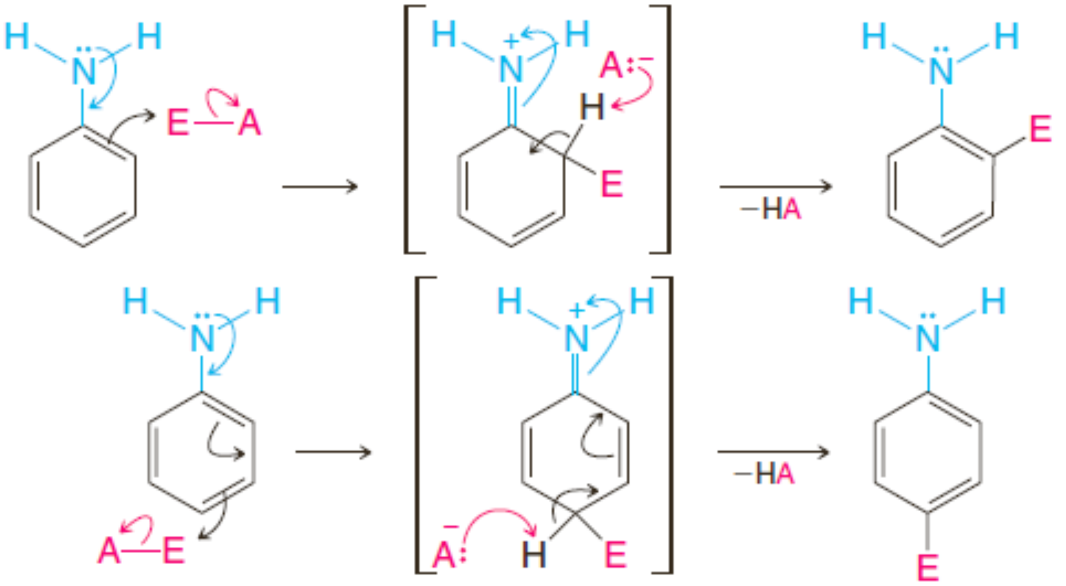
ប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម



អាមីនថ្នាក់ទី១ ឬថ្នាក់ទី២មានអំពើជានុយក្លេអូភីលមួយក្នុងប្រតិកម្មអាស៊ីលកម្ម

ក្នុងឧទាហរណ៍ខាងលើ អាមីនមានអំពើជានុយក្លេអូភីលដោយផ្តល់ទ្វេតាអេឡិចត្រុងរបស់វាទៅភ្ជាក់ងារអេឡិចត្រូភីល។ ក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោម ទម្រង់រេសូណង់ដែលទាក់ទងនឹងទ្វេតាអេឡិចត្រុងអាសូតនេះធ្វើឱ្យអាតូមកាបូនមានលក្ខណៈនុយក្លេអូភីល៖

ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច



ក្រុមអាមីនមានអំពើជាក្រុមសកម្ម ហើយជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាក្នុងប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.៨៖ រំលឹកការសិក្សារបស់អាមីនក្នុងផ្នែកខាងលើ ហើយឱ្យឧទាហរណ៍ជាក់លាក់របស់ប្រតិកម្មខាងលើ។

អុកស៊ីតកម្មអាមីន

អាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២រងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម ទោះបីក្នុងករណីស្ទើរទាំងអស់ គេមិនទទួលបានផលិតផលមិនមានប្រយោជន៍។ ប្រតិកម្មបន្ទាប់បន្សំជាច្រើនតែងកើតឡើង ធ្វើឱ្យកកើតនូវល្បាយសាំញ៉ាំ។

អាមីនថ្នាក់ទី៣អាចរងប្រតិកម្មទៅជាអាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣យ៉ាងស្អាត។ ប្រតិកម្មនេះអាចកើតឡើងដោយប្រើអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត ឬអាស៊ីតពែរអុកស៊ី៖

$$R_3N: \xrightarrow{H_2O_2 \text{ or } RCOOOH} R_3\overset{+}{N}-\ddot{O}:^-$$

អាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣

យើងនឹងសិក្សាអាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣វងប្រតិកម្មបណ្តាច់សំខាន់មួយក្នុងផ្នែកទី២០.១២ខ។

អារីលអាមីនងាយរងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មដោយភ្នាក់ងារជាច្រើន រួមមានអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់។ អុកស៊ីតកម្មមិនកំណត់តែលើក្រុមអាមីណូទេ ប៉ុន្តែក៏អាចកើតឡើងក្នុងវង់ផងដែរ (តាមរយៈលទ្ធភាពឱ្យអេឡិចត្រុងរបស់វា ក្រុមអាមីណូធ្វើឱ្យវង់សំបូរអេឡិចត្រុង ហើយងាយរងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម)។ អុកស៊ីតកម្មលើក្រុមបង្គុំនាទីផ្សេងៗលើវង់អារ៉ូម៉ាទិចមិនអាចកើតឡើងទេ នៅពេលក្រុមអាមីណូមួយមានវត្តមានលើវង់ ពីព្រោះ អុកស៊ីតកម្មនៃវង់នឹងកើតឡើងមុន។

៦. ប្រតិកម្មរបស់អាមីនជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺ

អាស៊ីតនីត្រឺ (HO-N=O) ជាអាស៊ីតខ្សោយ មិនមានស្ថេរភាព។ វាតែងតែត្រូវបានទង្វើដោយដាក់សូដ្យូមនីត្រឺ ($NaNO_2$) ជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្លាំង៖

$$HCl_{(aq)} + NaNO_{2(aq)} \longrightarrow HONO_{(aq)} + NaCl_{(aq)}$$

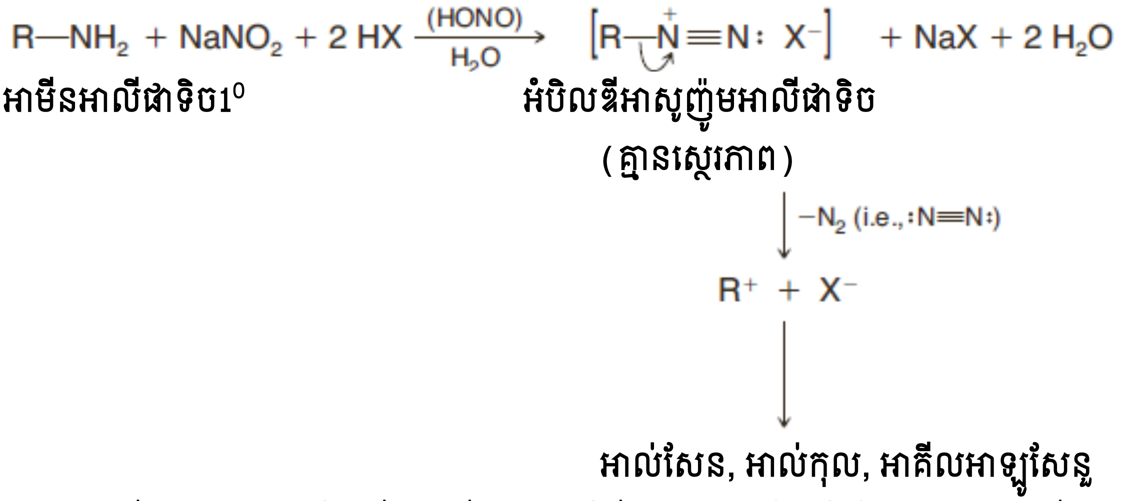
$$H_2SO_4 + 2\,NaNO_{2(aq)} \longrightarrow 2\,HONO_{(aq)} + Na_2SO_{4(aq)}$$

អាស៊ីតនីត្រឺមានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនគ្រប់ថ្នាក់។ ផលិតផលដែលយើងទទួលបានពីប្រតិកម្មទាំងនេះអាស្រ័យលើថ្នាក់របស់អាមីន និងប្រភេទអាមីនអាលីផាទិច ឬអារ៉ូម៉ាទិច។

៦.១ ប្រតិកម្មអាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី១ជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺ

អាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី១ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺតាមរយៈប្រតិកម្មមួយហៅថា ***ប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្ម*** (diazotization) បង្កើតអំបិលឌីអាសូញ៉ូមអាលីផាទិចគ្មានស្ថេរភាពមួយ។ ទោះបីនៅសីតុណ្ហភាពទាបក៏ ដោយ អំបិលឌីអាសូញ៉ូមអាលីផាទិចបំបែកឯកឯងដោយបោះបង់អាសូតបង្កើតកាបូកាចុង។ កាបូកាចុងបន្តបង្កើតល្បាយអាល់សែន និងអាល់គីលអាឡូសែនដោយដកប្រូតុងមួយ ដែលជាប្រតិកម្មជាមួយទឹក និងប្រតិកម្មជាមួយ X^-៖

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



- ប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មរបស់អាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី១មានសារសំខាន់សំយោគតិចតួច ពីព្រោះវាបង្កើត ល្បាយផលិតផល។

ប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មរបស់អាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី១ត្រូវបានប្រើក្នុងដំណើរការវិភាគខ្លះ ប៉ុន្តែ ដោយសារតែ ការបង្កើតអាសូតក្នុងបរិមាណច្រើន។ ពួកវាក៏ត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើត និងសិក្សាលក្ខណៈកាបូកាចុងក្នុងទឹក អាស៊ីតអាសេទិច និងជាតុរំលាយផ្សេងទៀត។

៦.២ ប្រតិកម្មអារីលអាមីនថ្នាក់ទី១ជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺ

ប្រតិកម្មសំខាន់របស់អាមីនជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺជាងគេគឺប្រតិកម្មរបស់អារីលអាមីនថ្នាក់ទី១។ យើងនឹង ឃើញមូលហេតុនេះក្នុងផ្នែក២០.៧។

- អារីលអាមីនថ្នាក់ទី១មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺបង្កើតអំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម។

ទោះបី អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមមិនមានស្ថេរភាព ពួកវានៅតែមានស្ថេរភាពជាងអំបិលឌីអាសូញ៉ូមអាលីផាទិច ពួកវាមិនអាចបំបែកក្នុងល្បឿនក្នុងសូលុយស្យុង នៅពេលសីតុណ្ហភាពរបស់ល្បាយប្រតិកម្មត្រូវបាននៅក្រោមសីតុណ្ហភាព 5^0C៖

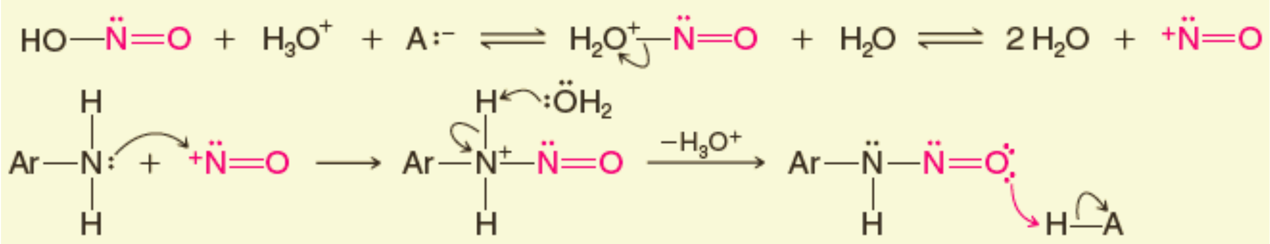
$$Ar{-}NH_2 + NaNO_2 + 2\,HX \longrightarrow Ar{-}\overset{+}{N}{\equiv}N{:}\ X^- + NaX + 2\,H_2O$$

អារីលអាមីន1^0 **អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម**

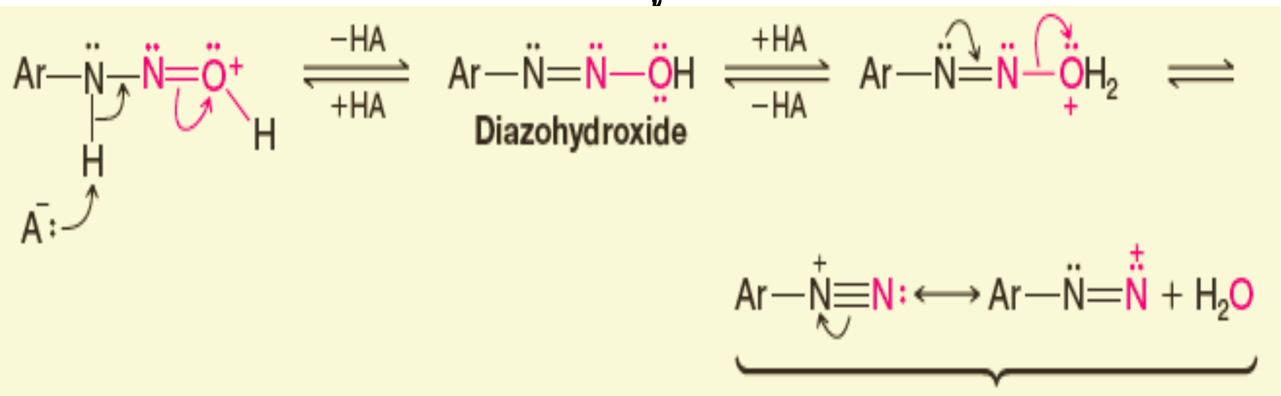
(ស្ថេរភាពក្រោម 5^0C)

ឌីអាសូតកម្មនៃអាមីនថ្នាក់ទី១កើតឡើងតាមស៊េរីមួយនៃដំណាក់កាល។ ក្រោមវត្តមានអាស៊ីតខ្លាំង អាស៊ីតនីត្រឺបំបែកបង្កើតអ៊ីយ៉ុង NO^+។ បន្ទាប់មកអ៊ីយ៉ុងទាំងនេះមានប្រតិកម្មជាមួយអាសូតរបស់អាមីន បង្កើតអ៊ីយ៉ុងN-នីត្រូសូអាម៉ូញ៉ូមមិនស្ថេរភាពជាអង្គធាតុកណ្តាលមួយ។ បន្ទាប់មកអង្គធាតុកណ្តាលនេះ បោះបង់ប្រូតុងមួយបង្កើត N-នីត្រូសូអាមីន ដែលផ្ទុយមកវិញ តូតូមែរកម្មបង្កើតឌីអាសូអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងប្រតិកម្មមួយដែល ស្រដៀងគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មតូតូមែរកម្មសេតូ-អែណុល។ បន្ទាប់មក ក្រោមវត្តមានអាស៊ីត ឌីអាសូអ៊ីដ្រុកស៊ីត បោះបង់ទឹកបង្កើតអ៊ីយ៉ុងឌីអាសូញ៉ូម។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្ម*



អាល់គីលអាមីន1^0 **អ៊ីយ៉ុងN-នីត្រូសូអាម៉ូញ៉ូម** **N-នីត្រូសាមីន**



អ៊ីយ៉ុងឌីអាសូញ៉ូម

- ប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មរបស់អារីលអាមីនថ្នាក់ទី១មានសារសំខាន់សំយោគ ពីព្រោះក្រុមឌីអាសូញ៉ូម $-N^+{\equiv}N{:}$ អាចត្រូវបានជំនួសដោយបង្គុំនាទីផ្សេងៗ។

ការសិក្សាអំពីN-នីត្រូសូអាមីន

N-នីត្រូសូអាមីនជាសារធាតុបង្កមហារីកខ្លាំង ដែលអ្នកវិទ្យាសាស្ត្រខ្លាច មានវត្តមានក្នុងអាហារជាច្រើនជាពិសេសសាច់ខ្លោច ដែលត្រូវបានកកើតឡើងដោយសូដ្យូមនីត្រី។

សូដ្យូមនីត្រីត្រូវបានបន្ថែមលើសាច់ជាច្រើន (ដូចជា សាច់ជ្រូក សាច់មាន់ សាច់គោ សាច់ក្រក សាច់ប៉ាតេ....) ដើម្បីរាំងការលូតលាស់នៃបាក់តេរី Clostridium botulinum (បាក់តេរីដែលបង្កើតជាតិពុល botulinus) ហើយដើម្បីរក្សាសាច់ក្រហមមិនឱ្យក្លាយជាត្នោត (ការពុលអាហារដោយជាតិពុល botulinus តែងតែអាចបណ្តាលឱ្យស្លាប់បាន)។ ក្រោមវត្តមានអាស៊ីត ឬក្រោមឥទ្ធិពលនៃកម្តៅ សូដ្យូមនីត្រីមានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនដែលមានវត្តមានក្នុងសាច់បង្កើត N-នីត្រូសូអាមីន។ ឧទាហរណ៍ សាច់ជ្រូកខ្លោចត្រូវបានបង្ហាញ ថាមាន N-នីត្រូសូឌីមេទីលអាមីន និង N-នីត្រូសូពីរ៉ូលីឌីន។

មានការព្រួយបារម្ភថា នីត្រីពីអាហារអាចបង្កើតនីត្រូសូអាមីន នៅពេលវាមានប្រតិកម្មជាមួយអាមីនក្រោមវត្តមានអាស៊ីតក្នុងក្រពះ។ ក្នុងឆ្នាំ១៩៧៦ FDA បានកាត់បន្ថយបរិមាណរបស់នីត្រីដែលដាក់បន្ថែមលើសាច់ពី 200ppm ទៅ 50-125ppm។ នីត្រី (និងនីត្រាតដែលអាចត្រូវបានបម្លែងទៅជានីត្រីដោយបាក់តេរី) ក៏អាចកើតដោយធម្មជាតិក្នុងអាហារដែរ។

គេដឹងថាផ្សែងបារីក៏មាន N-នីត្រូសូឌីមេទីលអាមីន។ អ្នកជក់បារីមួយកញ្ចប់ក្នុងមួយថ្ងៃស្រូប N-នីត្រូសូ ឌីមេទីលអាមីន 0.8μg ហើយសូម្បីតែក្នុងផ្សែងបារីដែលអ្នកជក់បង្ហុយចោលក៏មានដែរ។

៦.៣ ប្រតិកម្មអាមីនថ្នាក់ទី២ជាមួយអាស៊ីតនីត្រី

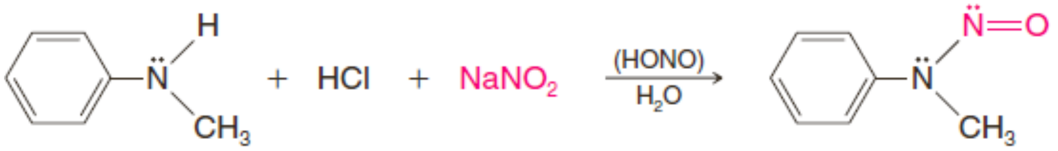
ទាំងអារីល និងអាល់គីលអាមីនថ្នាក់ទី២មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតនីត្រីបង្កើតN-នីត្រូសូអាមីន។ N-នីត្រូសូអាមីនតែងតែញែកពីល្បាយប្រតិកម្មជាប្រេងរាវពណ៌លឿង៖

ឧទាហរណ៍៖

$$(CH_3)_2\ddot{N}H + HCl + NaNO_2 \xrightarrow[H_2O]{(HONO)} (CH_3)_2\ddot{N}-\ddot{N}=O$$

ឌីអេទីលអាមីន **N-នីត្រូសូឌីមេទីលអាមីន**

(ប្រេងលឿង)



N-មេទីលអានីលីន **N-នីត្រូសូ-N-មេទីលអានីលីន**

(87-93%) (ប្រេងលឿង)

៦.៤ ប្រតិកម្មអាមីនថ្នាក់ទី៣ជាមួយអាស៊ីតនីត្រី

នៅពេលអាមីនអាលីផាទិចថ្នាក់ទី៣មួយត្រូវបានលាយជាមួយអាស៊ីតនីត្រី លំនឹងមួយកើតឡើងរវាងអាមីនថ្នាក់ទី៣ អំបិលរបស់វា និងសមាសធាតុ N-នីត្រូសូអាម៉ូញ៉ូម៖

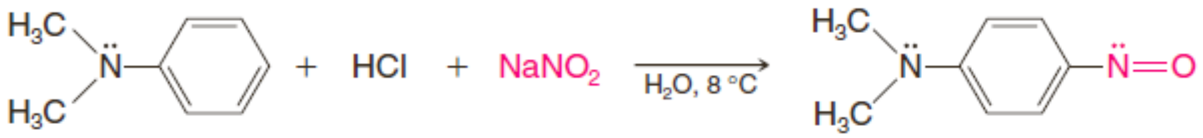
$$2\,R_3N: + HX + NaNO_2 \rightleftharpoons R_3\overset{+}{N}H\,X^- + R_3\overset{+}{N}-\ddot{N}=O\,X^-$$

អាមីនអាលីផាទិច3⁰ **អំបិលអាមីន** **សមាសធាតុN-នីត្រូសូអាម៉ូញ៉ូម**

ទោះបី សមាសធាតុN-នីត្រូសូអាម៉ូញ៉ូមមានស្ថេរភាពនៅសីតុណ្ហភាពទាបក៏ដោយ នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងនៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត វាបំបែកបង្កើតអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន។ ប៉ុន្តែ ប្រតិកម្មនេះមានសារសំខាន់តិចតួចក្នុងការសំយោគ។

អារីលអាមីនថ្នាក់ទី៣មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតនីត្រឺបង្កើតសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច C-នីត្រូសូ។ នីត្រូកម្ម (nitrosation) កើតឡើងស្ទើរតែទាំងស្រុងលើទីតាំងប៉ារ៉ា បើសិនទីតាំងនេះទំនេរ ហើយបើសិនជាមិនទំនេរ វាកើតឡើងលើទីតាំងអរតូ។ ប្រតិកម្មនេះ (មើលក្នុងលំហាត់អនុវត្តន៍២០.៩) ជាឧទាហរណ៍មួយទៀតនៃប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។

ឧទាហរណ៍៖



p-នីត្រូសូ-N,N-ឌីមេទីលអានីលីន

(80 – 90%)

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.៩៖ គេជឿជាក់ថា ប្រតិកម្មនីត្រូកម្មប៉ារ៉ារបស់N,N-ឌីមេទីលអានីលីន (C-នីត្រូកម្ម) កើតឡើងតាមការប្រយុទ្ធអេឡិចត្រូភីលមួយដោយអ៊ីយ៉ុង NO^+។

a. ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ៊ីយ៉ុង NO^+ ត្រូវបានបង្កើតក្នុងសូលុយស្យុង $NaNO_2$និង HCl។
b. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្ម p-នីត្រូកម្មរបស់ N,N-ឌីមេទីលអានីលីន
c. អាមីនអារ៉ូម៉ាទិចថ្នាក់ទី៣ និងផេណុលរងប្រតិកម្ម C-នីត្រូកម្ម តែស្រលាយបង់សែនស្ទើរតែទាំងអស់មិនមានប្រតិកម្មនេះទេ។ ចូរពន្យល់ពីភាពខុសគ្នានេះ។

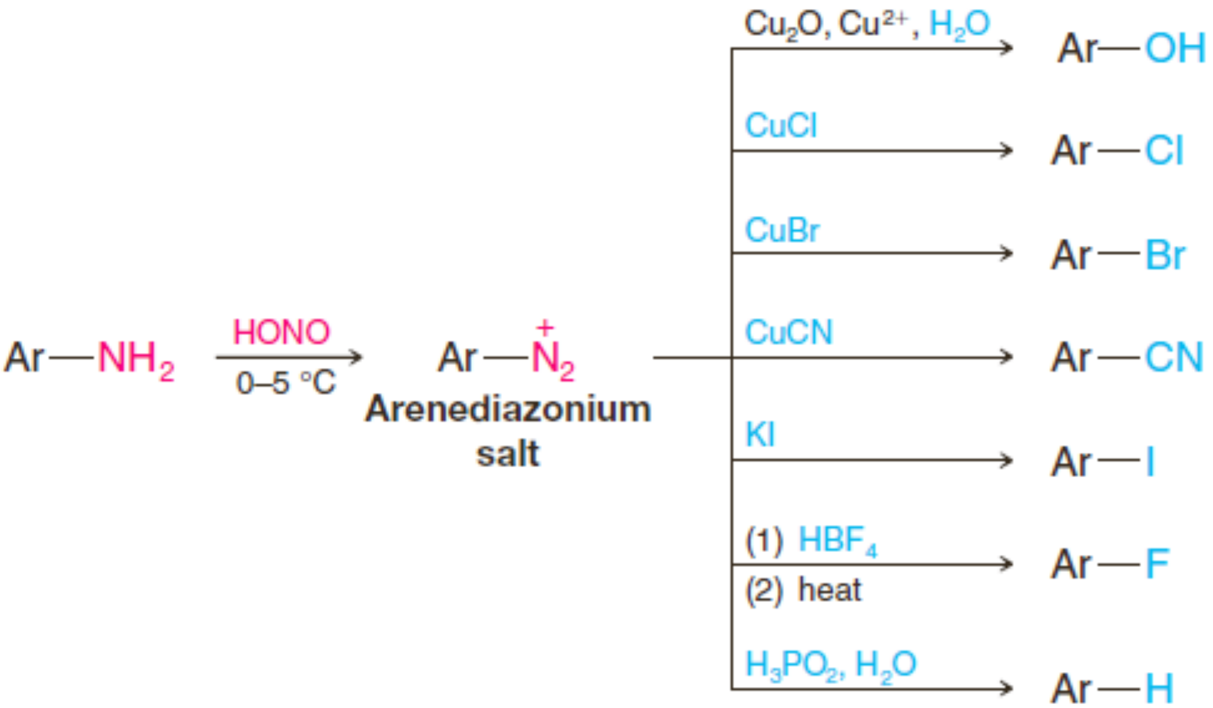
៧. ប្រតិកម្មជំនួសរបស់អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម

- អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមជាអង្គធាតុមានប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគសមាសធាតុសរីរាង្គអារ៉ូម៉ាទិច ពីព្រោះ ក្រុមឌីអាសូញ៉ូមអាចត្រូវបានជំនួសដោយអាតូម ឬក្រុមអាតូមមួយចំនួនដូចជា -F, -Cl, -Br, -I, -CN, -OH, និង -H។

អំបិលឌីអាសូញ៉ូមតែងតែត្រូវបានទង្វើដោយប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មអាមីនអារ៉ូម៉ាទិចថ្នាក់ទី១។ អារីលអាមីនថ្នាក់ទី១អាចត្រូវបានសំយោគតាមរយៈប្រតិកម្មរេដុកម្មនេះសមាសធាតុនីត្រូដែលអាចទទួលបានដោយ ងាយពីប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម។

៧.១ ការសំយោគដោយប្រើអំបិលឌីអាសូញ៉ូម

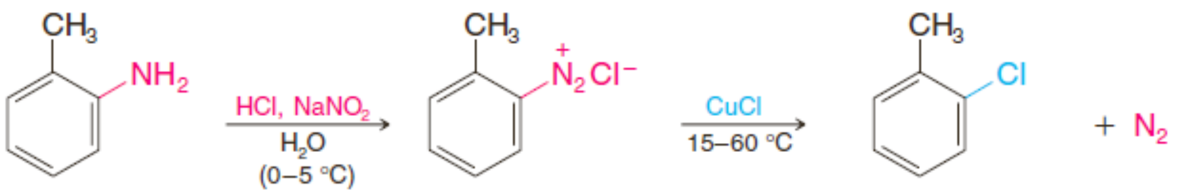
អំបិលឌីអាសូញ៉ូមស្ទើរតែទាំងអស់មិនមានស្ថេរភាពនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង 5-10^{0}C ហើយអាចផ្ទុះនៅពេលវាស្ងួត។ ប៉ុន្តែ ជាសំណាងល្អ ប្រតិកម្មជំនួសរបស់អំបិលឌីអាសូញ៉ូមស្ទើរតែទាំងអស់មិនត្រូវការការញែកពួកវាចេញទេ។ យើងគ្រាន់តែបន្ថែមរ៉េអាក់ទីបមួយទៀត (CuCl, CuBr, KI ។ល។) ទៅក្នុងល្បាយដុតកម្តៅសូលុយស្យុងថ្មមៗ ការជំនួសកើតឡើង (ដោយមានបំភាយអាសូតផង)៖



មានតែក្នុងប្រតិកម្មជំនួសក្រុមឌីអាសូញ៉ូមដោយ -F ដែលយើងត្រូវញែកអំបិលឌីអាសូញ៉ូមចេញ។ យើងធ្វើរបៀបនេះដោយបន្ថែមHBF_4ទៅក្នុងល្បាយ ធ្វើឱ្យអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមភ្លុយអរ៉ូប៉ារ៉ាត $ArN_2^+BF_4^-$ ស្ថេរភាព និងរលាយ តិចរងជាកករ។

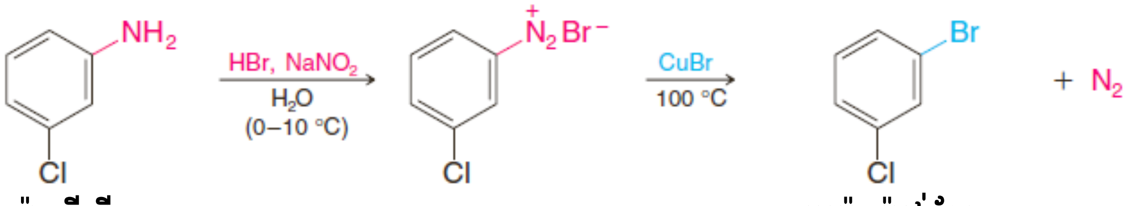
៧.២ ប្រតិកម្ម Sandmeyer៖ ប្រតិកម្មជំនួសក្រុមឌីអាសូញ៉ូមដោយ -Cl, -Br, ឬ -CN

អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមប្រតិកម្មជាមួយទង់ដែងក្លរួ ទង់ដែងប្រូមួ និងទង់ដែងស្យាណួ បង្កើតផលិតផល ដែលក្រុមឌីអាសូញ៉ូមត្រូវបានជំនួសដោយ -Cl, -Br និង -CN។ ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានគេស្គាល់ជាទូទៅជា *ប្រតិកម្មSandmeyer* ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងមានដូចខាងក្រោម។ គេមិនទាន់យល់នូវចលនការរបស់ប្រតិកម្មជំនួសនេះពេញលេញទេ ប្រតិកម្មនេះទំនោងជាប្រតិម្មរ៉ាឌីកាល់សេរី មិនមែនអ៊ីយ៉ុងទេ។



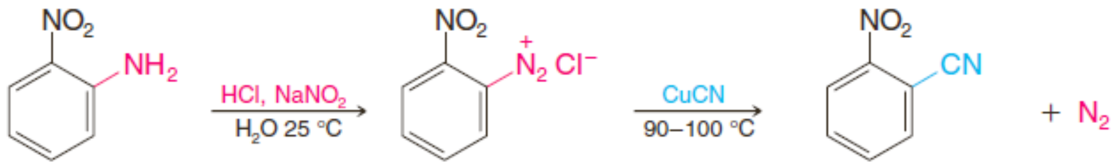
o-តូលុយអ៊ីឌីន

o-ក្លរ៉ូតូលុយអែន
(74-79%)



m-ក្លរ៉ូអានីលីន

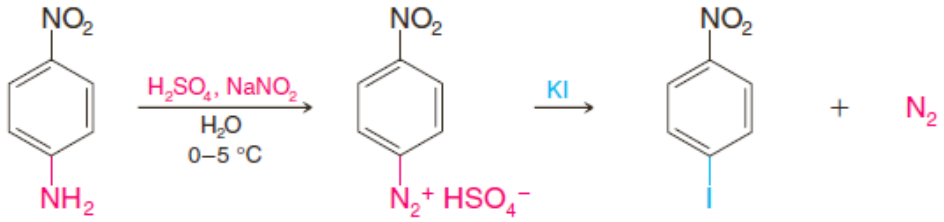
m-ប្រូម៉ូក្លរ៉ូបង់សែន
(70%)



o-នីត្រូអានីលីន　　　　　　　　　　　　O-នីត្រូបង់សូនីត្រីល (65%)

៧.៣ ជំនួសដោយ -I

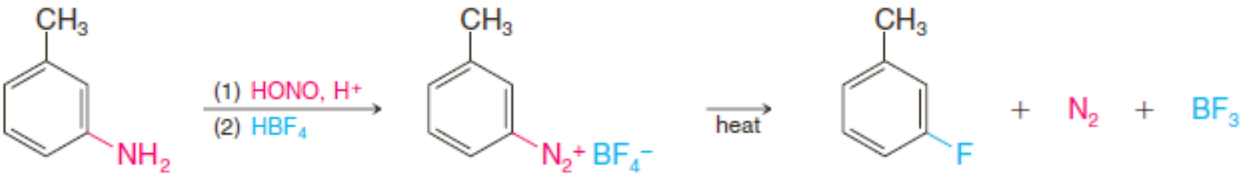
អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមមានប្រតិកម្មជាមួយប៉ូតាស្យូមអ៊ីយ៉ូឌួបង្កើតផលិតផល ដែលក្រុមឌីអាសូត្រូវបានជំនួសដោយ -I។ ឧទាហរណ៍មួយគឺការសំយោគ p-អ៊ីយ៉ូដូនីត្រូបង់សែន៖



o-នីត្រូអានីលីន　　　　　　　　　　　　p-អ៊ីយ៉ូដូនីត្រូបង់សែន (81%)

៧.៤ ជំនួសដោយ -F

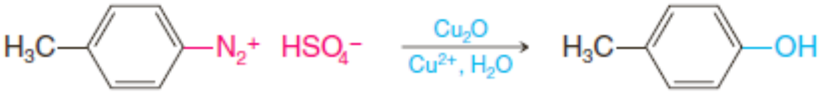
ក្រុមឌីអាសូញ៉ូមអាចត្រូវបានជំនួសដោយភ្លុយ ដោយដាក់អំបិលឌីអាសូញ៉ូមឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតភ្លុយអរ៉ូបរិច (HBF_4)។ ឌីអាសូញ៉ូមភ្លុយអរ៉ូប៉រ៉ាតដែលរងកករត្រូវបានញែកចេញ សំងួត ហើយកម្តៅរហូតដល់ការបំបែកកើតឡើង។ អារីលភ្លុយអរួមួយកើតឡើង៖



m-តូលុយអែន　　　m-តូលុយអែនឌីអាសូញ៉ូមភ្លុយអរ៉ូប៉រ៉ាត (79%)　　　m-ភ្លុយអរ៉ូតូលុយអែន (69%)

៧.៥ ជំនួសដោយ -OH

ក្រុមឌីអាសូញ៉ូមអាចត្រូវបានជំនួសដោយក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល ដោយបន្ថែមទង់ដែង(I)អុកស៊ីតទៅក្នុងសូលុយស្យុងរាងនៃអំបិលឌីអាសូញ៉ូមដែលមានបរិមាណលើសនៃទង់ដែង (II) នីត្រាត៖



p-តូលុយអែនឌីអាសូញ៉ូមអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផាត　　　　p-ក្រេសុល (93%)

ប្រតិកម្មSandmeyer ទាំងនេះ ជាវិធីសាស្ត្រងាយជាង និងសុវត្ថិភាពជាងវិធីសាស្ត្រចាស់ៗក្នុងការ ទធ្វើផេណុល ដែលត្រូវការដុតកម្តៅអំបិលឌីអាសូញ៉ូមជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១០៖ ក្នុងឧទាហរណ៍ខាងលើនៃប្រតិកម្មឌីអាសូញ៉ូម យើងបានបង្ហាញអំពីការសំយោគដែលចាប់ផ្តើមដោយសមាសធាតុ a – d ។ ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចធ្វើពួកវាពីសមាសធាតុខាងក្រោមពីបង់សែន។

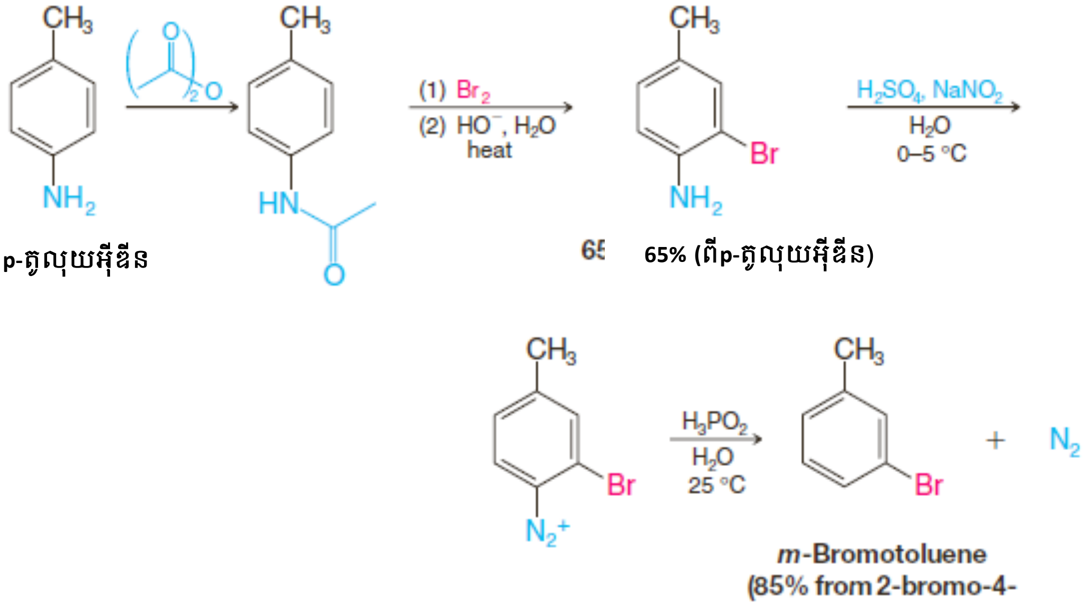
a. m-ក្លរ៉ូអានីលីន
b. m-ប្រូម៉ូអានីលីន
c. o-នីត្រូអានីលីន
d. p-នីត្រូអានីលីន

៧.៦ ជំនួសដោយអ៊ីដ្រូសែន៖ ដេអាមីនកម្មដោយដេអាសូតកម្ម

អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតអ៊ីប៉ូផូស្វរ៉ូ (H_3PO_2) បង្កើតផលិតផលដែលមានក្រុមឌីអាសូញ៉ូមត្រូវបានជំនួសដោយ -H។

ដោយសារតែយើងតែងតែចាប់ផ្តើមការសំយោគមួយដោយប្រើអំបិលឌីអាសូញ៉ូម ដោយធ្វើប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មលើសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចមួយ ដែលជំនួស -H ដោយ -NO_2បន្ទាប់មក ដោយ -NH_2 វាអាចចំលែកដែលយើងចង់ជំនួសក្រុមឌីអាសូញ៉ូមដោយ-H។ ប៉ុន្តែ ការជំនួសក្រុមឌីអាសូញ៉ូមដោយ -H អាចជាប្រតិកម្មមានប្រយោជន៍មួយ។ យើងអាចបញ្ចូលក្រុមអាមីណូចូលក្នុងវង់អារ៉ូម៉ាទិចមួយ ដើម្បីឱ្យមានឥទ្ធិពលដំណៅទិសនៃប្រតិកម្មបន្ទាប់។ ក្រោយក យើងអាចដកក្រុមអាមីណូ (គឺអនុវត្ត**ប្រតិកម្មដេអាមីនកម្ម** (deamination)) ដោយធ្វើប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មវា ហើយដាក់អំបិលឌីអាសូញ៉ូមឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយ H_3PO_2។

យើងឃើញឧទាហរណ៍មួយនៃអត្ថប្រយោជន៍របស់ប្រតិកម្មដេអាមីនកម្មក្នុងការសំយោគm-ប្រូម៉ូតូលុយអែនខាងក្រោម។

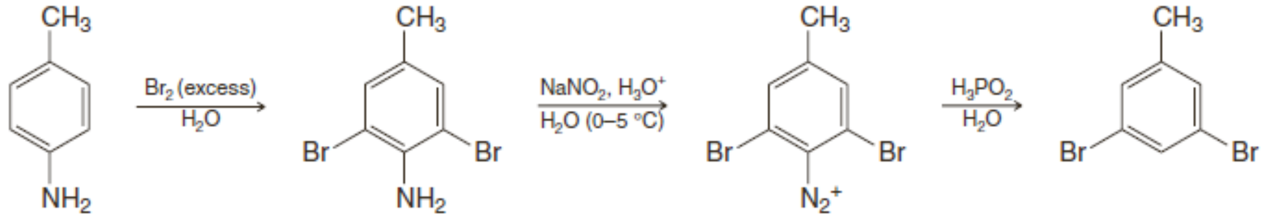


យើងមិនអាចធ្វើ m-ប្រូម៉ូតូលុយអែនដោយប្រតិកម្មប្រូមកម្មផ្ទាល់នៃតូលុយអែន ឬដោយប្រតិកម្មអាល់គីលកម្ម Friedel-Crafts នៃប្រូម៉ូបង់សែន ពីព្រោះប្រតិកម្មទាំងពីរបង្កើត o- និង p-ប្រូម៉ូតូលុយអែន (ទាំង CH_3- និង Br- ជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ា)។ ប៉ុន្តែ បើសិនជាយើងចង់ចាប់ផ្តើមជាមួយ p-តូលុយអ៊ីឌីន (ទធ្វើ ដោយប្រតិកម្មនីត្រាតកម្មតូលុយអែន ញែកអ៊ីសូមែរប៉ារ៉ាចេញ និងធ្វើរេដុកម្មជាក្រុមនីត្រូ) យើងអាច

ធ្វើប្រតិកម្ម បន្តបន្ទាប់ដែលបានបង្ហាញ ហើយទទួលបាន m-ប្រូម៉ូតូលុយអែនក្នុងផលិតផលខ្ពស់។ ដំណាក់កាលទី១ ជាការសំយោគ ស្រលាយ N-អាសេទីលនៃp-តូលុយឌីអ៊ីន ត្រូវបានធ្វើឡើងដើម្បីកាត់បន្ថយឥទ្ធិពលសកម្ម របស់ក្រុមអាមីណូ (បើសិនធ្វើដូចនេះទេ ទីតាំងអរតូទាំងពីរនឹងត្រូវរងប្រតិកម្មប្រូមកម្ម) ក្រោយមកក្រុម អាសុីលត្រូវបានដកចេញដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស។

លំហាត់ឧទាហរណ៍៖ ចូរឱ្យរបៀបសំយោគមួយទៀតដែលអាចទធ្វើ 3,5-ឌីប្រូម៉ូតូលុយអែន។

វិធីសាស្ត្រ និងចម្លើយ៖ ក្រុមអាមីណូជាក្រុមសកម្មខ្លាំងជាងក្រុមអាមីដូ។ បើសិនយើងធ្វើប្រូមកម្មផ្ទាល់ជាមួយវត្តមាននៃក្រុមអាមីណូ ជាជាងធ្វើប្រូមកម្មបន្ទាប់ពីបម្លែងអាមីនទៅជាអាមីតសិន យើងអាចធ្វើប្រូមកម្មលើទីតាំងអរតូទាំងពីរ។ យើងត្រូវតែផ្តល់បរិមាណប្រូមគ្រប់គ្រាន់។



លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១១៖

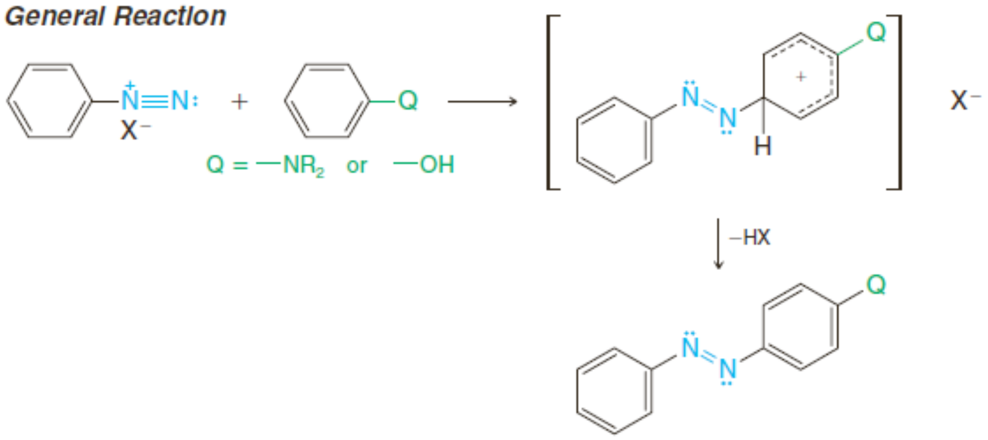
a. ក្នុងផ្នែក២០.៧យ យើងបានបង្ហាញការសំយោគ m-ក្លយអរ៉ូតូលុយអែន ដោយចាប់ផ្តើមពី m-តូលុយអ៊ីឌីន។ តើអ្នកអាចទធ្វើ m-តូលុយអ៊ីឌីនពីតូលុយអែនតាមរបៀបណា?
b. តើអ្នកអាចទធ្វើ m-ក្លរ៉ូតូលុយអែនតាមរបៀបណា?
c. តើអ្នកអាចទធ្វើ m-ប្រូម៉ូតូលុយអែនតាមរបៀបណា?
d. តើអ្នកអាចទធ្វើ m-អ៊ីយ៉ូដូតូលុយអែនតាមរបៀបណា?
e. តើអ្នកអាចទធ្វើ m-តូលុយនីទ្រីល ($m\text{-}CH_3C_6H_4CN$)តាមរបៀបណា?
f. តើអ្នកអាចទធ្វើ អាស៊ីត m-តូលុយអ៊ិចតាមរបៀបណា?

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១២៖ ដោយចាប់ផ្តើមពី p-នីត្រូអានីលីន (លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១០d) ចូរបង្ហាញរបៀប សំយោគ 1,2,3-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សែន។

៨. ប្រតិកម្មបង្កំគូរបស់អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម

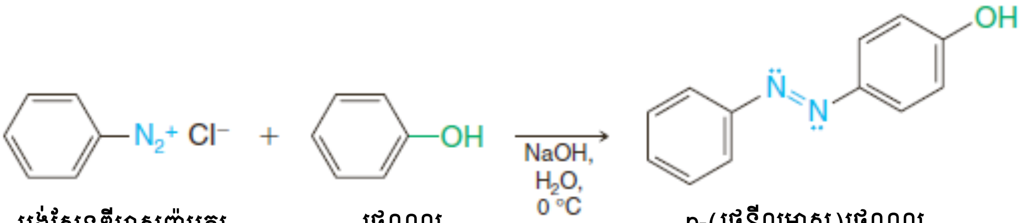
អ៊ីយ៉ុងអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមជាអេឡិចត្រូភីលខ្សោយ ពួកវាមានប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចប្រតិកម្មភាពខ្ពស់ ដូចជាជាមួយផេណុល និងអារីលអាមីនថ្នាក់ទី៣ បង្កើតសមាសធាតុអាសូ។ ប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មបង្កំគូឌីអាសូ** (diazo coupling reaction)។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

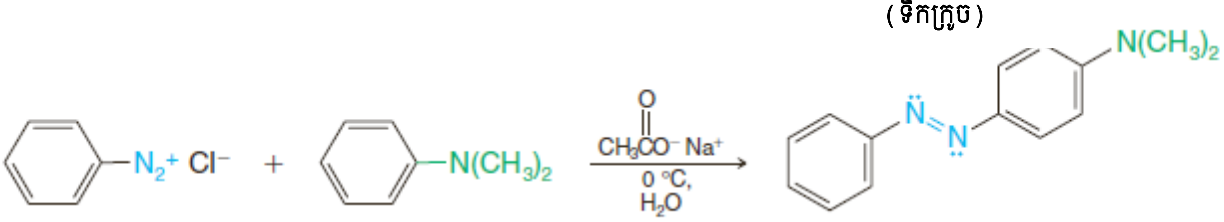


សមាសធាតុអាសូ

ឧទាហរណ៍៖

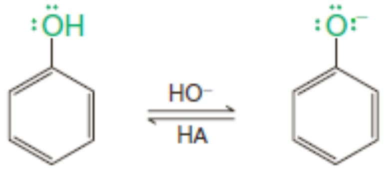


បង់សែនឌីអាសូញ៉ូមក្លរ | ផេណុល | p-(ផេនីលអាសូ)ផេណុល (ទឹកក្រូច)

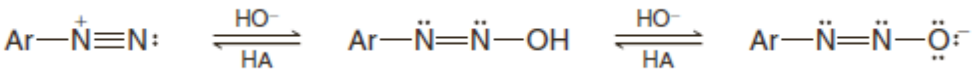


បង់សែនឌីអាសូញ៉ូមក្លរ | N,N-ឌីមេទីលអានីលីន | N,N-ឌីមេទីល-p-(ផេនីលអាសូ)អានីលីន អង្គធាតុរឹងពណ៌លឿង

ប្រតិកម្មបង្គុំគូរវាងកាចុងអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម និងផេណុលកើតឡើងរហ័សបំផុត ក្នុងសូលុយស្យុងបាសតិចតួច។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ បរិមាណសមស្របនៃផេណុលមានវត្តមានជាអ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីត ArO^- ហើយអ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីតមានប្រតិកម្មភាពចំពោះអេឡិចត្រូភីលខ្លាំងជាងផេណុលខ្លួនវា (ហេតុអ្វី?)។ ប៉ុន្តែ បើសិនសូលុយស្យុងជាបាសខ្លាំង (pH>10) អំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមមានប្រតិកម្មខ្លួនវាជាមួយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតបង្កើតអ៊ីយ៉ុងឌីអាសូអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬឌីអាសូតាតមិនមានប្រតិកម្មភាពមួយ៖

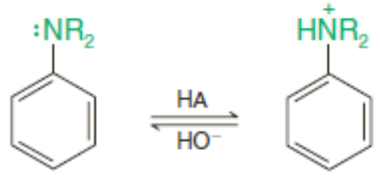


ផេណុល (បង្គុំគូយឺតៗ) | អ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីត (បង្គុំគូរហ័ស)



អារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម (បង្គុំគូ) | ឌីអាសូអ៊ីដ្រុកស៊ីត (មិនបង្គុំគូ) | អ៊ីយ៉ុងឌីអាសូតាត (មិនបង្គុំគូ)

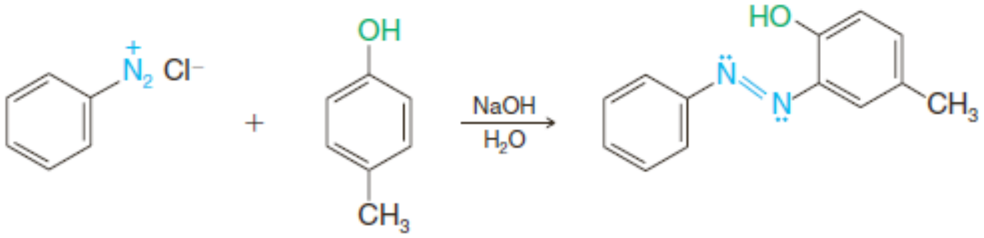
បង្គុំគូរវាងកាចុងអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម និងអាមីនកើតឡើងរហ័សណាស់ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតតិចតួច (pH =5- 7) ។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ កំហាប់របស់កាចុងអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូមមានកំហាប់អតិបរមានៅពេលដែលបរិមាណរបស់អាមីនលើសមួយមិនបានបម្លែងទៅជាអំបិលអាមីនីញ៉ូមគ្មានប្រតិកម្មភាព។



អាមីន (បង្គុំគូ) **អំបិលអាមីនីញ៉ូម (មិនបង្គុំគូ)**

បើសិន pH របស់សូលុយស្យុងទាបជាង 5 ល្បឿនប្រតិកម្មបង្គុំគូរបស់អាមីនយឺត។

ជាមួយផេណុល និងស្រលាយអានីលីន បង្គុំគូកើតឡើងលើតែទីតាំប៉ារ៉ាប៉ុណ្ណោះបើវាទំនេរ។ បើមិនទំនេរ បង្គុំកើតឡើងលើទីតាំងអរតូ។

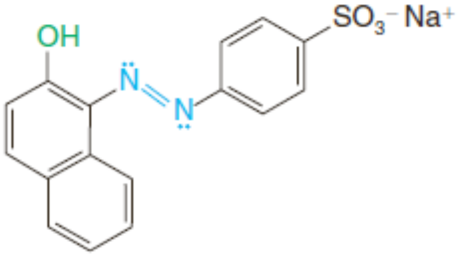


4-មេទីលផេណុល (p-ក្រេសុល) **4-មេទីល-2-(ផេនីលអាសូ)ផេណុល**

សមាសធាតុអាសូតែងតែមានពណ៌ច្បាស់ ពីព្រោះតំណអាសូ (ឌីអាសែនឌីអ៊ីល) - N=N- មានវង់ អារ៉ូម៉ាទិចឆ្លាស់ពីរ។ ប្រព័ន្ធនេះធ្វើឱ្យមានប្រព័ន្ធអេឡិចត្រុងπ មិនដៅកន្លែង ហើយធ្វើឱ្យវាស្រូបពន្លឺក្នុងតំបន់មើលឃើញ។ ដោយសារតែសមាសធាតុអាសូមានពណ៌ច្បាស់ ហើយដោយសារតែពួកវាអាចសំយោគពីសមាសធាតុតម្លៃថោកជាង ពួកវាត្រូវបានប្រើជា*ល័ខ* (dyes)។

ល័ខអាសូតែងតែមានក្រុម -$SO_3^-Na^+$ មួយឬច្រើន ដើម្បីឱ្យវារលាយក្នុងទឹក ហើយជួយឱ្យល័ខចង សម្ព័ន្ធជាមួយផ្ទៃសរសៃប៉ូលែ (រោមសត្វ កប្បាស ឬនីឡុង)។ ល័ខជាច្រើនត្រូវបានបង្កើតដោយប្រតិកម្មបង្គុំនៃណាប់ផ្ទីលអាមិន និងណាប់ផ្តុល។

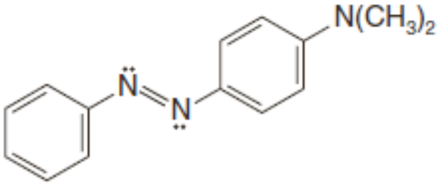
ល័ខទឹកក្រូច II ដែលបានរកឃើញក្នុងឆ្នាំ១៨៧៦ ត្រូវបានបង្កើតពី 2-ណាប់ផ្តុល៖



ល័ខទឹកក្រូចII

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៣៖ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគល័ខទឹកក្រូចII ពី 2-ណាប់ផ្តុល និងអាស៊ីត p-អាមីណូបង់សែនស៊ុលផូនិច។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៤៖ Butter Yellow ជាល័ខមួយដែលបានប្រើដើម្បីឱ្យប័រប្រេងរុក្ខជាតិមានពណ៌។ ដោយ សារតែវាត្រូវបានគេបង្ហាញថាជាសមាសធាតុបង្កមហារីក គេមិនអនុញ្ញាតិឱ្យប្រើក្នុងអាហារទៀតទេ។ ចូរ សរសេរសមីការសំយោគ Butter Yellow ពីបង់សែន និង N,N-ឌីមេទីលអានីលីន។



Butter Yellow

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៥៖ សមាសធាតុអាសូអាចរងរេដុកម្មជាអាមីនដោយរ៉េអាក់ទីបផ្សេងៗ ដូចជាសំណប៉ាហាំងក្លរួ ($SnCl_2$)៖

$$Ar{-}N{=}N{-}Ar' \xrightarrow{SnCl_2} ArNH_2 + Ar'NH_2$$

ប្រតិកម្មរេដុកម្មនេះមានសារប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគ ដូចឧទាហរណ៍ខាងក្រោម៖

$$\text{4-Ethoxyaniline} \xrightarrow[\text{(2) phenol, HO}^-]{\text{(1) HONO, }H_3O^+} \textbf{A}\ (C_{14}H_{14}N_2O_2) \xrightarrow{\text{NaOH, }CH_3CH_2Br}$$

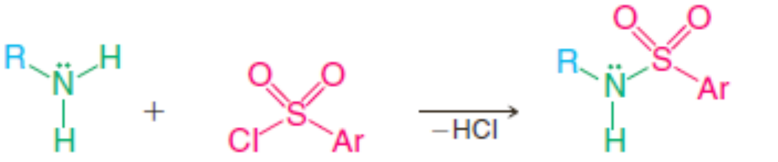
$$\textbf{B}\ (C_{16}H_{18}N_2O_2) \xrightarrow{SnCl_2}$$

$$\text{two molar equivalents of } \textbf{C}\ (C_8H_{11}NO) \xrightarrow{\text{acetic anhydride}} \text{phenacetin}\ (C_{10}H_{13}NO_2)$$

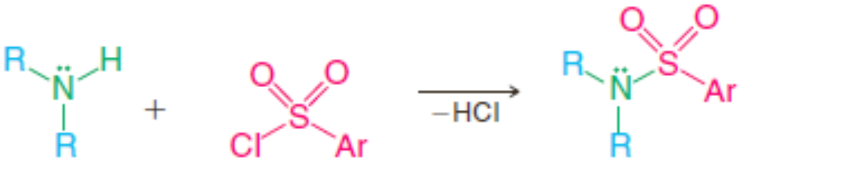
ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផេណាសេទីន និងអង្គធាតុកណ្ដាលA, B, និងC (ផេណាសេទីនតែងតែត្រូវបានប្រើជាថ្នាំផ្សះ)។

៩. ប្រតិកម្មរបស់អាមីនជាមួយស៊ុលផូនីលក្លរួ

អាមីនថ្នាក់ទី១ និងទី២មានប្រតិកម្មជាមួយស៊ុលផូនីលក្លរួបង្កើត**ស៊ុលផូនអាមីត**៖

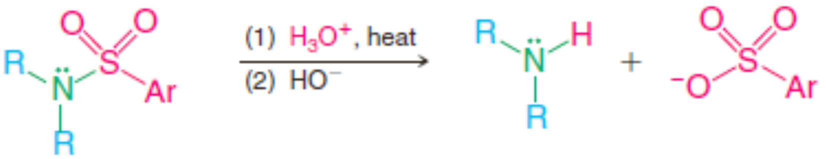


អាមីន1⁰ ស៊ុលផូនីលក្លរួ ស៊ុលផូនអាមីត N-ជំនួស



អាមីន2⁰ ស៊ុលផូនីលក្លរួ ស៊ុលផូនអាមីត N,N-ឌីជំនួស

នៅពេលដុតកម្ដៅជាមួយអាស៊ីតរាវ ស៊ុលផូនអាមីតរងអ៊ីដ្រូលីសទៅជាអាមីន៖



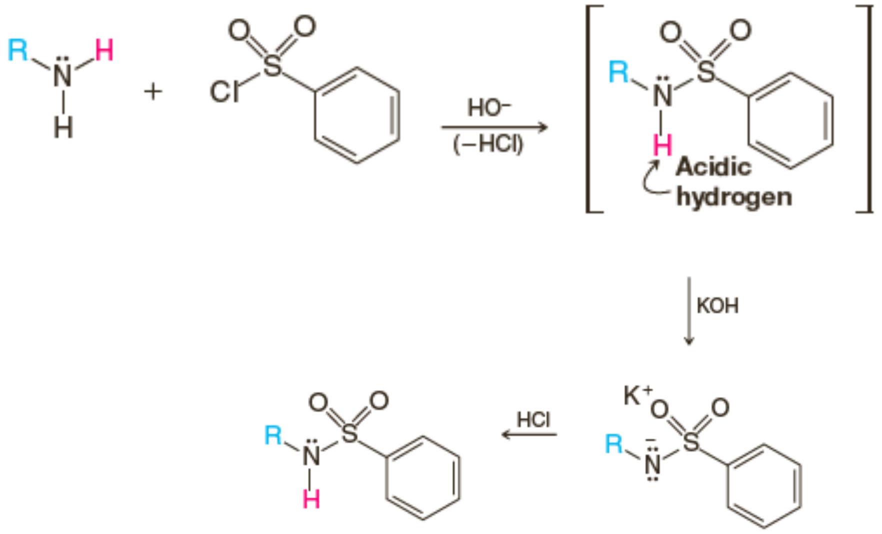
ប៉ុន្តែ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសនេះយឺតជាងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសរបស់កាបុកសាមីតខ្លាំងណាស់។

តេស្តHinsberg

- ការកកើតស៊ុលផូនអាមីតគឺជាមូលដ្ឋាននៃតេស្តគីមីមួយ ហៅថា**តេស្ត** Hinsberg ដែលអាចប្រើដើម្បីបង្ហាញថ្នាក់អាមីនជាថ្នាក់ទី១ ទី២ ឬទី៣។

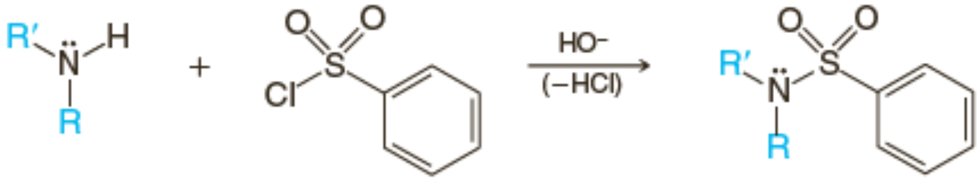
តេស្ត Hinsberg មានពីរដំណាក់កាល។ ដំណាក់កាលទី១ ល្បាយមួយដែលមានបរិមាណតិចតួចនៃអាមីន និងបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរួត្រូវបានគ្រលែងជាមួយប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតលើស។ បន្ទាប់មក ទុកឱ្យប្រតិកម្មកើតឡើងក្នុងមួយសន្ទុះ ហើយធ្វើអាស៊ីតកម្មលើល្បាយនោះ។ ប្រភេទនីមួយៗរបស់អាមីនថ្នាក់ទី១ ថ្នាក់ទី២ ឬថ្នាក់ទី៣ ឱ្យឈុតនៃលទ្ធផលបន្ទាប់ពីធ្វើប្រតិកម្មពីរដំណាក់កាលនេះ។

អាមីនថ្នាក់ទី១មានប្រតិកម្មជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរួបង្កើត បង់សែនស៊ុលផូនអាមីតN-ជួស។ បន្ទាប់មកអាមីនទាំងនេះមានប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសជាមួយប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតបង្កើតអំបិលរលាយក្នុងទឹក (ប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើង ពីព្រោះអ៊ីដ្រូសែនដែលចងជាមួយអាសូតធ្វើឱ្យមានភាពអាស៊ីតដោយក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង-SO_2-)។ នៅដំណាក់កាលនេះ បំពង់សាករបស់យើងមានសូលុយស្យុងថ្លាមួយ។ ក្នុងដំណាក់កាលបន្ទាប់ អាស៊ីតកម្មលើសូលុយស្យុងនេះធ្វើឱ្យស៊ុលផូនអាមីត N-ជួសមិនរលាយក្នុងទឹករងជាកករ៖



មិនរលាយក្នុងទឹក (កករ) **អំបិលរលាយក្នុងទឹក (សូលុយស្យុងថ្លា)**

អាមីនថ្នាក់ទី២មានប្រតិកម្មជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរួក្នុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរាវបង្កើតស៊ុលផូនអាមីត N,N-ឌីជំនួស ដែលរងជាកករបន្ទាប់ពីដំណាក់កាលទី១។ ស៊ុលផូនអាមីត N,N-ឌីជំនួសមិនរលាយក្នុងសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ពីព្រោះពួកវាមិនមានអ៊ីដ្រូសែនអាស៊ីត។ អាស៊ីតកម្មលើល្បាយដែលទទួលបានពីអាមីនថ្នាក់ទី២មួយមិនមានលទ្ធផលកើតឡើងទេ ស៊ុលផូនអាមីត N,N-ឌីជំនួសមិនមែនជាបាសនៅសល់ជាកករ ហើយគ្មានកករថ្មីកើតឡើងទេ៖



មិនរលាយក្នុងទឹក (កករ)

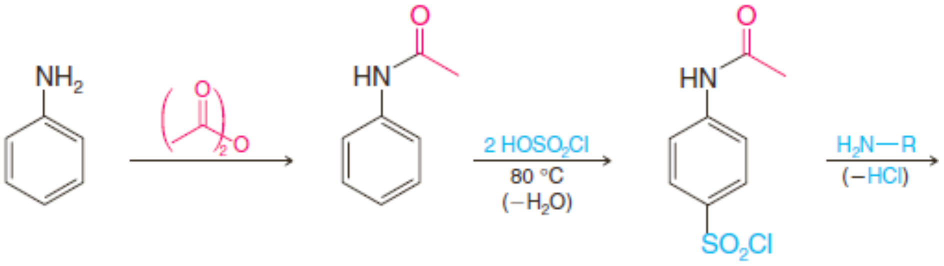
បើសិនអាមីនជាអាមីនថ្នាក់ទី៣ ហើយបើសិនវាមិនរលាយក្នុងទឹក គ្មានអ្វីកើតឡើងក្នុងល្បាយនៅពេលយើងគ្រលែងវាជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរ និង KOHរាវ។ នៅពេលយើងធ្វើអាស៊ីតកម្មលើល្បាយនេះ អាមីនថ្នាក់ទី៣រលាយ ពីព្រោះវាបង្កើតអំបិលរលាយក្នុងទឹកមួយ។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៦៖ អាមីន A មួយមានម៉ាសម៉ូលេគុល C_7H_9N។ សមាសធាតុ A មានប្រតិកម្មជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរក្នុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតមួយបង្កើតសូលុយស្យុងថ្លាមួយ។ អាស៊ីតកម្មលើសូលុយស្យុងនេះបង្កើតកករមួយ។ នៅពេល A មានប្រតិកម្មជាមួយ $NaNO_2$ និង HCl នៅ 0-5^{0}C ហើយបន្ទាប់មក មានប្រតិកម្មជាមួយ 2-ណាប់ផ្តុល បង្កើតសមាសធាតុពណ៌ច្បាស់មួយ។ សមាសធាតុ A ឱ្យសម្រូបស្ប៉ិចIR ខ្លាំងនៅ 815cm^{-1}។ ចូរគូរទម្រង់របស់A។

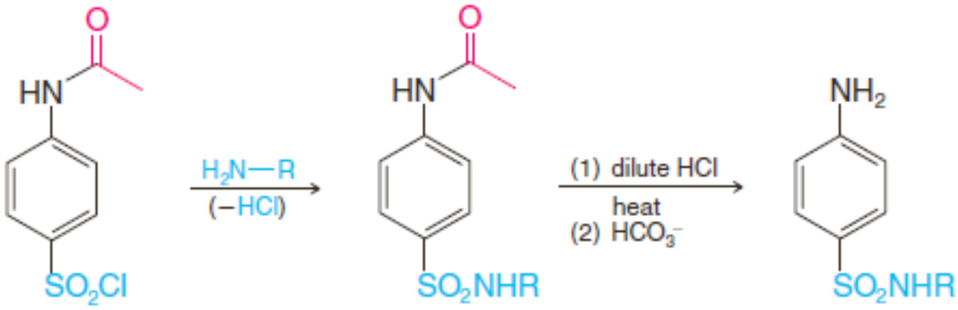
លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៧៖ ស៊ុលផូនអាមីតនៃអាមីនថ្នាក់ទី១តែងតែត្រូវបានប្រើដើម្បីសំយោគអាមីនថ្នាក់ទី២សុទ្ធ។ ចូរឱ្យរបៀបសំយោគនេះ។

១០. ការសំយោគថ្នាំស៊ុលផា

ស៊ុលផាអានីឡាមីត (ថ្នាំស៊ុលផា) អាចត្រូវបានសំយោគពីអានីលីនតាមរយៈចង្វាក់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



អានីលីន (1) អាសេតានីលីត (2) p-អាសេតានីលីដូបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរ (3)



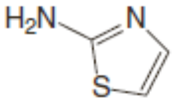
p-អាសេតាមីដូបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរ (3) (4) ស៊ុលផានីឡាមីត (5)

អាសេទីលកម្មនៃអានីលីនបង្កើតអាសេតានីលីត(2) និងការពារក្រុមអាមីនពីរ៉េអាក់ទីបដែលត្រូវប្រើបន្ទាប់។ ការដាក់(2) ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរ៉ូស៊ុលផូនិចធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច និងបង្កើត p-អាសេតាមីដូបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរ (3)។ ប្រតិកម្មបូកអាម៉ូញាក់ ឬអាមីនថ្នាក់ទី១បង្កើតឌីអាមីត (4) (ជាអាមីតនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចផង និងអាស៊ីតស៊ុលផូនិចផង)។ ចុងក្រោយ ការធ្វើកំដៅ (4)ជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ ធ្វើឱ្យមានប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសជ្រើសសម្ព័ន្ធកាបុកសាមីត ហើយបង្កើតស៊ុលផានីលីតមួយ (អ៊ីដ្រូលីសនៃកាបុកសាមីតរហ័សជាងអ៊ីដ្រូលីសស៊ុផូណាមីត)។

លំហាត់អនុវត្តន៍២០.១៨៖

a. ដោយចាប់ផ្តើមពីអានីលីន ហើយសន្មត់ថាអ្នកមាន 2-អាមីណូត្យាសុល ចូរបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចសំយោគស៊ុលផាត្យាសុល។

b. តើអ្នកអាចបម្លែងស៊ុលផាត្យាសុលទៅជាស៊ូស៊ីនីលស៊ុលផាត្យាសុលតាមរបៀបណា?



2-អាមីណូត្យាសុល

១១. ការវិភាគអាមីន

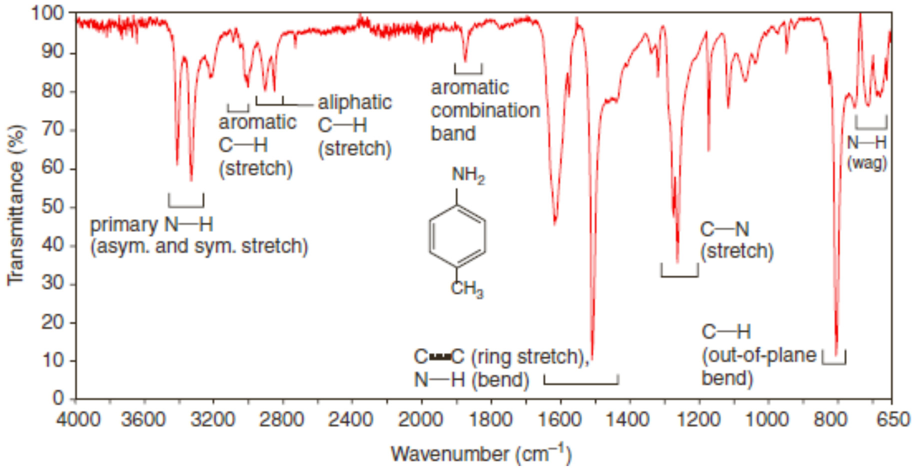
១១.១ ការវិភាគគីមី

អាមីនត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈដោយភាពបាសរបស់វា ដូចនេះលទ្ធភាពនេះធ្វើឱ្យវារលាយក្នុងអាស៊ីតរាវ (ផ្នែក២០.៣ក, ផ្នែក២០.៣ង)។ គេអាចប្រើក្រដាស pH សើមដើម្បីធ្វើតេស្តពីវត្តមានបង្គុំនាទីអាមីនក្នុងសមាសធាតុមិនស្គាល់មួយ។ បើសិនជាសមាសធាតុនេះជាអាមីន ក្រដាសpHនឹងបង្ហាញវត្តមានបាស។ បន្ទាប់ មកអាមីនមិនស្គាល់ចាត់ថ្នាក់ទៅជាអាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ ដោយIRស្ប៉ិចត្រូស្កូពី (មើលខាងក្រោម)។ អាមីនថ្នាក់ទី១ ទី២ និងទី៣ក៏អាចសម្គាល់ដោយប្រើតេស្ត Hinsberg (ផ្នែក២០.ក)។ អាមីនអារ៉ូម៉ាទិចថ្នាក់ទី១ តែងតែត្រូវបានសម្គាល់តាមរយៈការកកើតអំបិលឌីអាសូញ៉ូម និងប្រតិកម្មបង្គុំគូបន្តបន្ទាប់ជាមួយ 2-ណាប់ផ្តុល បង្កើតល័ខអាសូពណ៌ច្បាស់ (ផ្នែក២០.៨)។

១១.២ ការវិភាគដោយស្ប៉ិច

ក. ស្ប៉ិច IR

អាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២ត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈដោយបង់សម្រូបIR ក្នុងតំបន់3300-3555cm^{-1} ដែលបានមកពីរំញ័រទំនាញសម្ព័ន្ធ N-H។ អាមីនថ្នាក់ទី១ឱ្យបង់ពីរក្នុងតំបន់នេះ (មើលរូប២០.៤) អាមីនថ្នាក់ទី២ តែងតែឱ្យបង់តែមួយ។ ដោយសារតែអាមីនថ្នាក់ទី៣មិនមានក្រុម N – H ពួកវាមិនមានសម្រូបក្នុងតំបន់នេះទេ។ បង់សម្រូបដែលបានមកពីរំញ័រទាញសម្ព័ន្ធC–N របស់អាមីលអាលីផាទិចកើតឡើងក្នុងតំបន់ 1020-1220cm^{-1} ប៉ុន្តែតែងតែជាពិកខ្សោយ ហើយពិបាកសម្គាល់។ អាមីនអារ៉ូម៉ាទិចតែងតែឱ្យបង់ទាញសម្ព័ន្ធC –N ក្នុងតំបន់ 1250-1360cm^{-1}។ រូប២០.៤ បង្ហាញស្ប៉ិច IRរបស់ 4-មេទីលអានីលីន។



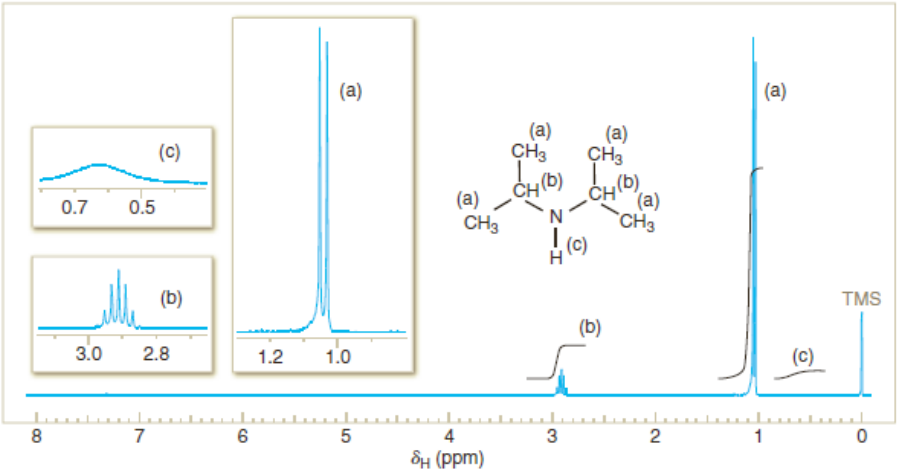
រូប២០.៤ ស្ប៉ិចIR របស់មេទីលអានីលីន

ខ. ស្បិច ¹HNMR

អាមីនថ្នាក់ទី១ និងថ្នាក់ទី២បង្ហាញស៊ិញ៉ាល់ប្រូតុង N – H ក្នុងតំបន់ δ = 0.5 – 5។ ស៊ិញ៉ាល់ទាំងនេះជា ស៊ិញ៉ាល់ធំ ហើយទីតាំងពិតប្រាកដរបស់វាអាស្រ័យលើធម្មជាតិរបស់អង្គធាតុរំលាយ កម្រិតសុទ្ធរបស់ភាគសំណាក កំហាប់ និងសីតុណ្ហភាព។ ដោយសារតែការផ្លាស់ប្តូរប្រូតុង ប្រូតុង N – H មិនធ្វើបង្គុំគូជាមួយប្រូតុងរបស់កាបូនជាប់គ្នាទេ។ ដូចនេះ មានការការលំបាកក្នុងការកត់សម្គាល់ពួកវា ហើយពួកវាត្រូវបានសម្គាល់ដោយរាប់ប្រូតុង ឬដោយបន្ថែមបរិមាណបន្តិចនៃD_2O ទៅលើភាគសំណាក។ ការផ្លាស់ប្តូរដឺតេរ្យ៉ូមN–D សម្រាប់ N – H កើតឡើង ហើយស៊ិញ៉ាល់ N – H បាត់ពីស្បិច។

ប្រូតុងនៅលើកាបូនαរបស់អាមីនអាលីផាទិចមិនបានបាំងដោយឥទ្ធិពលនៃក្រុមទាញអេឡិចត្រុងរបស់អាសូត និងស្រូបក្នុងតំបន់δ 2.2 – 2.9 ។ ប្រូតុងលើកាបូនβ មិនបានបាំងដែរ ហើយស្រូបក្នុងតំបន់ δ 1.0-1.7។

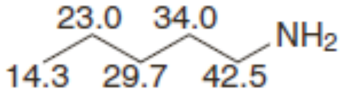
រូប២០.៥ បង្ហាញស្បិច ¹H NMR របស់ឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន។



រូប២០.៥ ស្បិច 300MHz ¹HNMR របស់ឌីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន

គ. ស្បិច¹³CNMR

កាបូនαរបស់អាមីនអាលីផាទិចបាំងដោយអាតូមអាសូតកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់ ហើយសម្រូបរបស់វាត្រូវបានរំកិលទៅដែនក្រោម នៅ δ 30 – 60។ ប៉ុន្តែ រំកិលនេះមិនធំដូចរំកិលរបស់កាបូនαអាល់កុលមួយទេ (ប្រហែល δ 50 – 75) ដោយសារតែអាសូតមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានតូចជាងអុកស៊ីសែន។ រំកិលដែនក្រោមកាន់តែទាបចំពោះកាបូនβ ហើយកាន់តែទាបទៅតាមខ្សែ ដូចរំកិលគីមីនៃកាបូនរបស់ប៉ង់ទីលអាមីនខាងក្រោម៖



ឃ. ស្បិចម៉ាសរបស់អាមីន

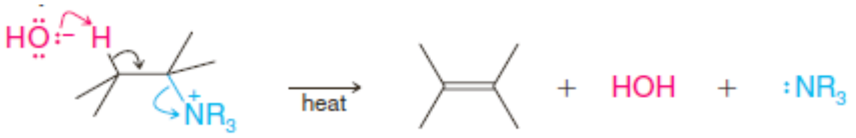
អ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុលក្នុងស្បិចម៉ាសរបស់អាមីនមួយមានចំនួនម៉ាសសេស (ទោះបីជាមានចំនួនអាតូម អាសូតគូក្នុងម៉ូលេគុលក៏ដោយ)។ ពិករបស់អ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុលតែងតែជាពិកខ្លាំងចំពោះអាមីនអារ៉ូម៉ាទិច និង អា

លីផាទិចវង់ ប៉ុន្តែជាពិកខ្សោយចំពោះអាមីនអាលីផាទិចអាស៊ីត្លិច។ បណ្តាច់វាំងកាបូនα និង β របស់អាមីនអារ៉ូម៉ាទិជារបៀបបណ្តាច់ចំបងមួយ។

១២. ប្រតិកម្មបណ្តាច់ទាក់ទងនឹងសមាសធាតុអាម៉ូញ៉ូម

១២.១ ប្រតិកម្មបណ្តាច់Hofmann

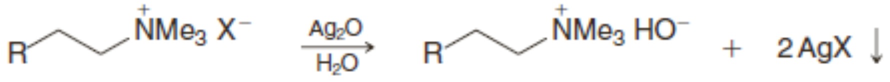
ប្រតិកម្មបណ្តាច់ទាំងអស់ដែលយើងបានសិក្សារួចមកហើយទាក់ទងនឹងអង្គធាតុមេប្រតិករណឺត។ ប៉ុន្តែ ក៏មានប្រតិកម្មបណ្តាច់ដែលអង្គធាតុមេប្រតិករមានបន្ទុកវិជ្ជមានដែរ។ ប្រតិកម្មសំខាន់មួយគឺប្រតិកម្ម បណ្តាច់ប្រភេទE2 ដែលកើតឡើងនៅពេលអាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី២ត្រូវបានដុតកម្តៅ។ ផលិតផលនៃប្រតិកម្មនេះជាអាល់សែនមួយ ទឹក និងអាមីនថ្នាក់ទី៣មួយ៖



អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣ អាល់សែន អាមីនថ្នាក់ទី៣

ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានរកឃើញក្នុងឆ្នាំ១៨៥១ ដោយ August W. von Hofmann ហើយចាប់ពីពេលនេះ មកគេប្រើឈ្មោះរបស់គាត់ដាក់ឱ្យប្រតិកម្មនេះ។

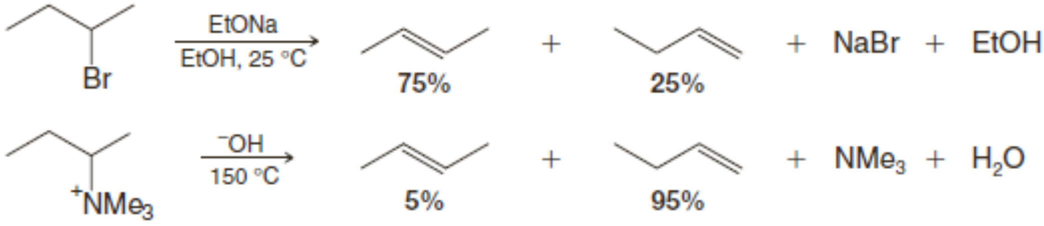
អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣អាចទង្វើពីអាម៉ូញ៉ូមអាឡូសែនថ្នាក់ទី៣ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក តាមរយៈការប្រើប្រាក់អុកស៊ីត ឬរេស៊ីនផ្លាស់ប្តូរអ៊ីយ៉ុងមួយ (an ion exchange resin)៖



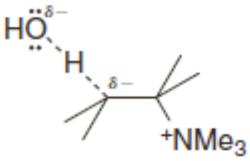
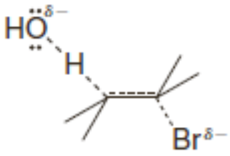
អាម៉ូញ៉ូមអាឡូសែន3^0 អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត 3^0

ប្រាក់អាឡូសែនរងកករពីសូលុយស្យុង ហើយត្រូវបានដកចេញដោយច្រោះ។ បន្ទាប់មក អាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣អាចទទួលបានពីការរំហួតទឹកចេញ។

ទោះបី ប្រតិកម្មបណ្តាច់ស្ទើរតែទាំងអស់ដែលទាក់ទងនឹងអង្គធាតុមេប្រតិករណឺតអនុលោមន៍តាមច្បាប់*Zaitsev* ប្រតិកម្មបណ្តាច់មានអង្គធាតុប្រតិករមានបន្ទុកតែងតែអនុលោមន៍តាមច្បាប់មួយហៅថា **ច្បាប់ Hofmann** ហើយប្រតិកម្មនេះ*បង្កើតអាល់សែនក្រុមជួសតិចជាផលិតផលឧត្តមភាព*។ យើងអាចឃើញឧទាហរណ៍នៃលក្ខណៈនេះ បើសិនយើងប្រៀបធៀបប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



មូលហេតុជាចលនការសម្រាប់ភាពខុសគ្នាទាំងនេះគឺស្មុគ្រស្មាញណាស់ ហើយមិនទាន់បានយល់ពេញលេញនៅឡើយទេ។ ការពន្យល់មួយគឺថា អន្តរភាពនៃប្រតិកម្មបណ្តាច់លើអង្គធាតុមេប្រតិករមានបន្ទុកមានលក្ខណៈជាកាបាញ៉ុង។ ដូចនេះ អន្តរភាពទាំងនេះបង្ហាញលក្ខណៈដូចទៅនឹងផលិតផលអាល់សែនហើយមិនត្រូវបានបន្សាប់ដោយការកើតសម្ព័ន្ធពីរជាន់ទេ៖

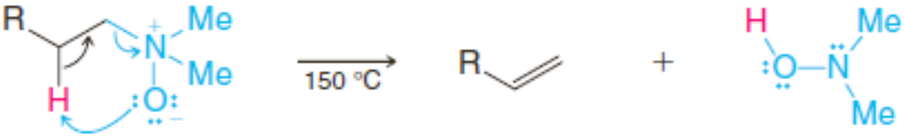
អន្តរភាពដូចកាបាញ៉ុង **អន្តរភាពដូចអាល់សែន**

(ឱ្យដំណៅទិសតាម Hofmann) (ឱ្យដំណៅទិសតាម Zaitsev)

ជាមួយអង្គធាតុមេប្រតិករមានបន្ទុកមួយ បាសប្រយុទ្ធលើអាតូមអ៊ីដ្រូសែនណាមានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងជាងគេ។ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនថ្នាក់ទី១មានលក្ខណៈអាស៊ីតខ្លាំងជាងគេ ពីព្រោះអាតូមកាបូនរបស់វាចងជាមួយក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុងមួយ។

១២.២ ប្រតិកម្មបណ្តាច់Cope

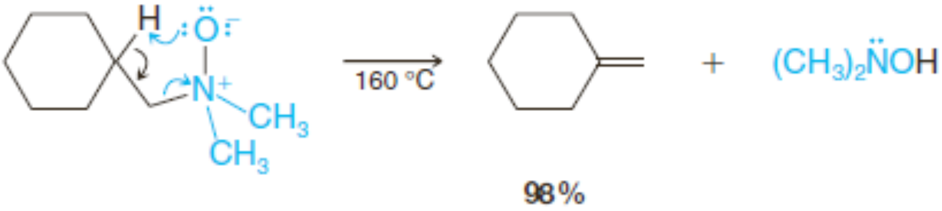
អាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣រងប្រតិកម្មបណ្តាច់នៃឌីអាល់គិលអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាមីន នៅពេលពួកវាត្រូវបានដុតកម្តៅ។ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានហៅថា**ប្រតិកម្មបណ្តាច់Cope** វាជាប្រតិកម្មបណ្តាច់បែបស៊ិនមួយ ហើយដំណើរការឆ្លងកាត់អន្តរភាពវង់មួយ។



អាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣ **អាល់សែន** **N,N-ឌីមេទីលអ៊ីដ្រុកស៊ីលអាមីន**

អាមីនអុកស៊ីតថ្នាក់ទី៣ត្រូវបានទង្វើយ៉ាងងាយស្រួលដោយដាក់អាមីនថ្នាក់ទី៣ជាមួយអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីត (ផ្នែក២០.៥ក)។

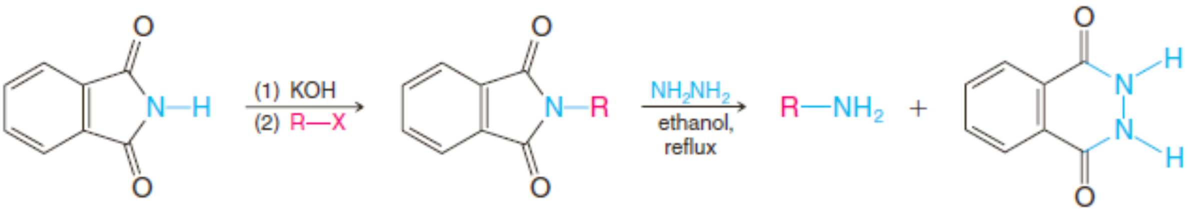
ប្រតិកម្មបណ្តាច់Cope មានសារប្រយោជន៍ក្នុងការសំយោគ។ ខាងក្រោមនេះជាការសំយោគមេទីឡែនស៊ីក្លូអិចសាន៖



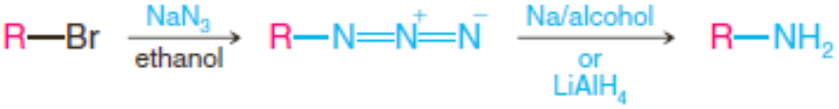
១៣. សង្ខេបទង្វើ និងប្រតិកម្មរបស់អាមីន

១៣.១ ទង្វើអាមីន

ក. ការសំយោគ Gabriel (ផ្នែក២០.៤.១)



ខ. ប្រតិកម្មរេដុកម្មអាល់គីលអាស៊ួ (ផ្នែក២០.៤ក)



គ. ប្រតិកម្មអាមីនកម្មនៃអាល់គីលអាឡូសែន (ផ្នែក២០.៤.១)

$$R{-}Br + NH_3 \longrightarrow RNH_3^+Br^- + R_2NH_2^+Br^- + R_3NH^+Br^- + R_4N^+Br^-$$

$$\xrightarrow{HO^-} RNH_2 + R_2NH + R_3N + R_4N^+OH^-$$

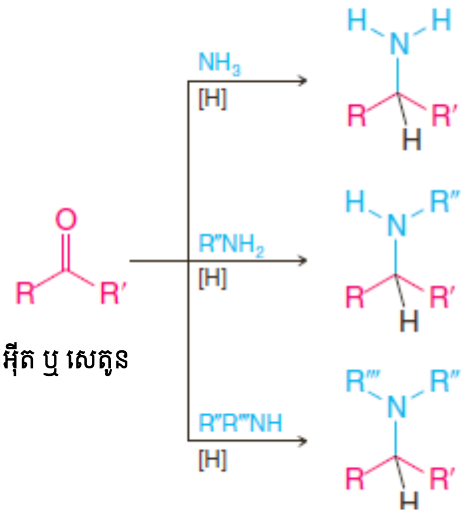
(ល្បាយផលិតផល)

(R = ក្រុមអាល់គីល1^0)

ឃ. ប្រតិកម្មរេដុកម្មនៃនីត្រូអារ៉ែន (ផ្នែក២០.៤.២)

$$Ar{-}NO_2 \xrightarrow[\text{or (1) Fe/HCl (2) NaOH}]{H_2,\ \text{catalyst}} Ar{-}NH_2$$

ង. ប្រតិកម្មអាមីនកម្មរេដុកម្ម (ផ្នែក២០.៤.៣)



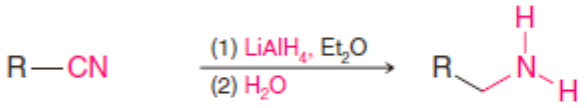
អាល់ដេអ៊ីត ឬ សេតូន

អាមីន1^0

អាមីន2^0

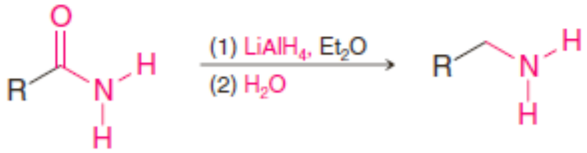
អាមីន3^0

ច. ប្រតិកម្មរេដុកម្មនីទ្រីល អុកស៊ីម និងអាមីត (ផ្នែក២០.៤.៤)

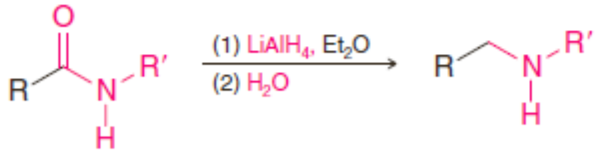


អាមីន1^0

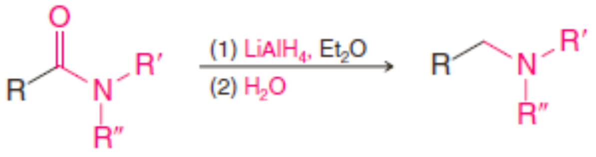
អាមីន1^0



អាមីន1^0



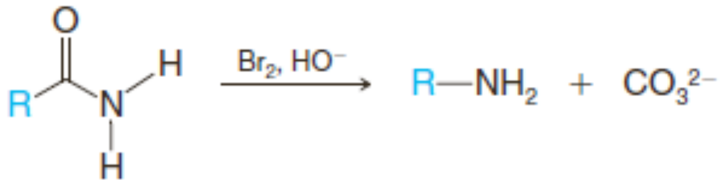
អាមីន2^0



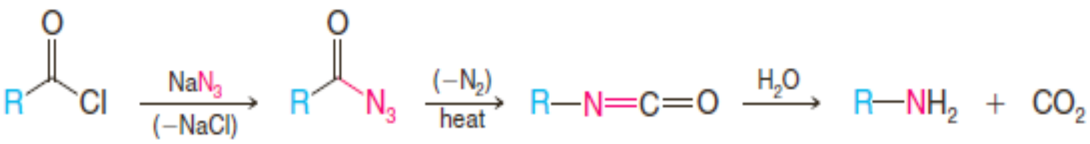
អាមីន3^0

ធ. ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំង Hofmann និងCurtius (ផ្នែក២០.៤.៥)

បណ្តូរទីតាំង Hofmann

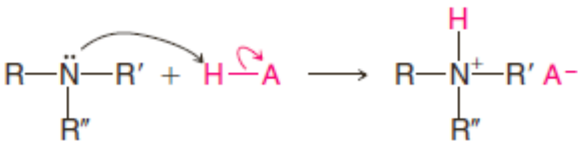


បណ្តូរទីតាំង Curtius



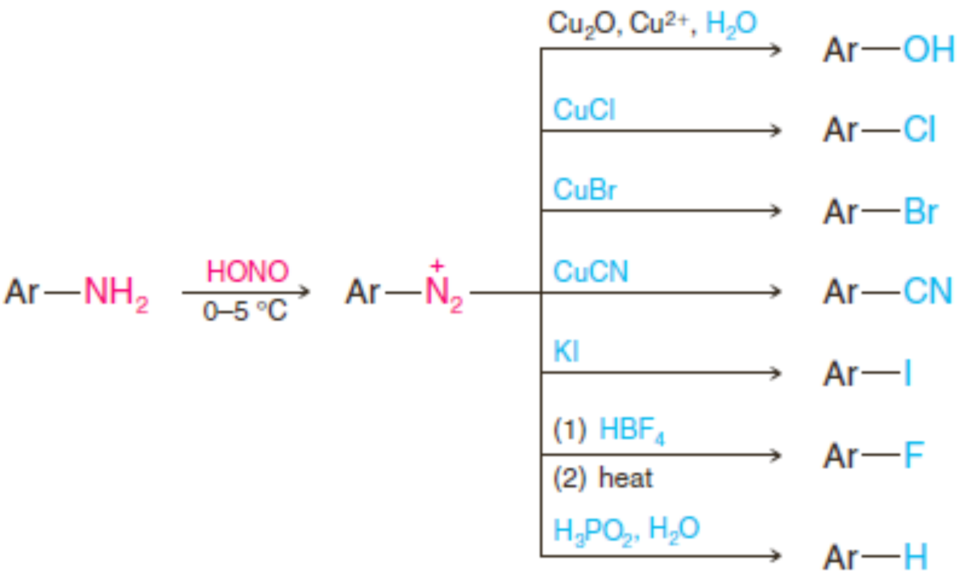
១៣.២ ប្រតិកម្មរបស់អាមីន

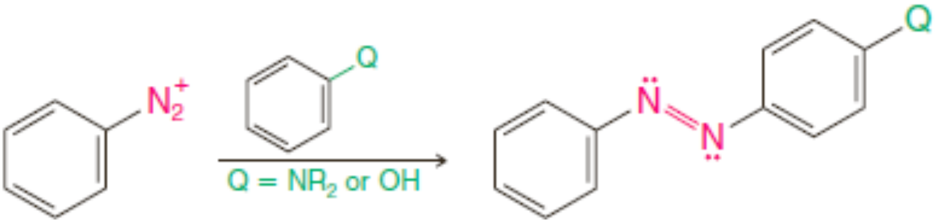
ក. ប្រតិកម្មជាបាស



(R, R′ និង/ឬ R″ អាចជា អាល់គីល, H ឬ Ar)

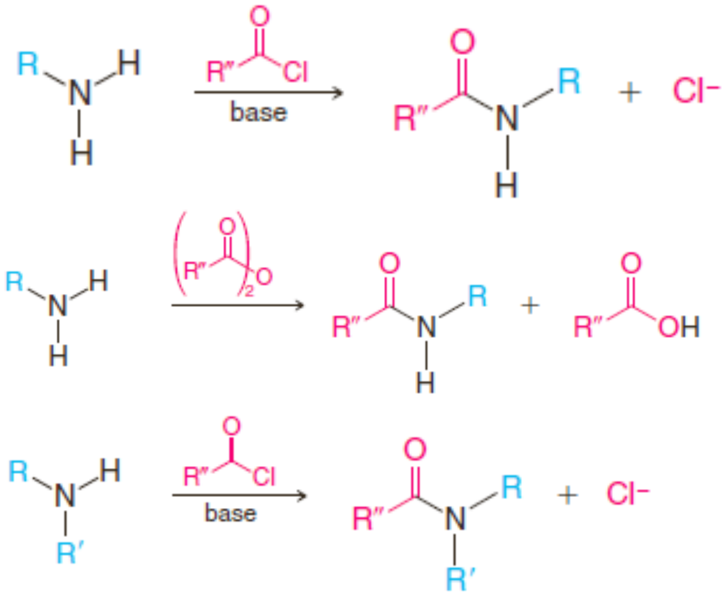
ខ. ប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មនៃអាមីន 1° និងប្រតិកម្មជំនួស ឬ បង្កគូជាមួយ ក្រុមឌីអាសូញ៉ូម (ផ្នែក ២០.៧ និង២០.៨)





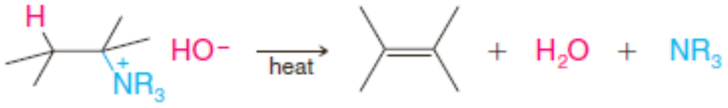
គ. ប្រតិកម្មបម្លែងទៅជាស៊ុលផូនអាមីត (ផ្នែក២០.៩)

ឃ. ប្រតិកម្មបម្លែងទៅជាអាមីត (ផ្នែក១៧.៨)

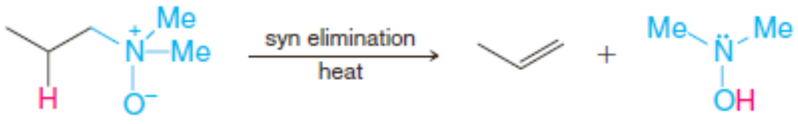


ង. ប្រតិកម្មបណ្តាច់ Hofmann និងCope (ផ្នែក២០.១២)

បណ្តាច់Hofmann



បណ្តាច់Cope



$$$$$$$$$$

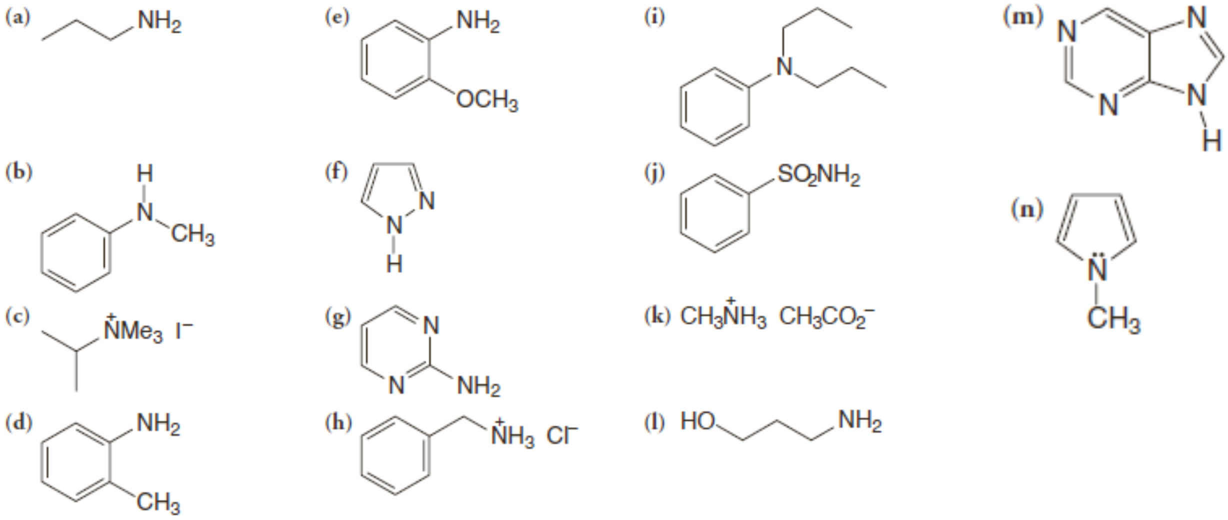
លំហាត់មេរៀនទី២០

ការហៅឈ្មោះ

១. ចូរគូរទម្រង់សមាសធាតុខាងក្រោម៖

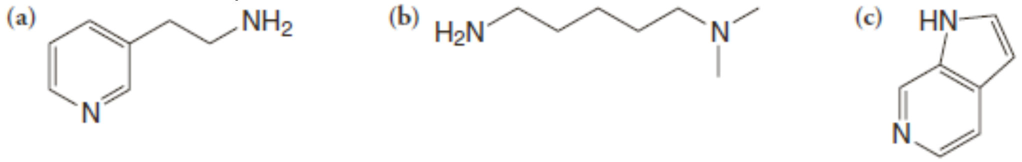
a. បង់ស៊ីលមេទីលអាមីន
b. N-អេទីល-N-មេទីលអាមីន
c. 2-មេទីលពីរ៉ុ
d. N-អេទីលពីរីឌីនីញ៉ូមប្រូមួ
e. អ៊ិនដុល
f. ឌីមេទីលអាមីនីញ៉ូមក្លរួ
g. 3-អាមីណូប្រូប៉ាន-1-អុល
h. ពីរ៉ូលីឌីន
i. 4-មេតុកស៊ីអានីលីន
j. អាស៊ីតp-អាមីណូបង់សូអ៊ិច
k. ទ្រីអ៊ីសូប្រូពីលអាមីន
l. m-តូលុយអ៊ីឌីន
m. N-អេទីលពីពេរីឌីន
n. អាស៊ីត 3-ពីរីឌីនកាបុកស៊ីលិច
o. អាសេតានីលីត
p. 2-មេទីលអ៊ីមីដាសុល
q. តេត្រាប្រូពីលអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ
r. N,N-ឌីមេទីល-p-តូលុយអ៊ីឌីន
t. តេត្រាមេទីលអាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រូស៊ីត
v. N-មេទីលអានីលីន

២. ចូរឱ្យឈ្មោះធម្មតា និងឈ្មោះតាមប្រព័ន្ធរបស់សមាសធាតុខាងក្រោម៖



ការសំយោគអាមីន និងប្រតិកម្មភាព

៣. តើអាសូតមួយណាក្នុងសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមនេះដែលមានកម្រិតបាសខ្លាំងជាងគេ។ ចូរពន្យល់។



៤. ចូរបង្ហាញពីរបៀបធ្វើបង់ស៊ីលអាមីនពីសមាសធាតុនីមួយខាងក្រោម៖

a. បង់ស៊ីលអាមីន
b. បង់សាមីត
c. បង់ស៊ីលតូស៊ីឡាត
d. ផេនីលនីត្រូមេតាន
e. បង់សូនីទ្រីល
f. បង់ស៊ីលប្រូមួ (ពីរផ្លូវ)
g. បង់សាល់ដេអ៊ីត
h. ផេនីលអាសេតានីមីត

៥. ចូរបង្ហាញរបៀបធ្វើអានីលីនពីសមាសធាតុខាងក្រោម៖

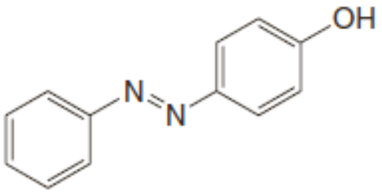
a. បង់សែន
b. ប្រូម៉ូបង់សែន
c. បង់សាមីត

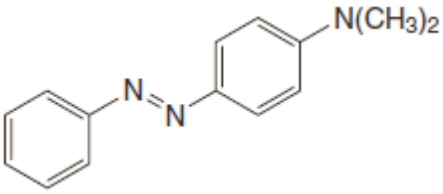
៦. ចូរបង្ហាញការសំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមពី 1-ប៊ុយតាណុល។

a. ប៊ុយទីលអាមីន (មិនមានអាមីន 2^0 និង 3^0)
b. ប្រូពីលអាមីន
c. ផេនីលអាមីន
d. ប៊ុយទីលមេទីលអាមីន

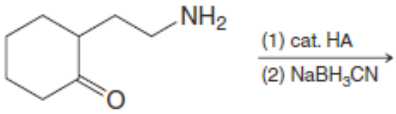
៧. ចូរបង្ហាញពីរបៀបបម្លែងអានីលីនទៅជាសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម (អ្នកមិនអាចប្រើដំណាក់កាល ដដែលទេ)។

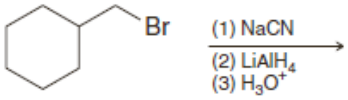
a. អាសេតានីលីត
b. N-ផេនីលផ្តាលីមីត
c. p-នីត្រូអានីលីន
d. ស៊ុលផានីលីត
e. N,N-ឌីមេទីលអានីលីន
f. ភ្លុយអរ៉ូបង់សែន
g. ក្លរ៉ូបង់សែន
h. ប្រូម៉ូបង់សែន
i. អ៊ីយ៉ូដូបង់សែន
j. បង់សូនីទ្រីល
k. អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច
l. ផេណុល
m. បង់សែន

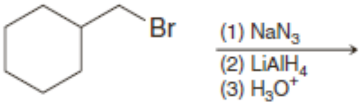
n. 

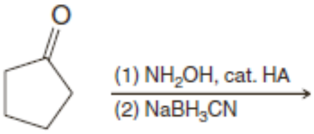
o. 

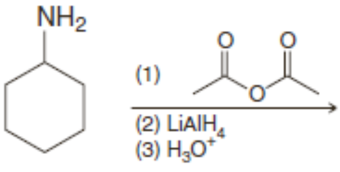
៨. ចូរឱ្យផលិតផលឧត្តមភាពសរីរាង្គពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

(e) 

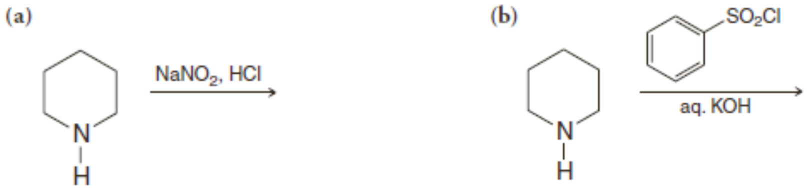
៩. តើផលិតផលណាខ្លះដែលអ្នករំពឹងថាកកើត នៅពេលអាមីននីមួយៗខាងក្រោមមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមនីត្រី និងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច?

a. ប្រូពីលអាមីន
b. ឌីប្រូពីលអាមីន
c. N,N-ឌីប្រូពីលអានីលីន
d. N-ប្រូពីលអាមីន
e. p-ប្រូពីលអានីលីន

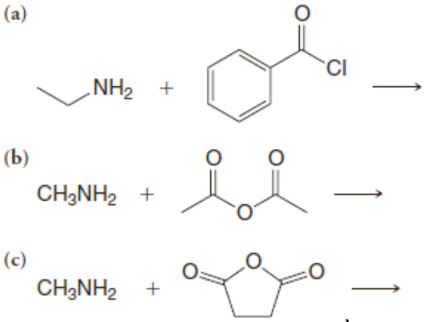
១០.

a. តើផលិតផលណាដែលអ្នករំពឹងថាកកើតនៅពេលអាមីនក្នុងលំហាត់ខាងលើមានប្រតិកម្ម ជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីលក្លរួ និងសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត។
b. តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វីក្នុងប្រតិកម្មនីមួយៗខាងលើ។
c. តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វីនៅពេលសូលុយស្យុង ឬល្បាយដែលទទួលបានរងអាស៊ីតកម្ម?

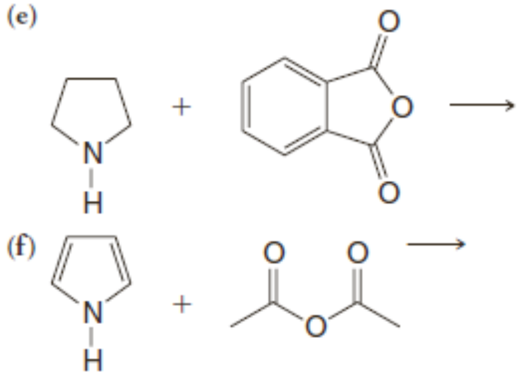
១១. តើផលិតផលអ្វីដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖



១២. ចូរឱ្យទម្រង់ផលិតផលដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



(d) ផលិតផលពី (c) $\xrightarrow{\text{កម្ដៅ}}$



(g) អានីលីន + ប្រូប៉ាណូអ៊ីលក្លរួ →

(h) តេត្រាអេទីលអាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត $\xrightarrow{\text{កម្ដៅ}}$

(i) p-តូលុយអ៊ីឌីន + Br_2(លើស) $\xrightarrow{\text{ទឹក}}$

a. ដោយចាប់ផ្ដើមពីបង់សែន ឬតូលុយអែន ចូរសរសេរសមីការសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមដោយ ប្រើអំបិលឌីអាសូញ៉ូមជាអង្គធាតុកណ្ដាល។

b. p-ក្លុយអរ៉ូតូលុយអែន

c. o-អ៊ីយ៉ូដូតូលុយអែន

d. p-ក្រេសុល

e. m-ឌីក្លរ៉ូបង់សែន

f. m-$C_6H_4(CN)_2$

g. m-ប្រូម៉ូបង់សូនីទ្រីល

h. 1,3-ឌីប្រូម៉ូ-5-នីត្រូបង់សែន

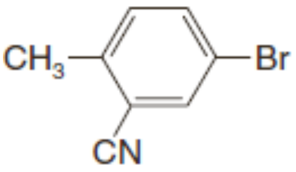
i. 3,5-ឌីប្រូម៉ូអានីលីន

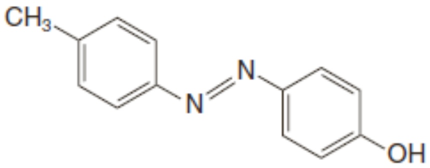
j. 3,4,5-ទ្រីប្រូម៉ូផេណុល

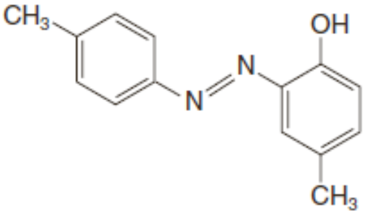
k. 3,4,5-ទ្រីប្រូម៉ូបង់សូនីទ្រីល

l. អាស៊ីត 2,6-ឌីប្រូម៉ូបង់សូអ៊ិច

m. 1,3-ឌីប្រូម៉ូ-2-អ៊ីយ៉ូដូបង់សែន

n. 

o. 

p. 

១៣. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មដើម្បីតេស្តគីមីងាយដែលអាចញែករវាង៖

a. បង់ស៊ីលអាមីន និងបង់សាមីត

b. អាលីលអាមីន និងប្រូពីលអាមីន

c. p-តូលុយអ៊ីឌីន និង N-មេទីលអានីលីន

d. ស៊ីក្លូអិចស៊ីលអាមីន និងពីពេរីឌីន

e. ពីរីឌីន និងបង់សែន

f. ស៊ីក្លូអិចស៊ីលអាមីន និងអានីលីន

g. ទ្រីអេទីលអាមីន និងឌីអេទីលអាមីណ

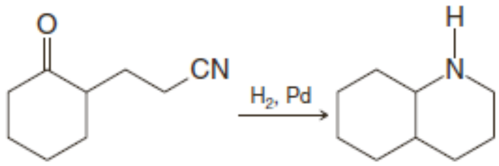
h. ទ្រីប្រូពីលអាមីនីញ៉ូមក្លរ និងតេត្រាប្រូពីលអាម៉ូញ៉ូមក្លរ

i. តេត្រាប្រូពីលអាម៉ូញ៉ូមក្លរ និងតេត្រាប្រូពីលអាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត

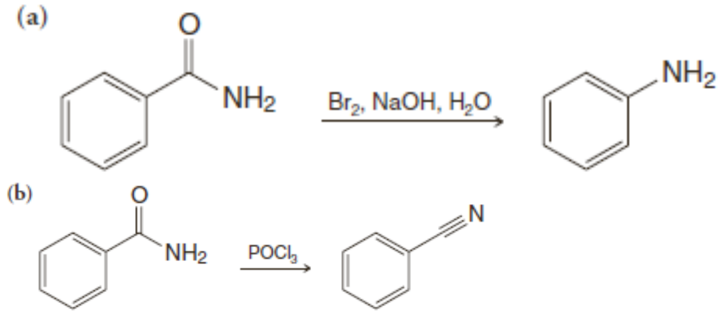
១៤. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មដែលអ្នកអាចញែកល្បាយនៃអានីលីន, p-ក្រេសុល, អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច និងតូលុយអែនចេញពីគ្នាដោយប្រើរ៉េអាក់ទីបមន្ទីរពិសោធន៍ធម្មតា។

ចលនការប្រតិកម្ម

១៥. ដោយប្រើប្រតិកម្មដែលបានសិក្សាក្នុងមេរៀននេះ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

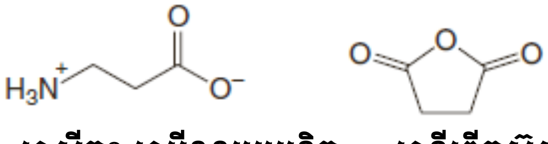


១៦. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



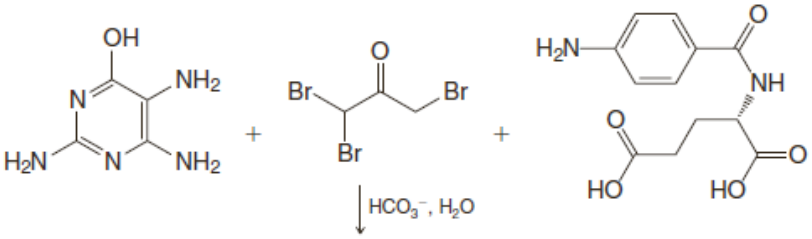
សំយោគទូទៅ

១៧. ចូរបង្ហាញពីរបៀបសំយោគ អាស៊ីតβ-អាមីណូប្រូប្បូនិចពីអានីឌ្រីតស៊ូស៊ីនិច (អាស៊ីតβ-អាមីណូ ប្រូប្បូនិចត្រូវបានប្រើក្នុងការសំយោគអាស៊ីតប៉ង់តូតែនិច ជាសមាសធាតុផ្តើមនៃកូអង់ស៊ីមA)។



អាស៊ីតβ-អាមីណូប្រូប្បូនិច អានីឌ្រីតស៊ូស៊ីនិច

១៨. ការសំយោគអាស៊ីតផូលិចមានការកម្តៅសមាសធាតុបីខាងក្រោមជាមួយសូលុយស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មដែលបង្កើតអាស៊ីតផូលិចនេះ។ គន្លឹះ៖ ដំណាក់កាលទី១ទាក់ទងនឹងការកកើតអាមីនរវាងក្រុម NH_2ផ្នែកក្រោមនៅខាងស្តាំ របស់អាមីនអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិច និងសេតូន៖



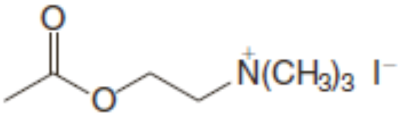
អាស៊ីតផូលិច

១៩. ចូរឱ្យទម្រង់សមាសធាតុ ពី R – W ៖

$$N\text{-Methylpiperidine} \xrightarrow{CH_3I} \mathbf{R}\ (C_7H_{16}NI) \xrightarrow[H_2O]{Ag_2O} \mathbf{S}\ (C_7H_{17}NO) \xrightarrow[\text{heat}]{(-H_2O)}$$

$$\mathbf{T}\ (C_7H_{15}N) \xrightarrow{CH_3I} \mathbf{U}\ (C_8H_{18}NI) \xrightarrow[H_2O]{Ag_2O} \mathbf{V}\ (C_8H_{19}NO) \xrightarrow[\text{heat}]{} \mathbf{W}\ (C_5H_8) + H_2O + (CH_3)_3N$$

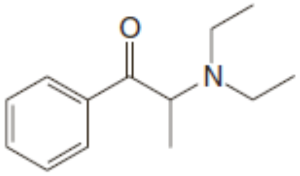
២០. ចូរសរសេរប្រតិកម្មសំយោគអាសេទីលកូលីនអ៊ីយ៉ូដួដោយប្រើឌីមេទីលអាមីន, អុកស៊ីរ៉ាន, អ៊ីយ៉ូដូមេតាន និងអាសេទីលក្លរួ ជាសារជាតុផ្តើម៖



អាសេទីលកូលីនអ៊ីយ៉ូដួ

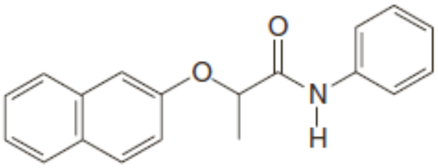
២១. អេតាណុលអាមីន $HOCH_2CH_2NH_2$ និងឌីអេតាណុលអាមីន $(OHCH_2CH_2)_2NH$ ត្រូវបានប្រើលើទីផ្សារដើម្បីបង្កើតភ្នាក់ងារអេមុលស្យុង និងស្រូបឧស្ម័នអាស៊ីត។ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុទាំងពីរនេះ។

២២. ឌីអេទីលប្រូពីយ៉ុង (ខាងក្រោម)ជាសមាសធាតុដែលត្រូវបានប្រើដើម្បីព្យាបាលជំងឺធំអាហារ។ ចូរសរសេរការសំយោគឌីអេទីលប្រូពីយ៉ុងជាមួយបង់សែន និងដោយប្រើរ៉េអាក់ទីបផ្សេងទៀត។



ឌីអេទីលប្រូពីយ៉ុង

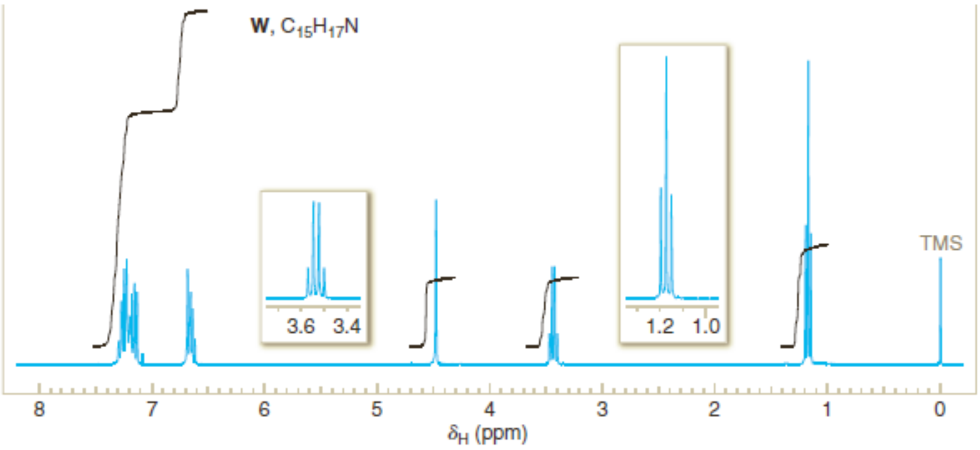
២៣. ដោយប្រើសារធាតុផ្តើម អាស៊ីត 2-ក្លរ៉ូប្រូប៉ាណូអ៊ិច អានីលីន និង2-ណាប់ថុល ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មសំយោគណាប្រូអានីលីត ថ្នាំសម្លាប់ស្មៅក្នុងវាលស្រែក្នុងអាស៊ី៖



ណាប្រូអានីលីត

ស្ប៉ិចត្រូស្កូពី

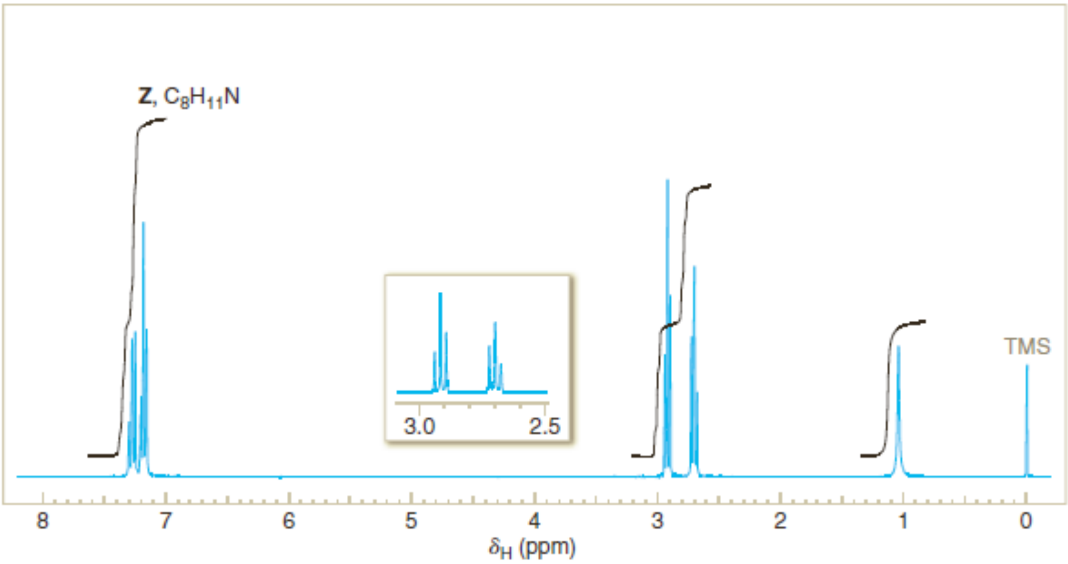
២៤. នៅពេលសមាសធាតុ W($C_{15}H_{17}N$) ត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយបង់សែនស៊ុលផូនីល និងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត មិនមានអ្វីប្រែប្រួល។ អាស៊ីតកម្មលើល្បាយនេះបង្កើតសូលុយស្យុងថ្លាមួយ។ ស្ប៉ិច ^1H NMR របស់ W ត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់W។



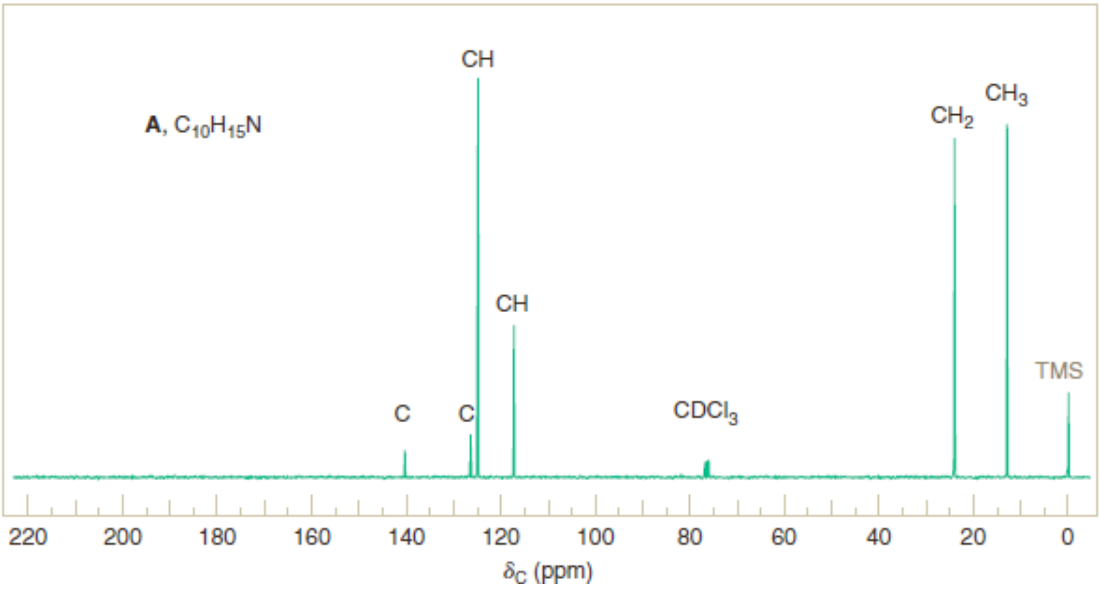
២៥. ចូរឱ្យទម្រង់របស់សមាសធាតុ X, Y, និង Z៖

$$\mathbf{X}\ (C_7H_7Br) \xrightarrow{NaCN} \mathbf{Y}\ (C_8H_7N) \xrightarrow{LiAlH_4} \mathbf{Z}\ (C_8H_{11}N)$$

ស្ប៊ិច ^{1}H NMR របស់ X ឱ្យស៊ិញ៉ាល់ពីរ ពហុព្លែតនៅ δ 7.3 (5H) និង ស៊ិញគ្លែតនៅ δ 4.25 (2H) ៖ តំបន់ 680-840cm^{-1} នៃស្ប៊ិច IR របស់X បង្ហាញពិកនៅ 690 និង 770cm^{-1}។ ស្ប៊ិច ^{1}H NMR របស់Y ស្រដៀងគ្នានឹងស្ប៊ិចរបស់ X ៖ ពហុព្លែតនៅ δ 7.3 (5H) ស៊ិញគ្លែតនៅδ 3.7 (2H) ។ ស្ប៊ិច ^{1}H NMR របស់ Z ត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



២៦. សមាសធាតុ A($C_{10}H_{15}N$) រលាយក្នុងHCl។ ស្ប៊ិចសម្រូបIR បង្ហាញពិកពីរក្នុងតំបន់ 3300-3500cm^{-1}។ ស្ប៊ិច ^{13}C របស់ A ត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់A។



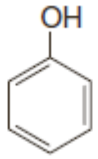
&&&&&&&

មេរៀនទី២១

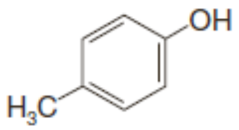
ផេណុល និងអារីលអាឡូសែន

១. ទម្រង់ និងការហៅឈ្មោះរបស់ផេណុល

សមាសធាតុដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលចងជាមួយវង់បង់សែនមួយត្រូវបានគេហៅថា**ផេណុល**។ ដូចនេះ ផេណុលជាឈ្មោះពិសេសរបស់អ៊ីដ្រុកស៊ីបង់សែន ហើយវាជាឈ្មោះទូទៅរបស់ក្រុមសមាសធាតុស្រលាយរបស់អ៊ីដ្រុកស៊ីបង់សែន៖

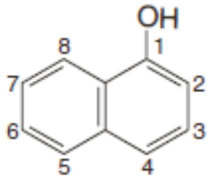


ផេណុល

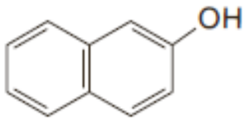


4-មេទីលផេណុល (ផេណុលមួយ)

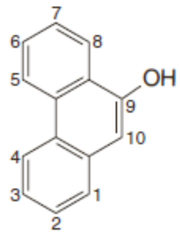
សមាសធាតុដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលចងជាមួយវង់ប៉ូលីស៊ីគ្លិចមានលក្ខណៈគីមីស្រដៀងគ្នានឹងផេណុល ប៉ុន្តែពួកត្រូវបានគេហៅថា **ណាប់ផ្តុល** និង **ផេណង់ត្រុល**។ ឧទាហរណ៍៖



1-ណាប់ផ្តុល
(α-ណាប់ផ្តុល)



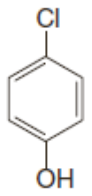
2-ណាប់ផ្តុល
(β-ណាប់ផ្តុល)



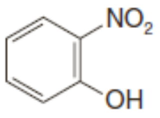
9-ផេណង់ត្រុល

ការហៅឈ្មោះផេណុល

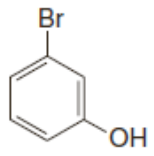
យើងបានសិក្សាការហៅឈ្មោះរបស់ផេណុលខ្លះក្នុងជំពូកទី១៤រួចហើយ។ សមាសធាតុមួយចំនួន *ផេណុល* ជាឈ្មោះមូលដ្ឋាន៖



4-ក្លរ៉ូផេណុល
(p-ក្លរ៉ូផេណុល)

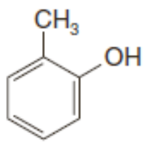


2-នីត្រូផេណុល
(o-នីត្រូផេណល)

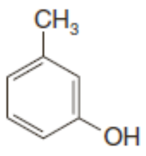


3-ប្រូម៉ូផេណុល
(m-ប្រូម៉ូផេណុល)

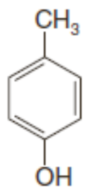
គេតែងហៅមេទីលផេណុលថា *ក្រេសុល*៖



2-មេទីលផេណុល
(o-ក្រេសុល)

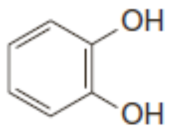


3-មេទីលផេណុល
(m-ក្រេសុល)

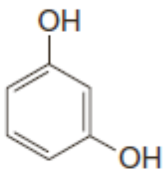


4-មេទីលផេណុល
(p-ក្រេសុល)

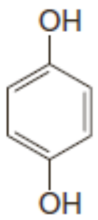
បង់សែនឌីអុលក៏មានឈ្មោះធម្មតាដែរ៖



1,2-បង់សែនឌីអុល (កាតេកុល)



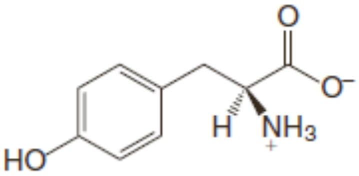
1,3-បង់សែនឌីអុល (រ៉េសកស៊ីណុល)



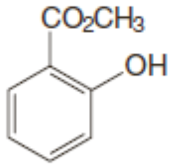
1,4-បង់សែនឌីអុល (អ៊ីដ្រូគូណូន)

២. ផេណុលកើតក្នុងធម្មជាតិ

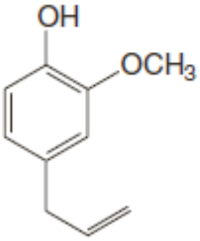
ផេណុល និងសមាសធាតុជាច្រើនកើតក្នុងធម្មជាតិ។ ទីរ៉ូស៊ីនជាអាស៊ីតអាមីនេដែលកើតក្នុងប្រូតេអ៊ីន។ មេទីលស៊ីលីស៊ីឡាតត្រូវបានរកឃើញក្នុងប្រេងរបស់ស្មៅមួយ (Wintergrass) អឺជីណុលមាននៅក្នុងប្រេងផ្កាកាំពូ និងទីម៉ុលមានក្នុងម្អម (thyme)។



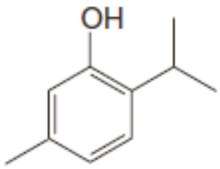
L-ទីរ៉ូស៊ីន



មេទីលសាលីស៊ីឡាត

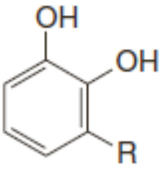


អឺជីណុល



ទីមុល

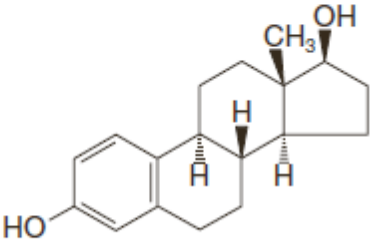
អ៊ុយរ៉ុសស្យុល (urushiols)ជាភ្នាក់ងារធ្វើឱ្យពងស្បែកមានក្នុងរុក្ខជាតិពុលម្យ៉ាង។



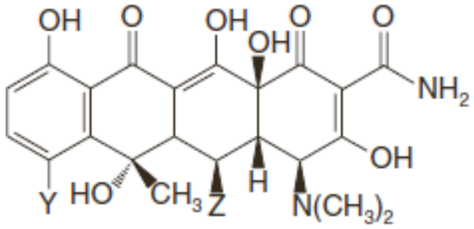
Urushiols

$R = -(CH_2)_{14}CH_3$,
$-(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_5CH_3$, or
$-(CH_2)_7CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_2CH_3$, or
$-(CH_2)_7CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH{=}CHCH_3$ or
$-(CH_2)_7CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH_2$

អេស្ត្រាឌីអុលជាអរម៉ូនភេទស្រីមួយ និងតេត្រាស៊ីគ្លីនជាអង់ទីប្យូទិចសំខាន់មួយ៖



Estradiol



Tetracyclines
(Y = Cl, Z = H; Aureomycin)
(Y = H, Z = OH; Terramycin)

៣. លក្ខណៈរូបរបស់ផេណុល

វត្តមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងផេណុលមានន័យថា ផេណុលដូចអាល់កុល (ផ្នែក១១.២) ក្នុងទិដ្ឋភាពខ្លះ។ ឧទាហរណ៍ ពួកវាអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនមាំរវាងគ្នា ហើយមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងអ៊ីដ្រូកាបួដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលដូចគ្នា។ ផេណុល (bp=182^{0}C) មានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងតូលុយអែន (bp=110.6^{0}C) 70^{0}C ទោះបី

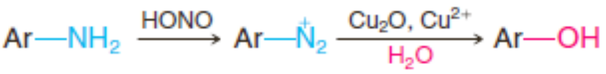
សមាសធាតុទាំងពីរនេះមានម៉ាសម៉ូលេគុលដូចគ្នាក៏ដោយ។ ផេណុលក៏រលាយក្នុងទឹកងាយដែរ ដោយ សារតែលទ្ធភាពរបស់ពួកវាក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនមាំជាមួយទឹក។

៤. ការសំយោគផេណុល

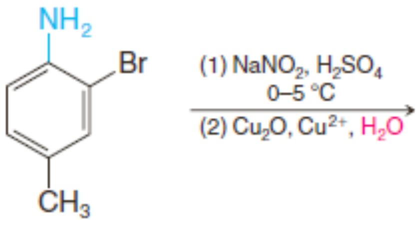
៤.១ ការសំយោគក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍

ការសំយោគក្នុងទីពិសោធន៍សំខាន់ជាងគេរបស់ផេណុលគឺប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអំបិលអារ៉ែនឌីអាសូញ៉ូម (ផ្នែក២០.៧.៥)។ វិធីសាស្ត្រនេះល្អណាស់ ហើយល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលត្រូវការសម្រាប់ដំណាក់កាលប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្ម និងដំណាក់កាលអ៊ីដ្រូលីសគឺងាយ (mild conditions)។ នេះមានន័យថា ក្រុមផ្សេងទៀតមានវត្តមានលើវង់មិនរងឥទ្ធិពលទេ។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍៖



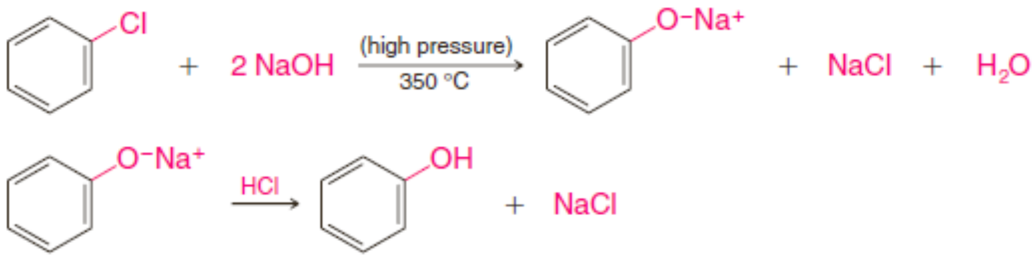
2-ប្រូម៉ូ-4-មេទីលផេណុល

(80-92%)

៤.២ ការសំយោគក្នុងឧស្សាហកម្ម

ផេណុលគឺជាសារធាតុគីមីមានសារសំខាន់ក្នុងឧស្សាហកម្ម។ វាជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតផលពាណិជ្ជកម្មមួយចំនួនធំ តាំងពីអាស្ពីរីនរហូតដល់រូបធាតុផ្លាស្ទិក។ ការផលិតផលផេណុលទូទាំងសកលលោក (ជួនកាលក្នុងឧស្សាហកម្មគេហៅវាថា អាស៊ីតកាបូលិច) មានប្រហែល៣លានតោនក្នុងមួយឆ្នាំ។ វិធីសាស្ត្រជាច្រើនត្រូវបានប្រើក្នុងការសំយោគផេណុលជាលក្ខណៈពាណិជ្ជកម្ម។

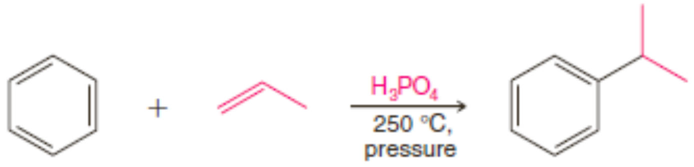
១. **អ៊ីដ្រូលីសក្លរ៉ូបង់សែន (ដំណើរការ Dow)៖** ក្នុងដំណើរការនេះ ក្លរ៉ូបង់សែនត្រូវបានដុតកម្តៅនៅ 350^{0}C (ក្រោមសំពាធខ្ពស់) ជាមួយសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត។ ប្រតិកម្មនេះបង្កើតសូដ្យូមផេណុកស៊ីតដែលរងអាស៊ីតកម្មបង្កើតផេណុល។ ចលនការប្រតិកម្មនេះប្រហែលទាក់ទងនឹងការបម្លែងបង់សែន ទៅជាបង់ស៊ីន (ផ្នែក២១.១១.១)។



២. **ពីគុយមែនអ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត៖** ដំណើរនេះបង្ហាញថាគីមីឧស្សាហកម្មនៃផេណុលល្អបំផុត។ វាជាវិធី សាស្ត្រមួយសម្រាប់បម្លែងសមាសធាតុសរីរាង្គតម្លៃថោកពីរ គឺបង់សែន និងប្រូប៉ែន ទៅជាសមាសធាតុមានតម្លៃថ្លៃជាងពីរគឺផេណុល និងសេតូន។ សមាសធាតុផ្សេងទៀតដែលត្រូវប្រើគឺមានតែអុកស៊ីសែនពីខ្យល់។

ផលិតកម្មផេណុលទូទាំងសកលលោលឥឡូវនេះអាស្រ័យលើវិធីសាស្ត្រនេះ។ ការសំយោគចាប់ផ្ដើមពីប្រតិកម្មអាល់គីលFriedel-Craft នៃបង់សែនជាមួយប្រូប៉ែនបង្កើតគុយមែន (អ៊ីសូប្រូពីលបង់សែន)៖

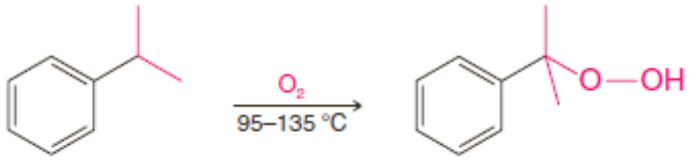
ប្រតិកម្មទី១៖



គុយមែន

បន្ទាប់មកគុយមែនរងអុកស៊ីតកម្មជាគុយមែនអ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត៖

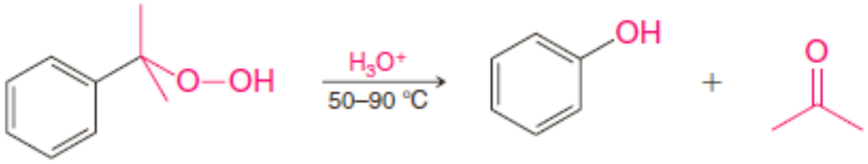
ប្រតិកម្មទី២៖



គុយមែនអ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត

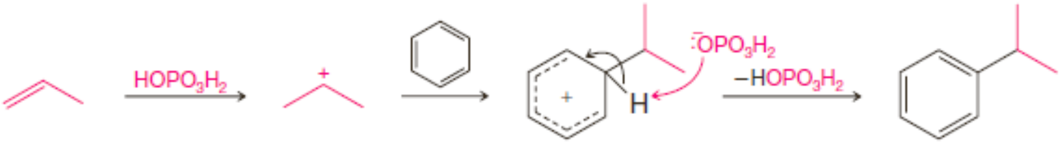
ចុងក្រោយ នៅពេលគេដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច 40% គុយមែនអ៊ីដ្រូពែរ អុកស៊ីតរងប្រតិកម្មបណ្ដូរទីតាំងអ៊ីដ្រូលីទិចដែលបង្កើតផេណុល និងសេតូន៖

ប្រតិកម្មទី៣៖



ផេណុល **សេតូន**

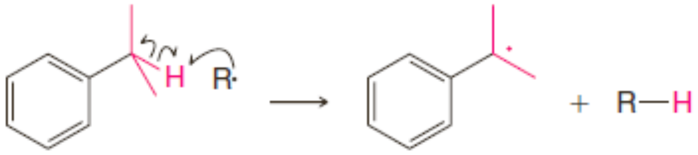
ចលនការប្រតិម្មនីមួយៗក្នុងការសំយោគផេណុលពីបង់សែន និងប្រូប៉ែន ឆ្លងកាត់គុយមែន អ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីតត្រូវការការពិភាក្សាខ្លះ។ ប្រតិកម្មទី១ជាប្រតិកម្មយើងដឹងរួចហើយ។ កាចុងអ៊ីសូប្រូពីល ដែលបានបង្កើតដោយប្រតិកម្មប្រូប៉ែនជាមួយអាស៊ីត(H_3PO_4) ធ្វើអាល់គីឡាតកម្មលើបង់សែនតាមប្រតិកម្មជំនួសអេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិចFriedel-Crafts៖



ប្រតិកម្មទី២ជាប្រតិកម្មខ្សែរ៉ាឌីកាល់សេរី។ ជាតុផ្ដើមរ៉ាឌីកាល់សេរីដកយកអ៊ីដ្រូសែនបង់ស៊ីលិចរបស់គុយមែន បង្កើតរ៉ាឌីកាល់បង់ស៊ីលិចថ្នាក់ទី៣។ បន្ទាប់មក ប្រតិកម្មខ្សែមួយជាមួយអុកស៊ី សែន ដែលមានជាឌីរ៉ាឌីកាល់ប៉ារ៉ាម៉ាញេទិចក្នុងភាពគ្រឹះ បង្កើតគុយមែនអ៊ីដ្រូពែរអុកស៊ីត៖

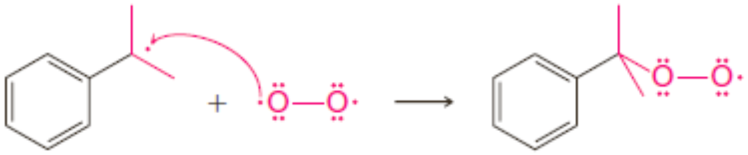
ផ្ដើមខ្សែ

ដំណាក់កាលទី១

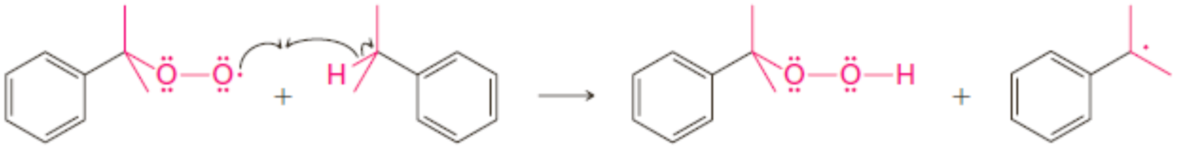


ដំណាក់កាលដាល

ដំណាក់កាលទី២

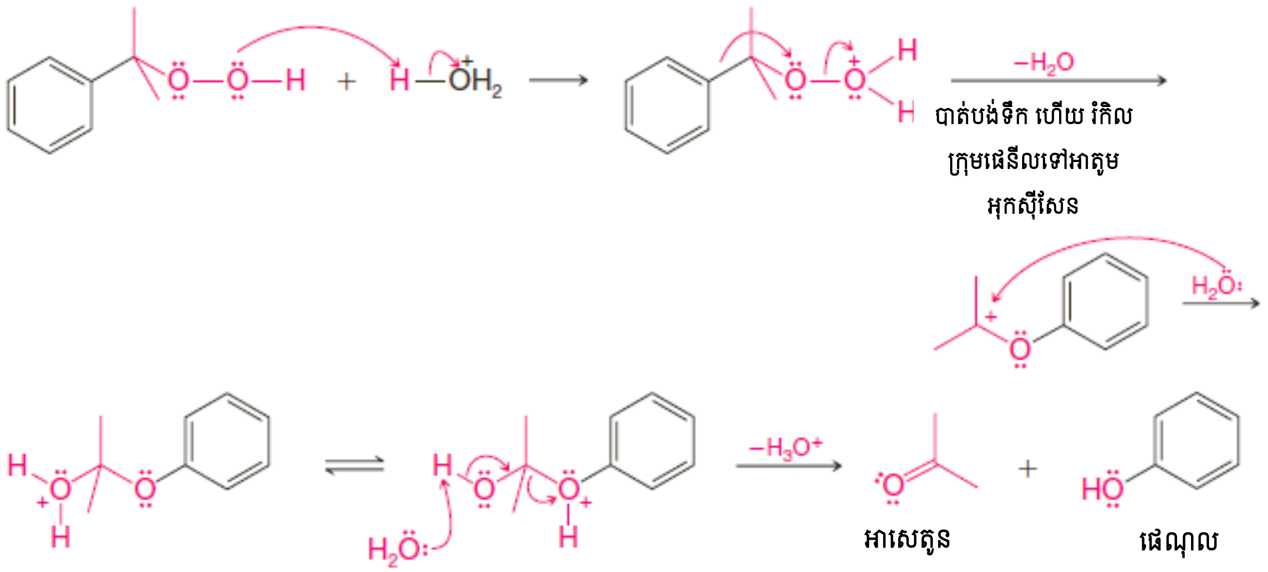


ដំណាក់កាលទី៣



ប្រតិកម្មនេះបន្តតាមដំណាក់កាល២,៣,២,៣ និងរហូត។

ប្រតិកម្មទី៣ ជាប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងអ៊ីដ្រូលីទិច ដូចគ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងកាបូកាចុង ដែលយើងបានសិក្សាពីមុន។ ប៉ុន្តែ ក្នុងករណីនេះ បណ្តូរទីតាំងទាក់ទងនឹងការរំកិលក្រុមផេនីលទៅ កាន់ *អាតូមអុកស៊ីសែនកាបូកាចុង*។ ក្រុមផេនីលមានទំនោររំកិលទៅកាន់មណ្ឌលកាចុងខ្លាំងជាងក្រុម មេទីល។ សមីការខាងក្រោមបង្ហាញដំណាក់កាលទាំងអស់នៃចលនការនេះ។



ដំណាក់កាលទី២ និងទី៣របស់ចលនការនេះអាចកើតឡើងក្នុងពេលដំណាលគ្នា គឺ ការបាត់បង់ទឹក និង ការរំកិលក្រុម C_6H_5-អាចកើតឡើងដំណាលគ្នា។

៥. ប្រតិកម្មផេណុលជាអាស៊ីត

៥.១ កម្លាំងផេណុលជាអាស៊ីត

ទោះបីផេណុលមានទម្រង់ស្រដៀងគ្នានឹងអាល់កុលក៏ដោយ ពួកជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងអាល់កុល។ តម្លៃ pKa របស់អាល់កុលស្ទើរតែទាំងអស់ស្ថិតក្នុងលំដាប់18។ ប៉ុន្តែ ដូចដែលយើងឃើញក្នុងតារាង២១.១ តម្លៃ pKa របស់ផេណុលតូចជាង11។

តារាង២១.១ ថេរអាស៊ីតរបស់ផេណុល

ឈ្មោះ	pKa (ក្នុងH_2O នៅ25^{0}C)	ឈ្មោះ	pKa (ក្នុង H_2O នៅ25^{0}C)
ផេណុល	9.89	3-នីត្រូផេណុល	8.25
2-មេទីលផេណុល	10.20	4-នីត្រូផេណុល	7.15
3-មេទីលផេណុល	10.01	2,4-ឌីនីត្រូផេណុល	3.96
4-មេទីលផេណុល	10.17	2,4,6-ទ្រីនីត្រូផេណុល (អាស៊ីតពីគ្រិច)	0.38
2-ក្លរ៉ូផេណុល	8.11		
3-ក្លរ៉ូផេណុល	8.80	1-ណាប់ផ្តុល	9.31
4-ក្លរ៉ូផេណុល	9.20	2-ណាប់ផ្តុល	9.55
2-នីត្រូផេណុល	7.17		

ចូរប្រៀបធៀបសមាសធាតុស្រដៀងគ្នាពីរ គឺស៊ីក្លូអិចសាណុល និងផេណុល៖

ស៊ីក្លូអិចសាណុល **ផេណុល**

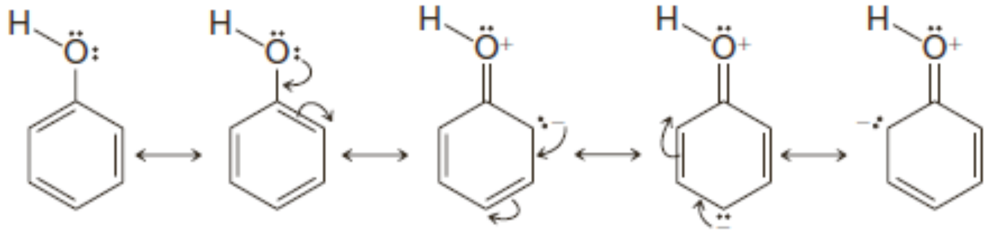
pKa=18 **pKa=9.89**

ទោះបីជាផេណុលជាអាស៊ីតខ្សោយមួយ បើប្រៀបធៀបជាមួយអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ដូចជាអាស៊ីតអាសេទិច (pKa=4.76) ផេណុលជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងស៊ីក្លូអិចសាណុលខ្លាំងណាស់។

លទ្ធផលពិសោធន៍ និងទ្រឹស្តីបានបង្ហាញថា កម្រិតអាស៊ីតធំរបស់ផេណុលបណ្តាលមកពីវាមានរបាយបន្ទុកអគ្គិសនី ដែលបណ្តាលឱ្យអុកស៊ីសែន -OH កាន់តែវិជ្ជមាន ដូចនេះប្រូតុងចងមិនសូវមាំទេ។ ជាឥទ្ធិពលវង់បង់សែនរបស់ផេណុលមានអំពើជាក្រុមទាញអេឡិចត្រុង បើប្រៀបធៀបជាមួយវង់ស៊ីក្លូអិចសានរបស់ស៊ីក្លូ អិចសាណុល។

យើងអាចយល់អំពីឥទ្ធិពលនេះដោយកត់សម្គាល់ថា អាតូមកាបូនដែលចងជាមួយក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលក្នុងផេណុលមានអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ប៉ុន្តែអាតូមកាបូនក្នុងស៊ីក្លូអិចសានមានអ៊ីប្រ៊ីតsp^3។ ដោយសារតែលក្ខណៈអរប៊ីតាល់s របស់វាច្រើនជាងអាតូមកាបូនអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 មានកម្រិតអេឡិចត្រូវិជ្ជមានខ្លាំងជាងអាតូមកាបូនអ៊ីប្រ៊ីតsp^3 (ផ្នែក ៣.៨.១)។

កត្តាមួយទៀតដែលជះឥទ្ធិពលលើរបាយអេឡិចត្រុង អាចជារបាយបង្កើតអ៊ីប្រ៊ីតរេសូណង់ផេណុលដែលបង្កើតដោយទម្រង់ 2–4 ។ កត់សម្គាល់ថា ឥទ្ធិពលនៃទម្រង់ទាំងនេះគឺឥទ្ធិពលទាញអេឡិចត្រុងពីក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល និងធ្វើឱ្យអុកស៊ីសែនវិជ្ជមាន៖

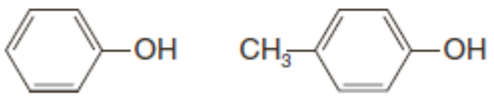


1a 1b 2 3 4

ទម្រង់រេសូណង់របស់ផេណុល

ការពន្យល់មួយទៀតអំពីកម្រិតអាស៊ីតខ្លាំងរបស់ផេណុលធៀបនឹងស៊ីក្លូអិចសាណុលអាចអាស្រ័យលើទម្រង់រេសូណង់ស្រដៀងគ្នារបស់អ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីត។ មិនដូចទម្រង់រេសូណង់របស់ផេណុល2–4ទម្រង់រេសូណង់របស់អ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីតមិនទាក់ទងនឹងការញែកបន្ទុកទេ។ យោងតាមទ្រឹស្តីរេសូណង់ ទម្រង់ទាំង នេះអាចធ្វើឱ្យអ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីតមានស្ថេរភាពជាងទម្រង់2–4 របស់ផេណុល (តាមពិត គ្មានទម្រង់រេសូណង់ ដែលអាចសរសេរសម្រាប់ស៊ីក្លូអិចសាណុល ឬអ៊ីយ៉ុងរបស់វាទេ)។ បន្ស៊ីបនៃអ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីត(បាសធ្លាស់) ធំជាងផេណុល (អាស៊ីត) មានឥទ្ធិពលបង្កើនកម្លាំងអាស៊ីតមួយ។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.១ ៖ បើសិនជាយើងមើលលើតារាង២១.១ យើងឃើញថាមេទីលផេណុល (ក្រេសុល)ជាអាស៊ីតខ្សោយជាងផេណុល។ ឧទាហរណ៍៖



ផេណុល   **4-មេទីលផេណុល**

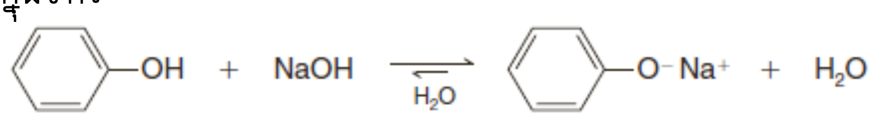
pKa=9.89   pKa=10.17

លក្ខណៈនេះកំណត់លក្ខណៈថាផេណុលចងក្រុមឱ្យអេឡិចត្រុង។ ចូរពន្យល់។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.២ ៖ បើសិនជាយើងមើលតារាង២១.១ យើងឃើញថាផេណុលមានក្រុមទាញអេឡិចត្រុង (Cl- ឬ O_2N-) ភ្ជាប់លើវង់បង់សែនជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងខ្លួនវា។ ចូរពន្យល់ការសង្កេតនេះដោយអាស្រ័យលើផលអាំងឌុចទីវ និងផលរេសូណង់។ ចម្លើយរបស់អ្នកក៏អាចពន្យល់អំពីឥទ្ធិពលបង្កើនភាពអាស៊ីតរបស់ក្រុមនីត្រូដែលជាឥទ្ធិពលមួយ ដែលធ្វើឱ្យ 2,4,6-ទ្រីនីត្រូផេណុល (អាស៊ីតពីគ្រិច) មានកម្រិតអាស៊ីត (pKa=0.38) ខ្លាំងជាងអាស៊ីតអាសេទិច (pKa=4.76)។

៥.២ ការញែកភាពខុសគ្នា និងញែកផេណុលេញពីអាល់កុល និងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

ដោយសារតែផេណុលជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងទឹក ប្រតិកម្មខាងក្រោមមានសារសំខាន់ក្នុងការបង្កើតសូដ្យូមផេណុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹក៖

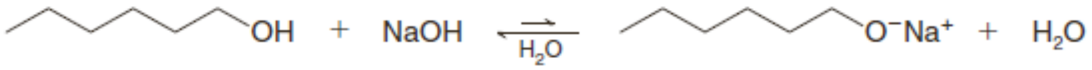


អាស៊ីតខ្លាំងជាង   **បាសខ្លាំងជាង**   **បាសខ្សោយជាង**   **អាស៊ីតខ្សោយជាង**

pKa=10   pKa=16

(រលាយតិចក្នុងទឹក)

ប្រតិកម្មនៃ1-អិចសាណុលជាមួយសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតមិនកើតឡើងទេ ពីព្រោះ1-អិចសាណុល ជាអាស៊ីតខ្សោយជាងទឹក៖



អាស៊ីតខ្សោយជាង   **បាសខ្សោយជាង**   **បាសខ្លាំងជាង**   **អាស៊ីតខ្លាំងជាង**

pKa=18   pKa=16

(រលាយតិចក្នុងទឹក)

ការពិតដែលផេណុលរលាយក្នុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត តែគ្រប់អាល់កុលដែលអាតូមកាបូន៦ ឬច្រើនជាង មិនរលាយក្នុងទឹក ផ្តល់ឱ្យយើងជាមធ្យោបាយងាយស្រួលក្នុងការសម្គាល់ និងញែកផេណុលចេញពី អាល់កុលស្ទើរ

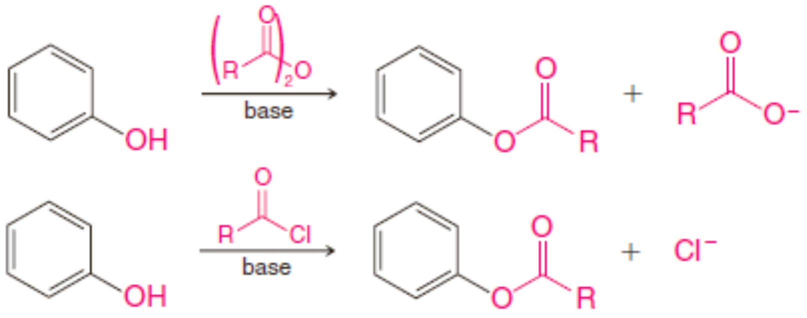
តែទាំងអស់ (អាល់ដែលមានអាតូមកាបូន៥ ឬតិចជាង រលាយល្អណាស់ក្នុងទឹកមិនកំណត់ ដូចនេះពួកវារលាយក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ទោះបីពួកវាមិនត្រូវបានបម្លែងទៅជាសូដ្យូមអាល់កុកស៊ីតក្នុងបរិមាណសមស្របក៏ដោយ)។

ប៉ុន្តែស្ទើរតែគ្រប់ផេណុលមិនរលាយក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត ($NaHCO_3$) ប៉ុន្តែអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរលាយ។ ដូចនេះសូលុយស្យុង $NaHCO_3$ ផ្តល់ជាវិធីសាស្ត្រមួយសម្រាប់ញែកភាពខុសគ្នា និងញែកផេណុលស្ទើរតែទាំងអស់ចេញពីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៣ ៖ អ្នកទទួលបានល្បាយមួយនៃ4-មេទីលផេណុល, អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច និងតូលុយអែនពីគ្រូមន្ទីរពិសោធន៍។ សន្មត់ថា អ្នកមានអាស៊ីត បាស និងជាតុរំលាយគ្រប់គ្រាន់ ចូរពន្យល់ពីរបៀបដែលអ្នកអាចញែកល្បាយទាំងនេះដោយប្រើកម្រិតរលាយខុសគ្នានៃភាគផ្សំរបស់ល្បាយ។

៦. ប្រតិកម្មផ្សេងទៀតរបស់ក្រុម O–Hរបស់ផេណុល

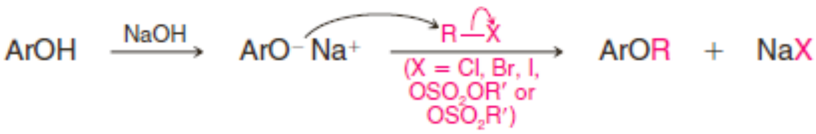
ផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអានីឌ្រីតកាបុកស៊ីលិច និងក្លរបង្កើតអេស្ទែរ។ ប្រតិកម្មទាំងនេះស្រដៀង គ្នាទៅនឹងប្រតិកម្មរបស់អាល់កុលណាស់ (ផ្នែក១៧.៧)។



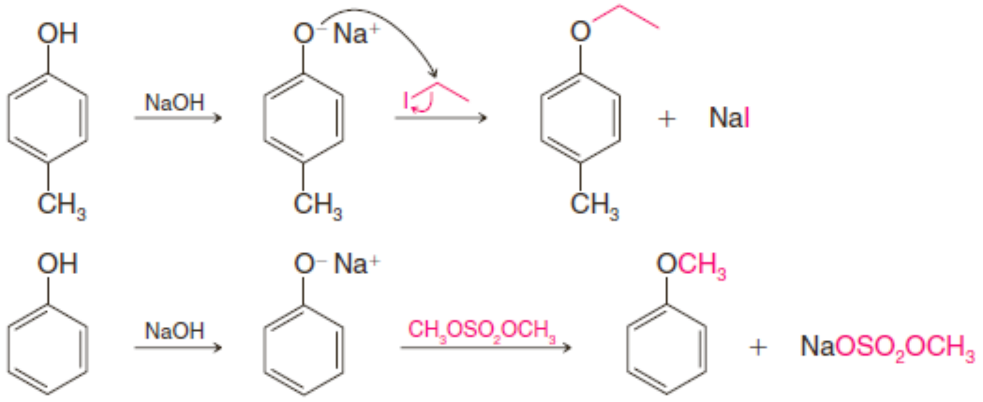
ផេណុលក្នុងការសំយោគ Williamson

ផេណុលត្រូវបានបម្លែងជាអេទែរតាមការសំយោគ Williamson (ផ្នែក១១.១១ខ)។ ដោយសារតែ ផេណុលជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងអាល់កុល ពួកវាអាចបម្លែងជាសូដ្យូមផេណុកស៊ីតដោយប្រើសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត (មិនមែនសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬលោហៈសូដ្យូម ដែលជារ៉េអាក់ទីបត្រូវការដើម្បីបម្លែងអាល់កុលទៅជាអ៊ីយ៉ុង អាល់កុកស៊ីត)។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ឧទាហរណ៍៖



អានីសុល(មេតុកស៊ីបង់សែន)

៧. បណ្តាច់អាល់គីលអារីលអេទែរ

យើងបានសិក្សាក្នុងផ្នែក១១.១១ក រួចហើយថា នៅពេលឌីអាល់គីលអេទែរត្រូវបានដុតកម្តៅជាមួយ HBr ឬ HI ខាប់លើស អេទែរត្រូវបានផ្តាច់ ហើយអាល់គីលអាឡូសែនត្រូវបានបង្កើតពីក្រុមអាល់គីលទាំងពីរ៖

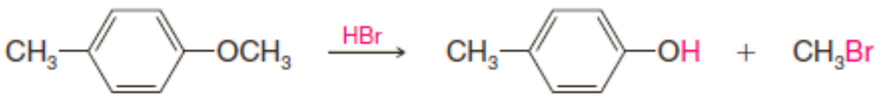
$$R-O-R' \xrightarrow[\text{heat}]{\text{concd HX}} R-X + R'-X + H_2O$$

នៅពេលអាល់គីលអារីលអេទែរមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតខ្លាំង ដូចជា HI និង HBr ប្រតិកម្មបង្កើត អាល់គីលអាឡូសែនមួយ និងផេណុល។ ផេណុលមិនរងប្រតិកម្មបន្ថែមទៀតដើម្បីបង្កើតអារីលអាឡូសែនទេ ពីព្រោះសម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែនរបស់ផេណុលជាសម្ព័ន្ធមាំ ហើយដោយសារតែកាចុងផេនីលមិនងាយកកើតទេ។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

$$Ar-O-R \xrightarrow[\text{heat}]{\text{concd HX}} Ar-OH + R-X$$

ឧទាហរណ៍៖

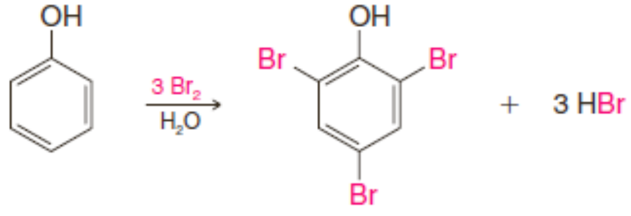


P-មេទីលអានីសុល 4-មេទីលផេណុល មេទីលប្រូម

៨. ប្រតិកម្មនៃវង់បង់សែនរបស់ផេណុល

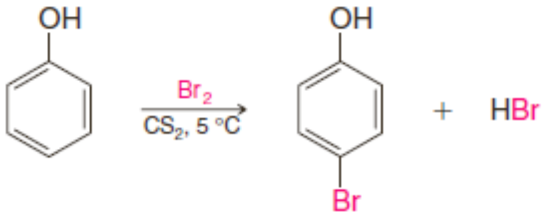
៨.១ ប្រតិកម្មប្រូមកម្ម

ក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលជាក្រុមសកម្មខ្លាំងមួយ ហើយជាក្រុមដៅទិសអរតូ-ប៉ារ៉ាមួយ ក្នុងប្រតិកម្មជំនួស អេឡិចត្រូភីលអារ៉ូម៉ាទិច។ ផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមក្នុងសូលុយស្យុងបង្កើត 2,4,6-ទ្រីប្រូម៉ូផេណុល ក្នុងបរិមាណខ្ពស់។ ចូរកត់សម្គាល់ថា គេមិនត្រូវការអាស៊ីតឡឺវីសសម្រាប់ធ្វើប្រតិកម្មប្រូមកម្មលើវង់សកម្មខ្លាំង បែបនេះទេ៖



2,4,6-ទ្រីប្រូម៉ូផេណុល (~100%)

ប្រតិកម្មម៉ូណូប្រូមកម្មអាចធ្វើឡើងបានដោយធ្វើប្រតិកម្មនេះក្នុងកាបូនឌីស៊ុលផួនៅសីតុណ្ហភាពទាបជាល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលអាចកាត់បន្ថយសកម្មភាពអេឡិចត្រូភីលរបស់ប្រូម។ ផលិតផលឧត្តមភាពគឺអ៊ីសូមែរប៉ារ៉ា៖

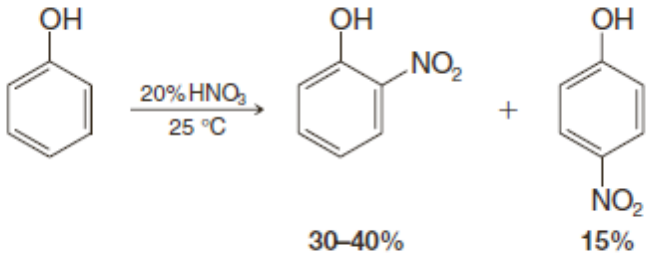


p-ប្រូម៉ូផេណុល

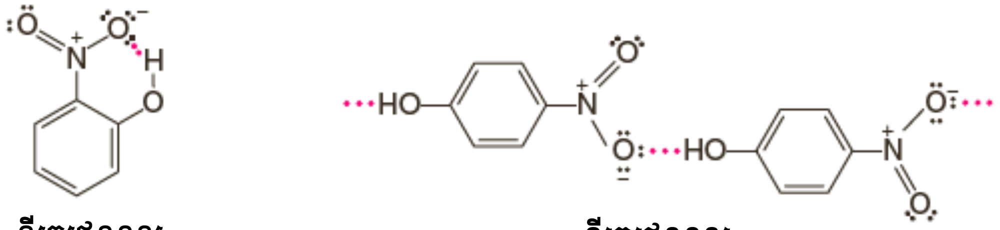
(80 – 84%)

៨.២ ប្រតិកម្មនីត្រាតកម្ម

ផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតនីទ្រិចរាវបង្កើតល្បាយ o- និងp-នីត្រូផេណុល៖



ទោះបីជាទិន្នផលទាបក៏ដោយ (ដោយសារអុកស៊ីតកម្មវង់) អ៊ីសូមែរអរតូ និងប៉ារ៉ាអាចត្រូវបានញែកពីគ្នាដោយបំណិតចំហាយ។ o-នីត្រូផេណុលជាអ៊ីសូមែរហើរជាង ពីព្រោះការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន (មើលទម្រង់ខាងក្រោម) ជាការធ្វើតាមបែបអ៊ិនត្រាម៉ូលេគុល (ខាងក្នុងម៉ូលេគុល)។ p-នីត្រូផេណុលមានកម្រិត រំហើរតិចជាងពីព្រោះការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនអន្តរម៉ូលេគុលរបស់វាបណ្តាលឱ្យមានការផ្តុំគ្នារវាងម៉ូលេគុលរបស់វា។ ដូចនេះ o-នីត្រូផេណុលក្លាយជាចំហាយមុន ហើយ p-នីត្រូផេណុលនៅសល់ក្នុងកែវបំណិត។

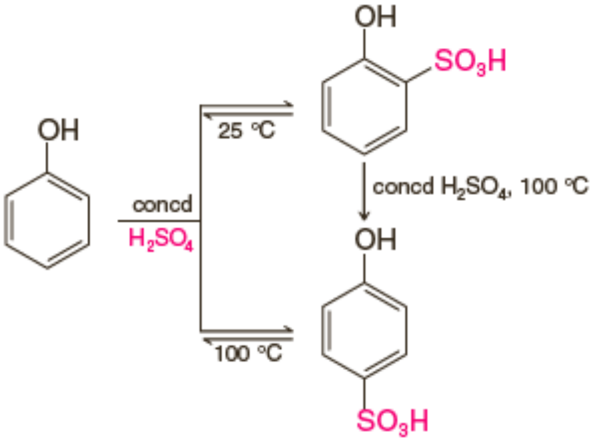


o-នីត្រូផេណុល
(ហើរជាងដោយសារការចង
សម្ព័ន្ធ អ៊ីដ្រូសែនអ៊ិនត្រាម៉ូលេ

p-នីត្រូផេណុល
(ហើរតិចជាងដោយសារការចង
សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនអន្តរម៉ូលេគុល)

៨.៣ ប្រតិកម្មស៊ុលផូនកម្ម

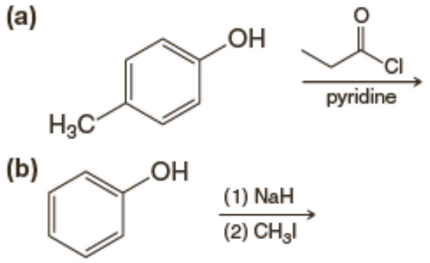
ផេណុលមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់បង្កើតផលតិផលអរតូស៊ុលផូណាតជាផលិតផល ឧត្តមភាព បើសិនប្រតិកម្មត្រូវបានធ្វើឡើងនៅសីតុណ្ហភាព25°C ហើយទទួលបានផលិតផលប៉ារ៉ាស៊ុលផូណាត នៅ100°C។ នេះជាឧទាហរណ៍មួយទៀតនៃការត្រួតពិនិត្យស៊ីនេទិច និងទែម៉ូឌីណាមិចរបស់ប្រតិកម្មមួយ (ផ្នែក១៣.១០.១)៖



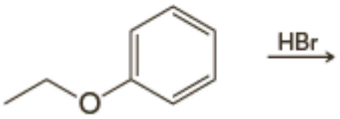
ផលិតផលឧត្តមភាពក្រោម
ការត្រួតពិនិត្យស៊ីនេទិច

ផលិតផលឧត្តមភាពក្រោម
ការត្រួតពិនិត្យទែម៉ូឌីណាមិច

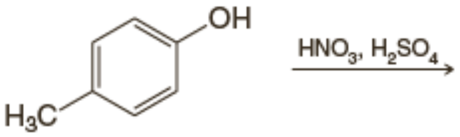
លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៤ ៖ ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



(c)

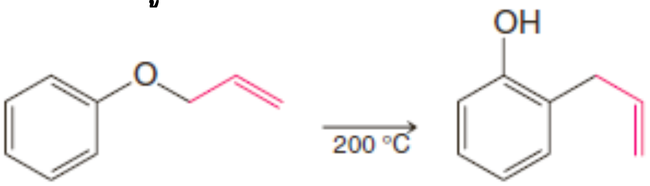


(d)



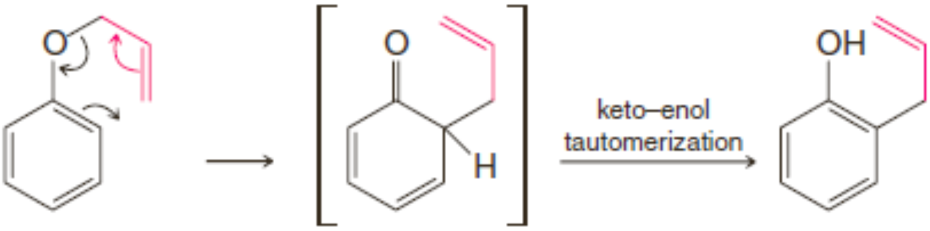
៩. ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងClaisen

ការដុតកម្តៅអាលីលផេនីលអេទែររហូតដល់សីតុណ្ហភាព200^{0}C មានឥទ្ធិពលដល់ប្រតិកម្មអ៊ិនត្រា ម៉ូលេគុលមួយ ហៅថា**ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងClaisen**។ ផលិតផលនៃប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងនេះគឺ o-អាលីល ផេណុល៖



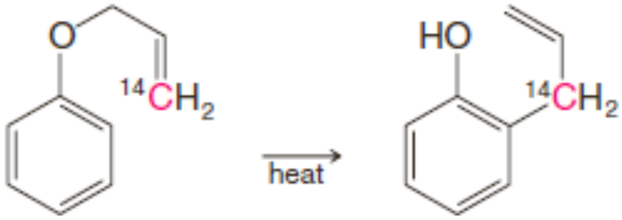
អាលីលផេនីលអេទែរ **o-អាលីលផេណុល**

ប្រតិកម្មនេះកើតឡើងដោយឆ្លងកាត់**បណ្តូរទីតាំងតន្ត្រី** (concerted rearrangement) ដែលសម្ព័ន្ធចន្លោះC3 របស់ក្រុមអាល់គីល និងទីតាំងអរតូរបស់វង់បង់សែនដែលកកើតក្នុងពេលដំណាលគ្នាដែលសម្ព័ន្ធ កាបូន-អុកស៊ីសែនរបស់ផេនីលអេទែរដាច់។ ផលិតផលប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងនេះជាអង្គធាតុកណ្តាលគ្មាន ស្ថេរភាពមួយ ដូចអង្គធាតុកណ្តាលគ្មានស្ថេរភាពក្នុងប្រតិកម្មKolbe (ផ្នែក២១.៨) រងការរំកិលប្រូតុងមួយ (តូតូមែរកម្មសេត-អេណុលមួយ មើលផ្នែក១៨.២) ដែលបង្កើតជា o-អាលីលផេណុល៖



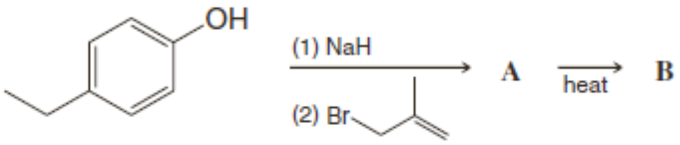
អង្គធាតុកណ្តាលគ្មានស្ថេរភាព

មានតែC3 របស់ក្រុមអាលីលដែលអាចចងសម្ព័ន្ធជាមួយវង់បង់សែនត្រូវបានបង្ហាញដោយធ្វើបណ្តូរ ទីតាំងជាមួយអាលីលផេនីលអេទែរដែលមាន^{14}C លើC3។ ផលិតផលទាំងអស់របស់ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានដាក់ ស្លាកអាតូមកាបូនលើវង់៖

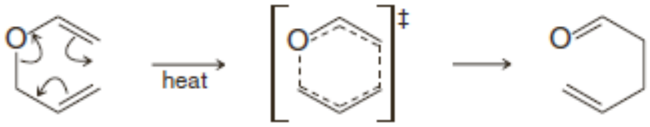


លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៥ ៖ ការពិសោធន៍ស្លាកដែលទើបតែបានបរិយាយខាងលើមិនបានបង្ហាញចលនការមួយ ដែលអាលីលផេនីលអេទែរបំបែកបង្កើតកាចុងអាលីលមួយ (ផ្នែក១៣.៤) និងអ៊ីយ៉ុងផេណុកស៊ីតមួយ ដែល បន្ទាប់មករងប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មFriedel-Crafts (ផ្នែក១៥.៦) បង្កើតo-អាលីលផេណុល។ ចូរពន្យល់ពីរបៀបចលនការនេះអាចត្រូវបានរាប់ចូលដោយបង្ហាញផលិតផលមួយ ឬច្រើន ដែលទទួលបានពីវា។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៦ ៖ តើសមាសធាតុ A និង Bក្នុងលំដាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោម?

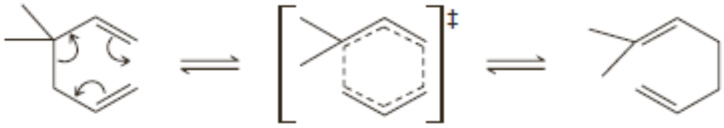


ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងClaisenក៏បានកើតឡើង នៅពេលអាលីលវីនីលអេទែរត្រូវបានដុតកម្តៅ។ ឧទាហរណ៍៖



អាលីលវីនីលអេទែរ អន្តរភាពអារ៉ូម៉ាទិច 4-ប៉ង់តែណាល់

អន្តរភាពរបស់ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងClaisenទាក់ទងនឹងវដ្តមួយមានអេឡិចត្រុង៦។ មាន៦អេឡិចត្រុង ស្មើថា អន្តរភាពមានលក្ខណៈអារ៉ូម៉ាទិច (ផ្នែក១៤.៧)។ ប្រតិកម្មផ្សេងទៀតនៃប្រភេទទូទៅមួយត្រូវបានគេ ស្គាល់ ហើយត្រូវបានគេហៅថា**ប្រតិកម្មបរិវដ្ត** (pericyclic reactions)។ ប្រតិកម្មបរិវដ្តស្រដៀងគ្នាមួយទៀត ជា**ប្រតិកម្មបណ្តូរទីតាំងCope** បង្ហាញខាងក្រោម៖



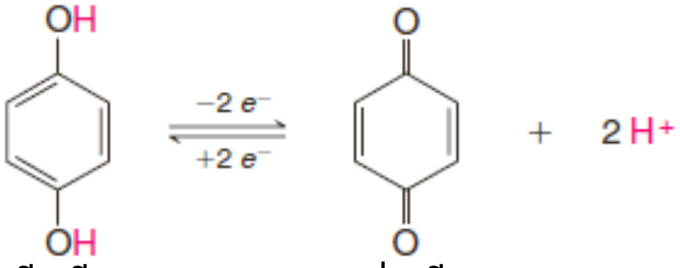
3,3-ឌីមេទីល-1,5-អិចសាឌីអែន អន្តរភាពអារ៉ូម៉ាទិច 2-មេទីល-2,6-អិបតាឌីអែន

ប្រតិកម្ម Diels-Alder (ផ្នែក១៣.១១) ក៏ជាប្រតិកម្មបរិវដ្តមួយដែរ។ អន្តរភាពរបស់ប្រតិកម្ម Diels-Alder ក៏ទាក់ទងនឹង៦អេឡិចត្រុងដែរ៖

អន្តរភាពអារ៉ូម៉ាទិច

១០. គីណូន

អុកស៊ីតកម្មនៃអ៊ីដ្រូគីណូន (1,4-បង់សែនឌីអុល) បង្កើតសមាសធាតុមួយត្រូវបានគេស្គាល់ថា p-បង់សូគីណូន។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនេះអាចធ្វើឡើងដោយភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មខ្សោយ ហើយជាសរុបប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនេះទាក់ទងនឹងការដកទ្វេតាអេឡិចត្រុងមួយ(2é) និងប្រូតុងពីរពីអ៊ីដ្រូគីណូន (មធ្យោបាយ មួយទៀតដើម្បីបង្ហាញប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មនេះ គឺនៅពេលការបាត់បង់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនមួយH:Hធ្វើឱ្យវាវង ប្រតិកម្មដេអ៊ីដ្រូសែនកម្មមួយ)។



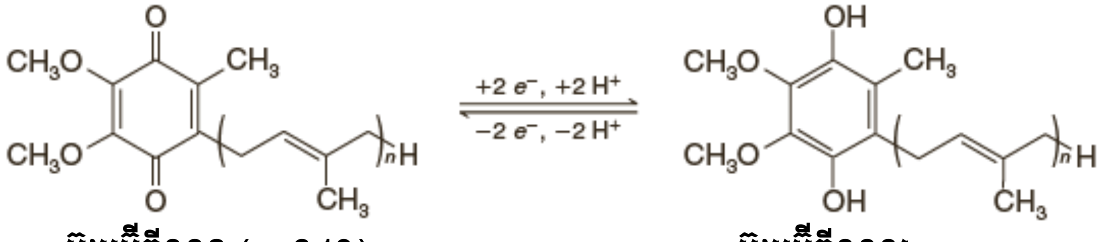
អ៊ីដ្រូគីណូន p-បង់សូគីណូន

ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអាចត្រលប់ទៅវិញទៅមក។ p-បង់សូគីណូនរងរេដុកម្មយ៉ាងងាយដោយភ្នាក់ងាររេដុកម្មខ្សោយទៅជាអ៊ីដ្រូគីណូន។

ធម្មជាតិប្រើប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្មអាចត្រលប់ទៅវិញទៅមកនេះច្រើនណាស់ ដើម្បីដឹកនាំអេឡិចត្រុងមួយគូពីសមាសធាតុមួយទៅសមាសធាតុមួយទៀតក្នុងប្រតិកម្មកាតាលីករអង់ស៊ីមមួយ។

សមាសធាតុសំខាន់ក្នុងទិដ្ឋភាពនេះជាសមាសធាតុដែលហៅថា**អ៊ុយប៊ីគីណូន** (ubiquinones) (មាននៅក្នុងភ្នាសមីតូកុងឌ្រីរបស់កោសិកាភាវរសទាំងអស់)។ អ៊ុយប៊ីគូណូនក៏ត្រូវបានគេហៅថាកូអង់ស៊ីមQ (CoQ)ផងដែរ។

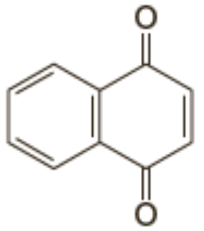
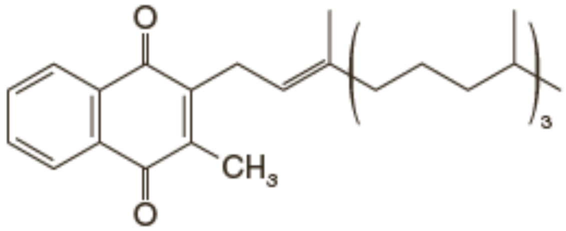
អ៊ុយបីគីណូនជាខ្សែអ៊ីសូប្រែនវែងមួយ។ ឯកតាអ៊ីសូប្រែន១០មានវត្តមាននៅក្នុងអ៊ុយប៊ីគីណូនរបស់មនុស្ស។ ផ្នែកនេះប៉ូលែខ្លាំង វាធ្វើអ៊ុយប៊ីគីណូនរលាយក្នុងប៊ីស្រទាប់អ៊ីដ្រូផូបរបស់ភ្នាសក្នុងមីតូកុងឌ្រី។ កម្រិតរលាយក្នុងបរិស្ថានភ្នាសនេះជួយឱ្យមានការបន្សាយពីភាគផ្សំមួយនៃខ្សែដឹកនាំអេឡិចត្រុង ទៅភាគផ្សំមួយទៀត។ ក្នុងខ្សែដឹកនាំអេឡិចត្រុង តួនាទីអ៊ុយប៊ីគីណូនគឺទទួលអេឡិចត្រុងពីរ និងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរក្លាយជាអ៊ីដ្រូគីណូនមួយ។ អ៊ីដ្រូគីណូនដែលកកើតដឹកនាំ២អេឡិចត្រុងទៅកាន់អ្នកទទួលបន្ទាប់ក្នុងខ្សែនេះ៖



អ៊ុយប៊ីគីណូន (n=6-10) **អ៊ុយប៊ីគីណុល**

(**កូអង់ស៊ីម** Q) (**ទម្រង់អ៊ីដ្រូគីណូន**)

វីតាមីនK_1ជាអាហារសំខាន់មួយដែលជាឧបករណ៍ធានាឱ្យមានលក្ខណៈកំណកឈាម ដែលមានទម្រង់1,4-ណាប់ផ្តូគីណូន៖

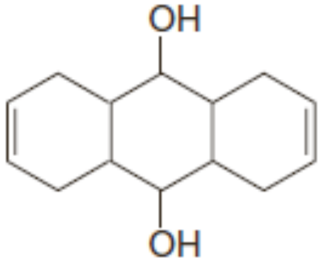
1,4-ណាប់ផ្តូគីណូន **វីតាមីន** K_1

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៧ ៖ p-បង់សូគីណូន និង 1,4-ណាប់ផ្តូគីណូនមានអំពើជាឌីអែណូភីលក្នុងប្រតិកម្មDiels-Alder។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់ផលិតផលនៃប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

a. 1,4-ណាប់ផ្តូគីណូន + ប៊ុយតាឌីអែន

b. p-បង់សូគីណូន + ស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអែន

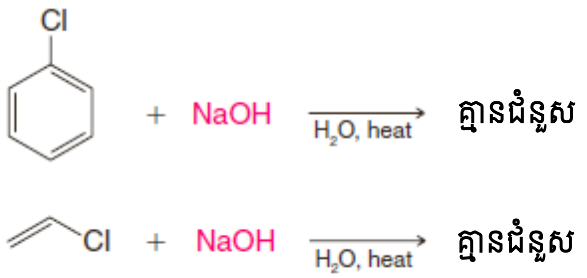
លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៨ ៖ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖



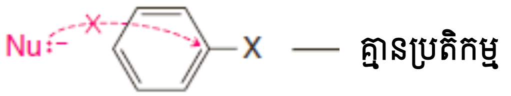
១១. អារីលអាឡូសែន និងប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិច

- អារីលអាឡូសែនធម្មតា ដូចជាវីនីលអាឡូសែន (ផ្នែក៦.១៤ក) មិនមានប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលអាចឱ្យប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលជាមួយអាល់គីលអាឡូសែនរហ័ស។

ឧទាហរណ៍ ក្លរ៉ូបង់សែនអាចត្រូវបានដុតកម្តៅឱ្យពុះជាមួយសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងរយៈពេលច្រើនថ្ងៃដោយមិនបង្កើតបរិមាណសម្គាល់បាននៃផេណុល(ឬសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត)។ ស្រដៀងគ្នានេះដែរ នៅពេលវីនីលក្លរួត្រូវបានដុតកម្តៅជាមួយសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត គ្មានការជំនួសកើតឡើងទេ៖

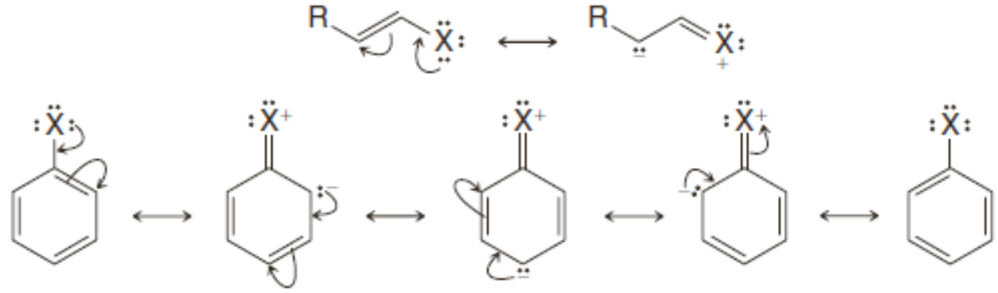


យើងអាចយល់អំពីកង្វះប្រតិកម្មភាពនេះអាស្រ័យលើមូលដ្ឋានជាច្រើន។ រង្វង់បង់សែនរបស់អារីលរារាំងមិនឱ្យការប្រយុទ្ធពីផ្នែកខាងក្រោយក្នុងប្រតិកម្ម S_N2៖



កាចុងផេនីលមិនមានស្ថេរភាពទេ ដូចនេះប្រតិកម្មS_N1 មិនកើតឡើងទេ។ សម្ព័ន្ធកាបូន-អាឡូសែនរបស់អារីល (ឬវីនីល) អាឡូសែនខ្លីជាង និងមាំជាងសម្ព័ន្ធរបស់អាល់គីល អាលីល និងបង់ស៊ីលអាឡូសែន។ សម្ព័ន្ធកាបូន-អាឡូសែនមាំជាងមានន័យថាការដាច់សម្ព័ន្ធតាមចលនការS_N1និង S_N2 ត្រូវការថាមពលបន្ថែម ទៀត។

ឥទ្ធិពលពីរធ្វើឱ្យសម្ព័ន្ធកាបូន-អាឡូសែនរបស់អារីល និងវីនីលអាឡូសែនខ្លីជាង និងមាំជាងគឺ៖(១)កាបូនរបស់អាឡូសែនទាំងពីរប្រភេទជាកាបូនអ៊ីប្រ៊ីតsp^2 ដូចនេះ អេឡិចត្រុងរបស់អរប៊ីតាល់កាបូននៅជិតណ្វៃយ៉ូជាងអេឡិចត្រុងរបស់កាបូនsp^3។ (២)រេសូណង់នៃប្រភេទដែលបានបង្ហាញខាងក្រោមពង្រឹងសម្ព័ន្ធកាបូន-អាឡូសែនដោយឱ្យវាមាន*លក្ខណៈសម្ព័ន្ធពីរជាន់*៖

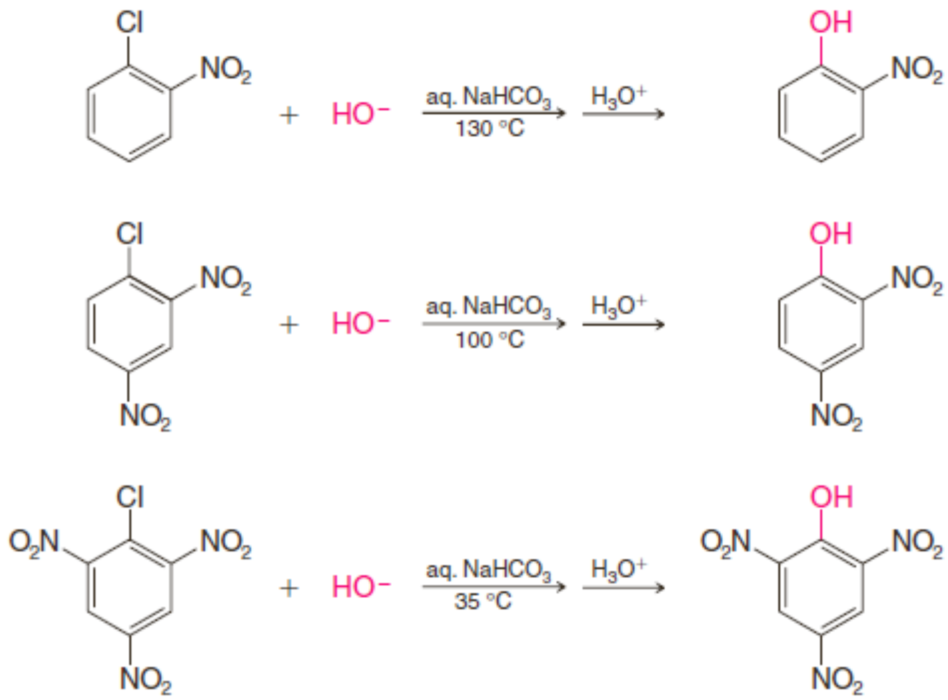


និយាយដូចខាងលើនេះ យើងនឹងឃើញក្នុងផ្នែកពីរបន្ទាប់ថា *អារីលអាឡូសែនអាចក្លាយជាមានប្រតិកម្មភាពចំពោះនុយក្លេអូភីល*បើសិនពួកវាចងក្រុមជួស ឬនៅពេលយើងឱ្យពួកវាមានប្រតិកម្មក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌពិសេស។

១១.១ ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិចដោយបូក-បណ្តាច់៖ ចលនការS_NAr

ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលរបស់អារីលអាឡូសែនមិនកើតឡើងទេ នៅពេលកត្តាអេឡិចត្រុងធ្វើឱ្យកាបូនអារីលចងសម្ព័ន្ធជាមួយអាឡូសែនអាចទទួលការប្រយុទ្ធនុយក្លេអូភីល។

- ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិចអាចកើតឡើងនៅពេលក្រុមទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំងស្ថិតនៅលើទីតាំងអរតូ ឬប៉ារ៉ាធៀបទៅនឹងទីតាំងអាឡូសែន៖



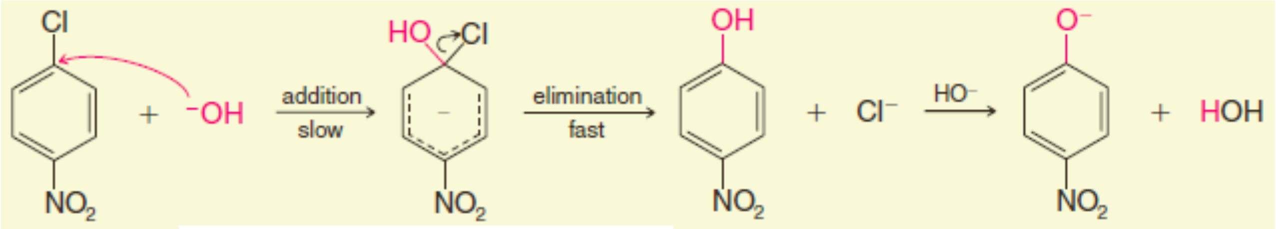
យើងបានឃើញក្នុងឧទាហរណ៍ទាំងនេះថា សីតុណ្ហភាពដែលត្រូវការឱ្យមានប្រតិកម្មគឺទាក់ទងនឹងចំនួនក្រុមនីត្រូអរតូ ឬប៉ារ៉ា។ ក្នុងចំណោមសមាសធាតុទាំងនេះ o-នីត្រូក្លរ៉ូបង់សែនត្រូវការសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងគេ (p-នីត្រូក្លរ៉ូបង់សែនមានប្រតិកម្មនៅ 130^{0}C ផងដែរ) ហើយ2,4,6-ទ្រីនីត្រូបង់សែនត្រូវការសីតុណ្ហភាពទាបជាងគេ។

ក្រុមមេតា-នីត្រូមិនមានឥទ្ធិពលនេះទេ។ ឧទាហរណ៍ m-នីត្រូក្លរ៉ូបង់សែនមិនមានប្រតិកម្មនេះទេ។

- ចលនការប្រតិកម្មទាំងនេះជាចលនការ*ប្រតិកម្មបូក-បណ្តាច់* ដែលទាក់ទងនឹងការកកើត*កាបាញ៉ុង*មួយដែលមានអេឡិចត្រុងមិនដៅកន្លែង ហៅថា**អង្គធាតុកណ្តាល** Meisenheimer។ ដំណើរការនេះត្រូវបានគេហៅថា **ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិច** (S$_N$Ar)។

ក្នុងដំណាក់កាលទី១នៃឧទាហរណ៍ខាងក្រោម ការបូកអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីតលើ p-នីត្រូក្លរ៉ូបង់សែនបង្កើតកាបាញ៉ុង បន្ទាប់ប្រតិកម្មបណ្តាច់អ៊ីយ៉ុងក្លរបង្កើតផលិតផលជំនួស នៅពេលភាពអារ៉ូម៉ាទិចរបស់វង់ត្រូវបានបង្កើតឡើងវិញ។

➢ *ចលនការប្រតិកម្ម S$_N$Ar*

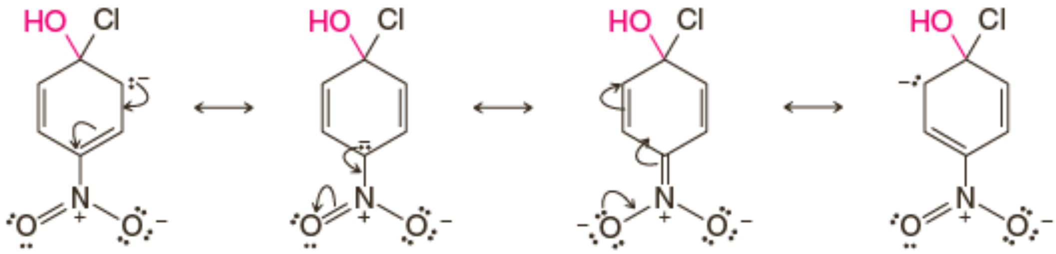


កាបាញ៉ុង

(អង្គធាតុកណ្តាល Meisenheimer)

មានទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោម

កាបាញ៉ុងត្រូវបានបន្សឹប់ដោយ*ក្រុមទាញអេឡិចត្រុង*ក្នុងទីតាំងអរតូ និងប៉ារ៉ាធៀបនឹងអាតូមអាឡូសែន។ បើសិនជាមើលលើទម្រង់រេសូណង់ខាងក្រោមរបស់អង្គធាតុកណ្តាលMeisenheimerយើងឃើញថាហេតុអ្វី៖



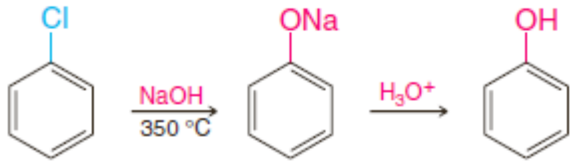
ស្ថេរភាពពិសេស
(បន្ទុកអវិជ្ជមានទាំងពីរស្ថិតលើអាតូមអុកស៊ីសែន)

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.៩៖ 1-ក្លយអរ៉ូ-2,4-ឌីនីត្រូបង់សែនមានប្រតិកម្មភាពខ្លាំងចំពោះប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីល តាមចលនការ S_NAr។ តើផលិតផលណាដែលកកើតនៅពេល 1-ក្លយអរ៉ូ-2,4-ឌីនីត្រូបង់សែនមាន ប្រតិកម្មជាមួយសមាសធាតុខាងក្រោម៖

a. EtONa
b. NH_3
c. $C_6H_5NH_2$
d. EtSNa

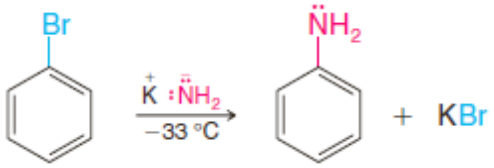
១១.២ ប្រតិកម្មជំនួសនុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិចតាមចលនការប្រតិកម្មបណ្តាច់-បូក៖ បង់ស៊ីន

ទោះបីជាអារីលអាឡូសែនដូចជាក្លរ៉ូបង់សែន និងប្រូម៉ូបង់សែនមិនមានប្រតិកម្មជាមួយស្ទើរគ្រប់នុយក្លេអូភីលក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌធម្មតាក៏ដោយ ពួកវាមានប្រតិកម្មក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌបង្ខំខ្លាំង។ ក្លរ៉ូបង់សែនអាចត្រូវបានបម្លែងជាផេណុលដោយការដុតកម្តៅវាជាមួយសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងរ៉េអាក់ទ័រសំពាធខ្ពស់មួយនៅ350^0C (មើលផ្នែក២១.៤.២)៖



ផេណុល

ប្រូម៉ូបង់សែនមានប្រតិកម្មជាមួយបាសខ្លាំងបំផុត ដូចជា $^-NH_2$ ក្នុងអាម៉ូញាក់រាវ៖



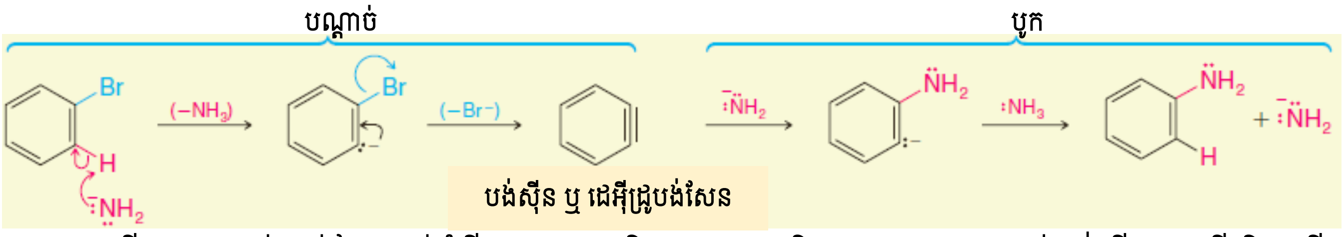
អានីលីន

- ប្រតិកម្មទាំងនេះកើតឡើងតាមចលនការប្រតិកម្មបូកបណ្តាច់ដែលទាក់ទងនឹងការកកើតអង្គធាតុកណ្តាលមិនមានស្ថេរភាព ហៅថា ***បង់ស៊ីន (ដេអ៊ីដ្រូបង់សែន)***។

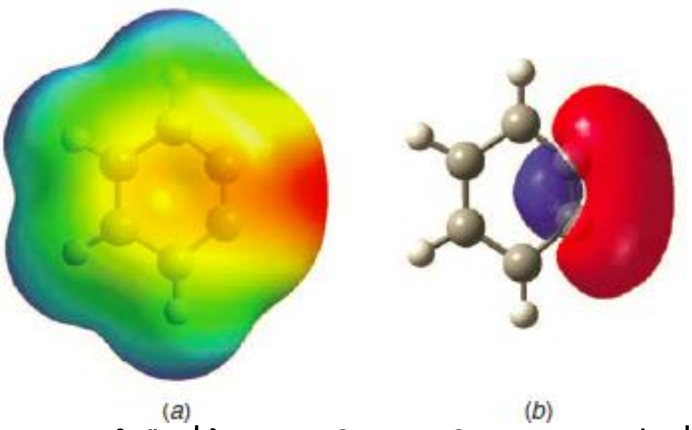
យើងអាចបង្ហាញចលនការប្រតិកម្មនេះដោយប្រតិកម្មនៃប្រូម៉ូបង់សែន និងអ៊ីយ៉ុងអាមីដូ។ ក្នុងដំណាក់កាលទី១ (មើលចលនការខាងក្រោម) អ៊ីយ៉ុងអាមីដូផ្តើមប្រតិកម្មបណ្តាច់មួយដោយដកប្រូតុងអរតូមួយ ពីព្រោះវាមានភាពអាស៊ីតខ្លាំងជាងគេ។ បន្ទុកអវិជ្ជមានដែលកកើតលើកាបូនអរតូត្រូវបានបន្សាប់ដោយផល អាំងឌុចទីវរបស់ប្រូម។ បន្ទាប់មកអាញ៉ុងបោះបង់អ៊ីយ៉ុងប្រូមួ។ ប្រតិកម្មបណ្តាច់នេះបង្កើតបង់ស៊ីនប្រតិកម្មភាព និងមិនមានស្ថេរភាព។

បន្ទាប់មក បង់ស៊ីនមានប្រតិកម្មជាមួយនុយក្លេអូភីលណាមួយដែលមានវត្តមាន (ក្នុងករណីនេះ អ៊ីយ៉ុងអាមីដួមួយ) ដោយប្រតិកម្មបូកពីរដំណាក់កាលបង្កើតអានីលីន។

➢ *ចលនការប្រតិកម្មបណ្ដាច់-បូកបង់ស៊ីន*



យើងអាចយល់កាន់តែច្បាស់អំពីលក្ខណៈប្រតិកម្មភាព និងគ្មានស្ថេរភាពរបស់បង់ស៊ីន បើសិនយើងពិចារណាលើទិដ្ឋភាពនៃទម្រង់អេឡិចត្រុងរបស់វា។



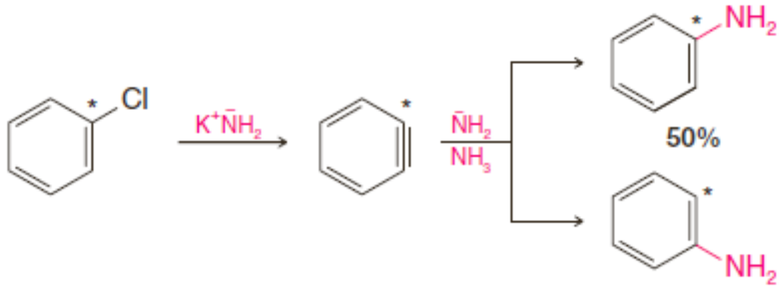
រូប២១.១ (a) គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចគណនារបស់បង់ស៊ីន បង្ហាញបន្ទុកអវិជ្ជមានខ្ពស់ (ពណ៌ក្រហម) លើជ្រុងរបស់វង់ ត្រូវទៅនឹងដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពីសម្ព័ន្ធπក្នុងបង់ស៊ីន។ (b) តំណាងអរប៊ីតាល់ម៉ូលេគុលជាមួយសម្ព័ន្ធπក្នុងបង់ស៊ីន។

គំរូប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូស្តាទិចរបស់បង់ស៊ីនត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរូប២១.១(a)បង្ហាញបន្ទុកអវិជ្ជមានធំនៅលើជ្រុងរបស់វង់ ត្រូវគ្នានឹងដង់ស៊ីតេអេឡិចត្រុងពីសម្ព័ន្ធπ ។ រូប២១.២ខបង្ហាញតំណាង អរប៊ីតាល់រួមនឹង សម្ព័ន្ធπ។ យើងអាចឃើញពីគំរូនេះថា អរប៊ីតាល់របស់សម្ព័ន្ធπ ក្នុងបង់ស៊ីនសណ្ដកក្នុងប្លង់ដូចវង់កែងទៅនឹងអ័ក្សរបស់ប្រព័ន្ធπអារ៉ូម៉ាទិច។ យើងក៏អាចឃើញក្នុងរូប២១.១ថា ដោយសារតែវង់កាបូនមិនមែនជាឆកោណនិយ័តមួយដូចក្នុងបង់សែន មានលំងាកមុំក្នុងទម្រង់បង់ស៊ីននេះ។ចម្ងាយរវាងកាបូននៃសម្ព័ន្ធπក្នុងបង់ស៊ីនខ្លីជាងចម្ងាយរវាងកាបូនផ្សេងទៀត ហើយមុំសម្ព័ន្ធរបស់វង់ត្រូវបានកែប្រែមិនដូចមុំដើមទេ។ លទ្ធផល គឺថាបង់ស៊ីនមិនមានស្ថេរភាព និងមានប្រតិកម្មភាពខ្ពស់។ ជាយថាហេតុ គេមិនអាចញែកបង់ស៊ីនជាសមាសធាតុសុទ្ធមួយទេ ប៉ុន្តែវាត្រូវបានចាប់សម្គាល់ និងបង្សាំងក្នុងមធ្យោបាយផ្សេងៗ។

តើមានអ្វីជាភស្តុតាងបញ្ជាក់ថាចលនការប្រតិកម្មបណ្ដាច់-បូកទាក់ទងនឹងបង់ស៊ីនក្នុងប្រតិកម្មជំនួស នុយក្លេអូភីលអារ៉ូម៉ាទិចខ្លះ?

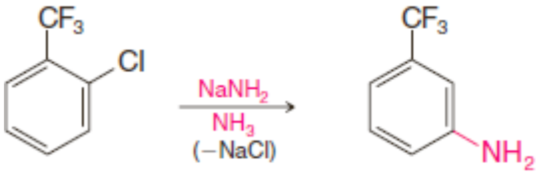
ភស្តុតាងទី១ជាការពិសោធន៍របស់ J. D. Roberts (ផ្នែក៩.១០) ក្នុងឆ្នាំ៩៥៣ ការពិសោធន៍មួយដែលជាចំណាប់ផ្ដើមនៃការសិក្សាអំពីបង់ស៊ីន។ Roberts បានបង្ហាញថា នៅពេលក្លរ៉ូបង់សែនស្លាក^{14}C (C^*) ត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងអាមីដួក្នុងអាម៉ូញាក់រាវ អានីលីនដែលកកើតមានបំណែងចែកស្លាកស្មើគ្នារវាងទីតាំង

1 និង 2។ លទ្ធផលនេះគាំទ្រដោយចលនការប្រតិកម្មបណ្ដាច់-បូកខាងក្រោម ប៉ុន្តែជាការពិត មិនមែនគាំទ្រទាំងអស់ដោយការជំនួសផ្ទាល់ ឬដោយចលនការប្រតិកម្មបណ្ដាច់-បូកទេ (ហេតុអ្វី?)។



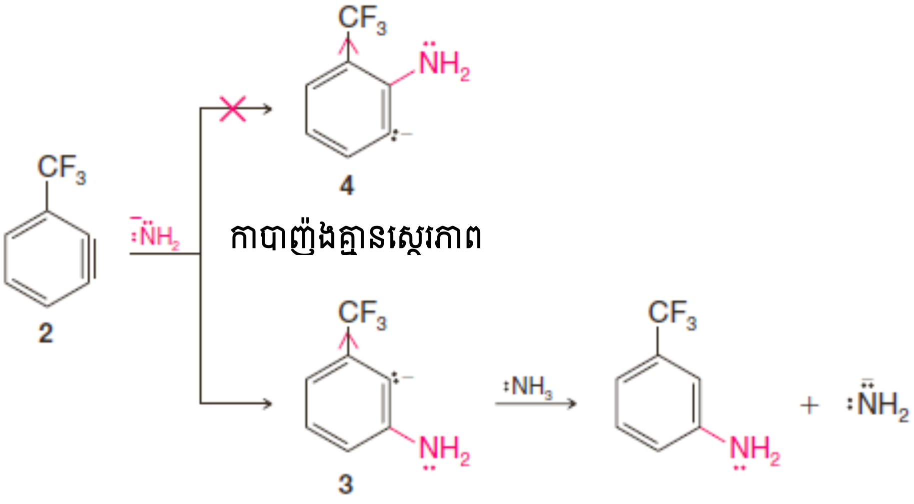
បណ្ដាច់ បូក

ការបង្ហាញមួយទៀតមាននៅក្នុងប្រតិកម្មខាងក្រោម។ នៅពេលស្រលាយអរតូ1 ត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអាមីដ្ឋ ផលិតផលសរីរាង្គតែមួយដែលទទួលបានគឺ m-(ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីល)អានីលីន៖



1 m-(ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីល)អានីលីន

បន្ទាប់មកបង់ស៊ីនបួកអ៊ីយ៉ុងអាមីដ្ឋតាមផ្លូវដែលបង្កើតកាបាញ៉ុងស្ថេរភាព3 មិនមែនកាបាញ៉ុងគ្មានស្ថេរភាព4ទេ។

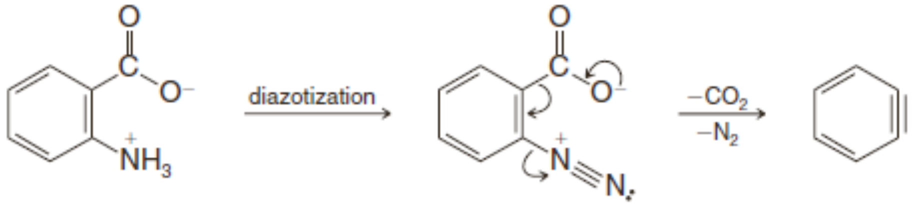


កាបាញ៉ុងស្ថេរភាព (បន្ទុកអវិជ្ជមាន
នៅជិតក្រុម ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលកម្រិត
អេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្ពស់

បន្ទាប់ពីកាបាញ៉ុង3ទទួលប្រូតុងមួយពីអាម៉ូញាក់បបង្កើត m-(ទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីល)អានីលីន។

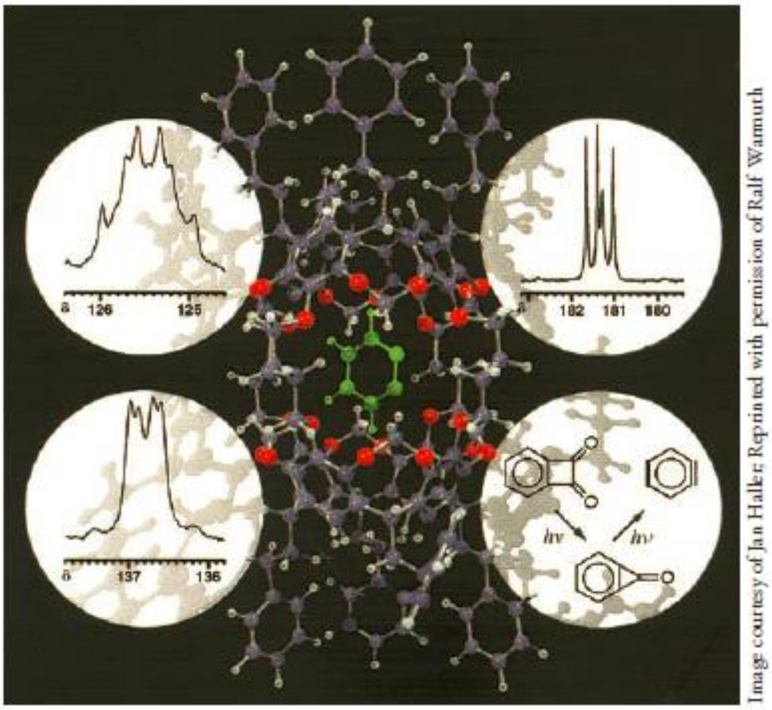
កាបាញ៉ុង3មានស្ថេរភាពជាង4 ពីព្រោះអាតូមកាបូនដែលមានបន្ទុកអវិជ្ជមាននៅជិតក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលទាញអេឡិចត្រុងខ្លាំង។ ក្រុមទ្រីភ្លុយអរ៉ូមេទីលបន្សាប់បន្ទុកអវិជ្ជមានតាមផលអាំងឌុចទីវ (ផលរេសូណង់មិនមានសារសំខាន់ទេពេលនេះ ពីព្រោះអរបីតាល់sp^2 ដែលមានទ្វេតាអេឡិចត្រុងមិនគ្របដណ្ដប់ជាមួយអរបីតាល់π របស់ប្រព័ន្ធអារ៉ូម៉ាទិច)។

អង្គធាតុកណ្ដាលបង់ស៊ីនត្រូវបានបង្ស៊ាំងតាមរយៈការប្រើប្រតិកម្មDiels-Alder។ វិធីសាស្ត្រងាយដើម្បីបង្កើតបង់ស៊ីនជាប្រតិកម្មឌីអាសូតកម្មនៃអាស៊ីតអង់ត្រានីលិច (អាស៊ីត2-អាមីណូបង់សូអ៊ិច) អនុលោមន៍ ដោយប្រតិកម្មបណ្ដាច់នៃ CO_2 និង N_2៖



អាស៊ីតអង់ត្រានីលិច **បង់ស៊ីន**

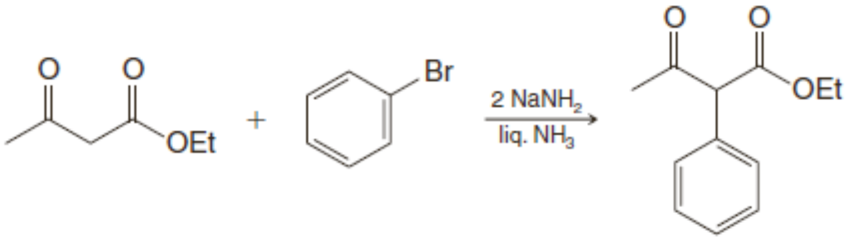
ក្នុងការអនុវត្តន៍គីមីវិទ្យាម្ចាស់-ភ្ញៀវ (គឺជាការសិក្សាដែលឧបត្ថម្ភដោយ D. Cram ដោយប្រើរង្វាន់ណូបែលផ្នែកគីមីក្នុងឆ្នាំ១៩៨៧របស់គាត់) បង់ស៊ីនខ្លួនវាត្រូវបានបង្ស៊ាំងនៅសីតុណ្ហភាពទាបខ្លាំងខាងក្នុងម៉ូលេគុលមួយហៅថា អេមីកាសេរ៉ាន (hemicarcerand)។ ក្រោមល័ក្ខខ័ណ្ឌទាំងនេះ R. Warmuth និង D. Cramបានឃើញថា បង់ស៊ីនដែលបានបង្ស៊ាំងត្រូវបានបន្សើប សម្រាប់កត់ត្រាស្បិច ^{1}HNMR និង ^{13}CNMR (រូប២១.២) មុនពេលវាមានប្រតិកម្ម Diels-Alder ជាមួយម៉ូលេគុលដែលបង្ស៊ាំងវា។



រូប២១.២ ក្រាហ្វិកម៉ូលេគុលរបស់បង់សែន (បៃតង)ក្នុងអេមីកាសេរ៉ានមួយ រូបភាពនៃទិន្នន័យ ^{13}C NMR ពីបង់ស៊ីន និងប្រតិកម្មមួយដែលប្រើដើម្បីសំយោគវា ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងរង្វង់។

១១.៣ ផេនីលកម្ម

ប្រតិកម្មដែលទាក់ទងនឹងបង់ស៊ីនមានសារសំខាន់ក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនទៅកាន់ក្រុមផេនីល (ដំណើរការមួយហៅថាផេនីលកម្ម (phenylation))។ ឧទាហរណ៍ បើសិនអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយប្រូម៉ូបង់សែន និងសូដ្យូមអាមីដ្ឋ២ម៉ូល ប្រតិកម្មផេនីលកម្មរបស់អេទីលអាសេ តូអាសេតាតកើតឡើង។ ប្រតិកម្មសរុបមានដូចខាងក្រោម៖



អេស្ទែរម៉ាឡូនិចអាចរងប្រតិកម្មផេនីលកម្មក្នុងផ្លូវស្រដៀងគ្នានេះ។ ដំណើរការនេះគឺការបំពេញបន្ថែមមានប្រយោជន៍មួយលើប្រតិកម្មអាល់គីលកម្មនៃអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិច និងម៉ាឡូនិច ដែលយើងបានសិក្សាក្នុងមេរៀនទី១៨ ពីព្រោះ អង្គធាតុមេប្រតិករដូចជាប្រូម៉ូមបង់សែនមិនអាចរងប្រតិកម្មS_N2 ទេ។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.១០ ៖ នៅពេលo-ក្លរ៉ូតូលុយអែនរងនូវល័ក្ខខ័ណ្ឌដែលបានប្រើក្នុងដំណើរការ Dow (គឺសូលុយស្យុងNaOH នៅ350^0Cនៅសំពាធខ្ពស់) ផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មនេះជា o-ក្រេសុល និងm-ក្រេសុល តើលទ្ធផលនេះលើកឡើងអំពីអ្វីក្នុងចលនការរបស់ដំណើរការDow?

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.១១ ៖ នៅពេល2-ប្រូម៉ូ-1,3-ឌីមេទីលបង់សែនដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអាមីដ្ឋក្នុងអាម៉ូញាក់រាវគ្មានប្រតិកម្មជំនួសកើតឡើងទេ។ លទ្ធផលនេះអាចត្រូវបានបង្ហាញដោយផ្តល់ភស្តុតាងបញ្ជាក់ពីចលនការប្រតិកម្មពបណ្តាច់-បូក។ ចូរពន្យល់អំពីការបកស្រាយខាងលើ។

លំហាត់អនុវត្តន៍២១.១២ ៖

a. ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មផេនីលកម្មនៃអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចដោយប្រូម៉ូបង់សែន និង សូដ្យូមអាមីដ្ឋ២ម៉ូល (ហេតុអ្វីត្រូវប្រើសូដ្យូមអាមីដ្ឋ២ម៉ូល?)
b. តើផលិតផលណាដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីស និងដេកាបុកស៊ីលកម្មនៃអេស្ទែរអាសេតូអាសេទិចដែលរងផេនីលកម្ម?
c. តើអ្នកអាចទធ្វើ អាស៊ីត 2-ផេនីលប្រូប៉ាណូអ៊ិចពីអេស្ទែរម៉ាឡូនិចតាមវិធីណា?

១២. ការវិភាគស្ប៉ិចរបស់ផេណុល និងអារីលអាឡូសែន

១២.១ ស្ប៉ិចអាំងប្រារូក្រហម

ផេណុលបង្ហាញបង់សម្រូប (ជាធម្មតាជាបង់ធំ) ដែលបានមកពីទំនាញO–Hក្នុងតំបន់3400-3600cm^{-1} ផេណុលនិងអារីលអាឡូសែនក៏បង្ហាញស្ប៉ិចដែលបានមកពីវ៉ង់បង់សែនរបស់ពួកវាដែរ(មើលផ្នែក១៤.១១.៣)។

១២.២ ស្ប៉ិច^{1}HNMR

ប្រូតុងអ៊ីដ្រុកស៊ីលរបស់ផេណុលមានរបាំងតិចជាងអាល់កុល ដោយសារតែភាពជិតគ្នានៃចរន្តវ៉ង់អេឡិចត្រុងπបង់សែន។ ទីតាំងពិតប្រាកដរបស់ស៊ិញ៉ាល់O–H អាស្រ័យលើទំហំនៃការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន និងអាស្រ័យលើការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនអន្តរម៉ូលេគុល ឬអ៊ិនត្រាម៉ូលេគុល។ ទំហំនៃការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន អាស្រ័យលើកំហាប់របស់ផេណុល ហើយជះឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងលើទីតាំងរបស់ស៊ិញ៉ាល់O–H។ ឧទាហរណ៍ក្នុងផេណុលទីតាំងរបស់ស៊ិញ៉ាល់ O–H ប្រែប្រួលពី δ 2.55 សម្រាប់ផេណុលសុទ្ធ ទៅ δ 5.63 នៅកំហាប់ 1% ក្នុងCCl_4។ ផេណុលដែលមានការចងសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំង ដូចជាសាលីស៊ីឡាមីត បង្ហាញស៊ិញ៉ាល់O–H ចន្លោះδ 0.5-1.0 ហើយទីតាំងរបស់ស៊ិញ៉ាល់នេះខុសគ្នាតិចតួចទៅតាមកំហាប់។ នៅពេលប្រូតុងផ្សេងទៀត ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរ (ផ្នែក៩.១០) អត្តសញ្ញាណនៃប្រូតុង O–H របស់ផេណុលអាចត្រូវបានកំណត់ដោយការ បន្ថែម D_2O ទៅលើភាគសំណាក។ ប្រូតុង O–H របស់

ផេណុលមួយអាចផ្លាស់ប្តូរយ៉ាងរហ័សដោយដឺតេរ្យ៉ូម ហើយសិញ៉ាល់ប្រូតុងត្រូវបាត់បង់។ ប្រូតុងអារ៉ូម៉ាទិចរបស់ផេណុល និងអារីលអាឡូសែនឱ្យសិញ៉ាល់ក្នុងតំបន់ δ 7 – 9 ។

១២.៣ ស្ប៊ិច ^{13}CNMR

អាតូមកាបូនរបស់វង់អារ៉ូម៉ាទិចរបស់ផេណុល និងអារីលអាឡូសែនក្នុងតំបន់ δ 135 -170។

១២.៤ ស្ប៊ិចម៉ាស

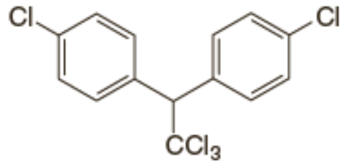
ស្ប៊ិចម៉ាសរបស់ផេណុលតែងតែបង្ហាញពិកអ៊ីយ៉ុងម៉ូលេគុលM^{+}។ ផេណុលដែលមានអ៊ីដ្រូសែនបង់ស៊ីលិចមួយបង្កើតពិក M^{+}+1 ដែលអាចធំជាងពិក M^{+}។

១៣. ការសិក្សាអំពីអារីលអាឡូសែន៖ បម្រើប្រាស់ និងបញ្ហាបរិស្ថាន

១៣.១ អារីលអាឡូសែនជាថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិត

សត្វល្អិត ជាពិសេសមូស ចៃឆ្កែ (fleas) និងចៃមនុស្ស (lice) មានការពាក់ព័ន្ធការស្លាប់មនុស្សឆ្លងកាត់ប្រវត្តិសាស្ត្រ។ ជម្ងឺហើមក្រលៀន (bubonic plague) ឬ black death ដែលសម្លាប់ប្រជាជនអ៊ឺរ៉ុបជិតមួយភាគបីបណ្តាលមកពីចៃឆ្កែ។ គ្រុនចាញ់ និងគ្រុនឈាមដែលបណ្តាលមកពីសត្វមូសបានសម្លាប់មនុស្សរាប់លាននាក់ក្នុងសតវត្សទី២០។

សមាសធាតុមួយដែលគេដឹងជាទូទៅថាមានលក្ខណៈសម្លាប់សត្វល្អិត និងប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថានគឺ DDT (1,1,1-ទ្រីក្លរ៉ូ-2,2-ប៊ីស(4-ក្លរ៉ូផេនីល)អេតាន)។



DDT
[1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethane]

ចាប់ពីដើមទសវត្សឆ្នាំ១៩៤០ រហូតដល់ ១៩៧០ នៅពេលបម្រើប្រាស់របស់វាត្រូវបានហាមឃាត់ក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិច បរិមាណជាច្រើននៃDDTត្រូវបានបាញ់លើផ្នែកជាច្រើននៃពិភពលោកដើម្បីសម្លាប់សត្វល្អិត។ ការប្រឹងប្រែងនេះធ្វើឱ្យមានការថយចុះនូវជំងឺឆ្លងដែលបណ្តាលមកពីសត្វល្អិត ជាពិសេសជំងឺគ្រុនចាញ់ គ្រុនឈាម ជំងឺងងុយដេក (sleeping sickness) (បណ្តាលមកពីពងសត្វរុយម្យ៉ាង) និងជំងឺគ្រុនពោល (typhus)។ ទោះបីជាជំងឺគ្រុនចាញ់បានលេញឡើងជាថ្មីមុនឆ្នាំ១៩៧០ វាត្រូវបានគេលុបបំបាត់យ៉ាងធំធេងពីការ អភិវឌ្ឍន៍ពិភពលោក។ ដោយយោងតាមការប៉ាន់ស្មានរបស់ National Academy of Siences ការប្រើ DDTក្នុងពេលនោះអាចការពារជីវិតមនុស្សពីការស្លាប់ដោយជំងឺគ្រុនចាញ់បានច្រើនជាង៥០០លាននាក់។

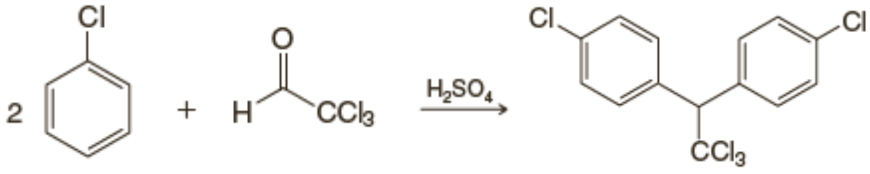
DDT

ដោយថាហេតុ វាកាន់តែច្បាស់ដែលការប្រើប្រាស់ DTT ត្រូវបានហាមឃាត់ដោយសារផលប៉ះពាល់ របស់វា។ អារីលអាឡូសែនជាសមាសធាតុស្ថេរភាពខ្ពស់ ដែលអាចបំបែកយឺតៗបំផុតដោយដំណើរការធម្មជាតិ។ ដូចនេះ ពួកវា

នៅសល់ក្នុងបរិស្ថានក្នុងរយៈពេលច្រើនឆ្នាំ ដែលឥឡូវនេះយើងហៅវាថា ថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតធន់ (persistent insecticides) ឬថ្នាំសម្លាប់សត្វល្អិតរឹង (hard insecticides)។ ភ្នាក់ងារបរិស្ថានអាមេរិចបានហាមឃាត់មិនឱ្យប្រើ DDT នៅដើមឆ្នាំ១៩៧៣។

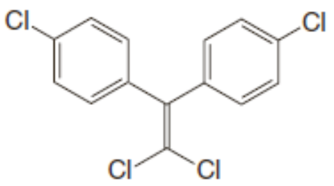
អារីលអាឡូសែនក៏ជាសារធាតុរលាយក្នុងខ្លាញ់ ហើយទំនោរប្រមូលផ្តុំក្នុងជាលិកាខ្លាញ់របស់សត្វស្ទើរតែទាំងអស់។ ចង្វាក់អាហារដែលចេញពីប្លង់តុងទៅត្រីតូច ទៅសត្វស្លាប និងទៅសត្វធំ រួមទាំងមនុស្សផងទំនោងនឹងបង្កើនកំហាប់អារីលអាឡូសែនក្នុងដំណាក់កាលនីមួយៗ។

ក្លរ៉ូអ៊ីដ្រូកាបួ DDT ត្រូវបានទង្វើពីសារធាតុផ្ដើមតម្លៃថោក គឺក្លរ៉ូបង់សែន និងទ្រីក្លរ៉ូអាសេតាល់ដេអ៊ីត។ ប្រតិកម្មរងកាតាលីករអាស៊ីត ដូចបង្ហាញខាងក្រោម។



DDT

ក្នុងធម្មជាតិផលិតផលបំបែកចំបងរបស់DDT គឺ DDE៖

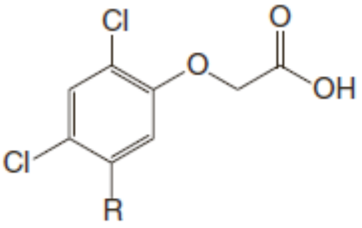


DDE
[1,1-dichloro-2,2-bis(4-chlorophenyl)ethene]

ការប៉ាន់ស្មានបញ្ជាក់ថា DDTជិត១កោដផោនត្រូវបានរាយប៉ាយលើប្រព័ន្ធអេកូចំរុះរបស់ពិភពលោក។ ផលប៉ះពាល់លើបរិស្ថានមួយរបស់ DDE បន្ទាប់ពីបម្លែងមកពី DDT គឺប៉ះពាល់ដល់កំណសំបកស៊ុតរបស់សត្វស្លាបជាច្រើន។ DDE រារាំងអង់ស៊ីម កាបូនិចអានីដ្រាស ដែលត្រួតពិនិត្យបរិមាណកាល់ស្យូមផ្តល់ទៅឱ្យកំណសំបកស៊ុត។ ដូចនេះ សំបកស៊ុតក្លាយជាផុយស្រួយ ហើយមិនអាចនៅបានរហូតដល់ញាស់ទេ។ ក្នុងកំឡុងចុងទសវត្ស 19៤0 ចំនួនសត្វឥន្ទ្រីយ៍ ស្ទាំង និងក្លែងបានថយចុះយ៉ាងខ្លាំង។ គេបានសង្ស័យថា DDTជា មូលហេតុចំបង។ DDE ក៏ប្រមូលផ្តុំក្នុងជាលិកាខ្លាញ់របស់មនុស្សដែរ។ ទោះបីមនុស្សមិនមានការប៉ះពាល់ក្នុងរយៈពេលខ្លីដោយកម្រិតមធ្យមនៃDDEក៏ដោយ ក៏គេមិនអាចកំណត់ពីឥទ្ធិពលរយៈពេលវែងរបស់វាដែរ។

១៣.២ អាឡូសែនសរីរាង្គជាថ្នាំសម្លាប់ស្មៅ

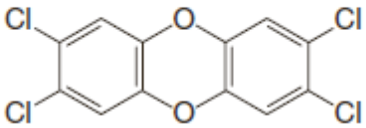
សមាសធាតុសរីរាង្គក្លរកម្មផ្សេងទៀតត្រូវបានប្រើយ៉ាងទូលាយជាថ្នាំសម្លាប់ស្មៅ (herbicides)។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ពីរ គឺ 2,4-D និង 2,4,5-T។



R=H ជា 2,4-D (អាស៊ីត 2,4-ឌីក្លរ៉ូផេណុកស៊ីអាសេទិច)

R=Cl ជា 2,,4,5-T (អាស៊ីត-2,4,5-ទ្រីក្លរ៉ូផេណុកស៊ីអាសេទិច)

បរិមាណជាច្រើននៃសមាសធាតុទាំងពីរនេះត្រូវបានប្រើក្នុងល្បាយ1:1ជាភ្នាក់ងារជំរុះស្លឹកទឹកក្រូច (defoliant Agent orange) ក្នុងសង្គ្រាមវៀតណាម។ ភាគសំណាក 2,4,5-T ខ្លះត្រូវបានបង្ហាញជាភ្នាក់ងារធ្វើឱ្យខូចរូបរាង្គគត់ ហើយវាត្រូវបានហាត់ឃាត់មិនឱ្យប្រើក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិច។



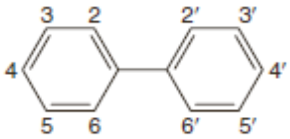
2,3,7,8-តេត្រាក្លរ៉ូឌីបង់សូឌីអុកស៊ីន

(TCDD)

ឌីអុកស៊ីននេះក៏ជាសារធាតុស្ថេរភាពខ្ពស់ដែរ វាធន់នឹងបរិស្ថាន ហើយដោយវារលាយក្នុងខ្លាញ់ វាត្រូវបានបញ្ជូនទៅក្នុងចង្វាក់អាហារ(Food Chain)។ ក្នុងបរិមាណមួយវាអាចបណ្ដាលឱ្យមានជំងឺស្បែកហៅថាជំងឺមុនក្លរ (chloracne)។

១៣.៣ ប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីល (PCBs)

ល្បាយនៃប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីលត្រូវបានបង្កើត និងប្រើនៅលើទីផ្សារតាំងពីឆ្នាំ១៩២៩។ ក្នុងល្បាយនេះប៊ីផេនីលដែលមានអាតូមក្លរនៅលើទីតាំងដែលបានបង់លេខ (មើលទម្រង់ខាងក្រោម) អាចមានវត្តមាន។ សរុបមកអាចមានសមាសធាតុទាំងនេះប្រហែល២១០។ ល្បាយលើទីផ្សារអាចមានPCBs៥០ខុសគ្នា។ ល្បាយនេះត្រូវបានចាត់ថ្នាក់អាស្រ័យលើបរិមាណក្លររបស់ពួកវា ហើយល្បាយប្រើក្នុងឧស្សាហកម្មស្ទើរតែទាំងអស់មានបរិមាណក្លរពី ៤០% ទៅ៦០%។



ប៊ីផេនីល

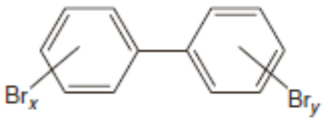
ប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីលមានបម្រើបម្រាស់ច្រើនណាស់៖ ជាភ្នាក់ប្តូរកម្តៅក្នុងត្រង់ស្វូរ ក្នុងកាប៉ាស៊ីទ័រទៃម៉ូស្តារ និងប្រព័ន្ធអ៊ីដ្រូលិច ជារូបធាតុផ្លាស្ទិចក្នុងពេងកាហ្វេប៉ូលីស្ទីរ៉ែន កញ្ចប់អាហារផ្អែម ផ្លាស្ទិចរុំនំប៉័ង និងស្រទាប់ផ្លាស្ទិចលើដបទារក។ ពួកវាត្រូវបានប្រើក្នុងទឹកថ្នាំបោះពុម្ព ក្នុងក្រដាសកាបូន និងជាក្រមួនសម្រាប់ចាក់ពុម្ពលោហៈ។ ក្នុងចន្លោះឆ្នាំ ១៩២៩ និង១៩៧២ PCBsប្រមាណ 500000 តោនត្រូវបានផលិតផល។

ប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីលមានភាពធន់ខ្ពស់ក្នុងបរិស្ថាន ហើយរលាយក្នុងខ្លាញ់ទំនោរនឹងប្រមូលផ្តុំក្នុងចង្វាក់អាហារ។ PCBs ត្រូវបានរកឃើញក្នុងទឹកភ្លៀង ក្នុងប្រភេទត្រីខ្លះ សត្វស្លាប និងសត្វផ្សេងទៀត (រួមទាំងខ្លាឃ្មុំទឹកកក) ក្នុងសាកលលោក និងក្នុងជាលិកាមនុស្សផងដែរ។ ឧទាហរណ៍ ត្រីដែលចិញ្ចឹមក្នុងទឹកមាន PCBsមានកម្រិតPCB ពី1000-100,000 ដងច្រើនជាងត្រីក្នុងទឹកធម្មជាតិ ហើយបរិមាណនេះកើនឡើងថែមទៀត ក្នុងសត្វដែលចិញ្ចឹមដោយប្រើចំណីជាត្រីនេះ។ កម្រិតពុលរបស់ PCBs អាស្រ័យលើបរិមាណនៃភាគផ្សំរបស់ល្បាយនីមួយៗ។

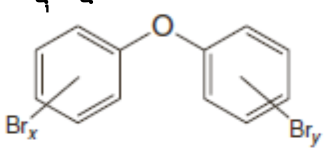
មកដល់ចុងឆ្នាំ១៩៧៥ បញ្ហាឧស្សាហកម្មគឺការបង្ហូរPCBs ចូលទៅក្នុងទន្លេHudson។ ក្នុងឆ្នាំ២៩៧៧ EPAបានហាមឃាត់មិនឱ្យបង្ហូរកាកសំណល់ PCBs ចូលទៅក្នុងផ្លូវទឹក ហើយចាប់ពីឆ្នាំ១៩៧៩ ការផលិត ដំណើរការ និងការចែកចាយ PCBs ត្រូវបានហាមឃាត់។ ក្នុងឆ្នាំ២០០០ EPAបានកំណត់ផ្នែកជាក់លាក់នៃទន្លេHudson ដែលត្រូវសំអាត PCBsចេញ។ ក្នុងឆ្នាំ២០០៩ គម្រោងសំអាត PCBs ពីទន្លេ Hudson ដោយបូម ភក់ចេញត្រូវបានធ្វើឡើង។

១៣.៤ ប៉ូលីប្រូម៉ូប៊ីផេនីល និងប៊ីផេនីលអេទែរ (PBBs និង PBDEs)

ដូចប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីលដែរ សមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិចប៉ូលីប្រូម៉ូត្រូវបានប្រើក្នុងឧស្សាហកម្ម ដោយសារតាំងពីសតវត្សទី២០។ ឧទាហរណ៍ លក្ខណៈពន្យឺតភ្លើងឆេះរបស់ប៉ូលីប្រូម៉ូ និងប៉ូលីក្លរ៉ូប៊ីផេនីលអេទែរធ្វើឱ្យគេយកពួកវាទៅប្រើក្នុងសម្ភារៈសំណង់ គ្រឿងសង្ហារឹម សម្លៀកបំពាក់ និងឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ផ្សេងទៀត។ ប៉ុន្តែ ក្នុងទសវត្សឆ្នាំរបេកគំហើញ ទសវត្សឆ្នាំ១៩៧០ក្នុងប្រទេសមីស៊ីកែនរបស់ប៉ូលីប្រូម៉ូប៊ីផេនីល (PBBs) ក្នុងចំណីសត្វចិញ្ចឹម និងក្នុងសាច់ និងផលិតផលទឹកដោះគោ ធ្វើឱ្យមានការផ្អាកប្រើ PBBsក្នុងឆ្នាំ១៩៧៩។



$x + y = 1\text{-}10$



$x + y = 1\text{-}10$

ប៉ូលីប្រូម៉ូផេនីល (PBBs) **ប៉ូលីប្រូម៉ូឌីផេនីលអេទែរ (PBDEs)**

(xនិង y បញ្ជាក់ពីលទ្ធផលនៃប៉ូលីជំនួសប្រូមលើវង់នីមួយៗ

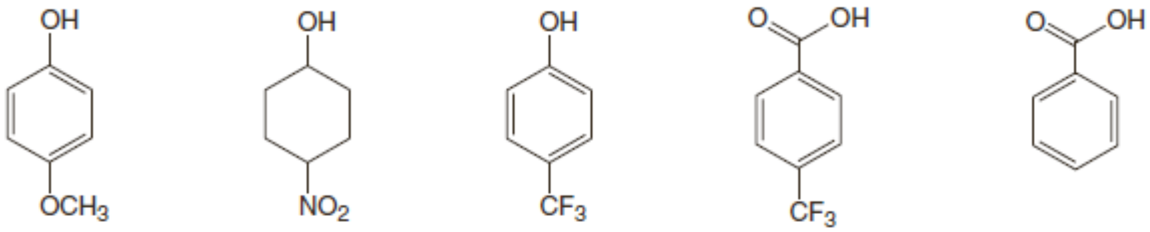
ដូចនេះហើយមានការព្រួយបារម្ភអំពីប៉ូលីប្រូម៉ូឌីផេនីលអេទែរ (PBDEs)។ ទោះបីជាការប្រើ PBDEs អាចជួយសង្គ្រោះជីវិត និងទ្រព្យសម្បត្តិពីអគ្គីភ័យក៏ដោយ សមាសធាតុទាំងនេះឥឡូវរីករាលដាលក្នុងបរិស្ថាន ហើយការសិក្សាបាននាំឱ្យមានការព្រួយបារម្ភអំពីភាពពុលរបស់ពួកវាលើមនុស្ស និងសត្វផ្សេងទៀត។ ដូចPCBsដែរ ប៉ូលីប្រូម៉ូផេនីលប៊ីផេនីល និងប៉ូលីប្រូម៉ូឌីផេនីលអេទែរមិនងាយបំបែក(ធន់) ក្នុងបរិស្ថាន និងប្រមូលផ្តុំក្នុងជាលិកាខ្លាញ់។ PBDEs ត្រូវបានរកឃើញក្នុងបក្សី ត្រី និងទឹកដោះម្តាយ។ ឥឡូវនេះ ពួកវាត្រូវ បានហាមឃាត់មិនឱ្យប្រើក្នុងតំបន់មួយចំនួនធំ។

$$$$$$$$$

លំហាត់មេរៀនទី២១

លក្ខណៈរូប

១. ចូររៀបសមាសធាតុទាំងនេះតាមលំដាប់កើនឡើងនៃកម្រិតអាស៊ីត៖



២. ដោយមិនប្រើតារាង ចូរជ្រើសរើសអាស៊ីតខ្លាំងជាងពីគូនីមួយៗខាងក្រោម៖

a. 4-មេទីលផេណុល និង 4-ភ្លុយអរ៉ូផេណុល

b. 4-មេទីលផេណុល និង 4-នីត្រូផេណុល

c. 4-នីត្រូផេណុល និង 3-នីត្រូផេណុល

d. 4-មេទីលផេណុល និងបង់ស៊ីលអាល់កុល

e. 4-ភ្លុយអរ៉ូផេណុល និង 4-ប្រូម៉ូផេណុល

៣. តើផលិតផលអ្វីខ្លះដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាសខាងក្រោម៖

a. សូដ្យូមអេតុកស៊ីតក្នុងអេតាណុល + ផេណុល →

b. ផេណុល + សូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត→

c. សូដ្យូមផេណុកស៊ីត + សូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច→

d. សូដ្យូមផេណុកស៊ីត + H_2O + CO_2 →

៤. ចូរបរិយាយតេស្តគីមីងាយដែលអាចត្រូវប្រើញែកភាពគ្នារវាងគូសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោម៖

a. 4-ក្លរ៉ូផេណុល និង 4-ក្លរ៉ូ-1-មេទីលបង់សែន

b. 4-មេទីលផេណុល និង អាស៊ីត 4-មេទីលបង់សូអ៊ិច

c. 4-មេទីលផេណុល និង 2,4,6-ទ្រីនីត្រូផេណុល

d. អេទីលផេនីលអេទែរ និង 4-អេទីលផេណុល

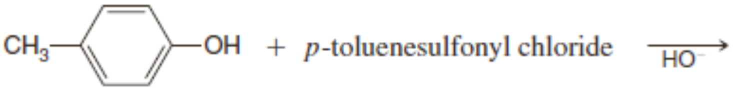
ប្រតិកម្មទូទៅ

៥. ចូរបំពេញសមីការខាងក្រោម៖

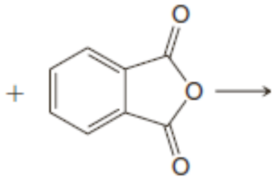
(a) Phenol + Br_2 $\xrightarrow[5\,^\circ C,\ CS_2]{}$

(b) Phenol + concd H_2SO_4 $\xrightarrow[25\,^\circ C]{}$

(c) Phenol + concd H_2SO_4 $\xrightarrow[100\,^\circ C]{}$

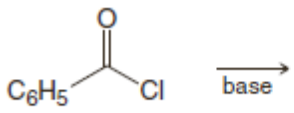
(d) 

(e) Phenol + Br_2 $\xrightarrow[H_2O]{}$

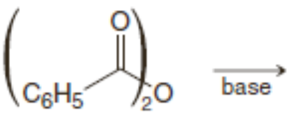
(f) Phenol + 

(g) *p*-Cresol + Br_2 $\xrightarrow[H_2O]{}$

(h) Phenol +



(i) Phenol +

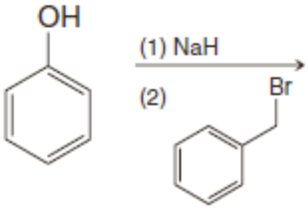


(j) Phenol + NaH $\longrightarrow$
(k) Product of (j) + $CH_3OSO_2OCH_3$ $\longrightarrow$
(l) Product of (j) + CH_3I $\longrightarrow$
(m) Product of (j) + $C_6H_5CH_2Cl$ $\longrightarrow$

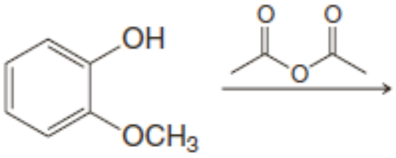
៦. ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a)

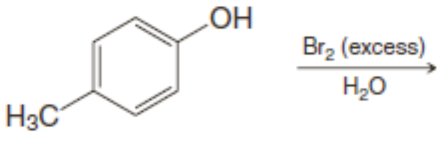
(b)



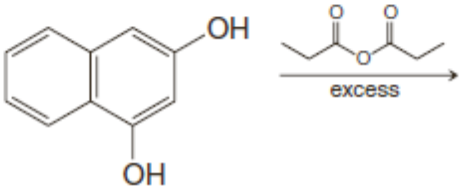
(c)



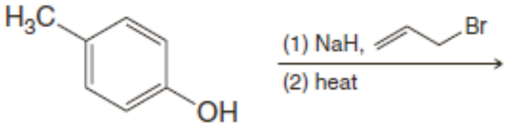
(d)



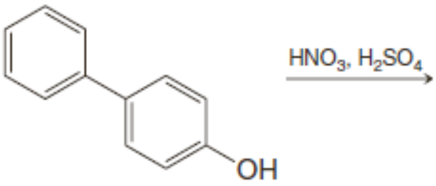
(e)



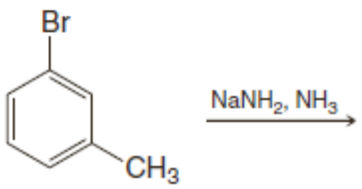
(f)



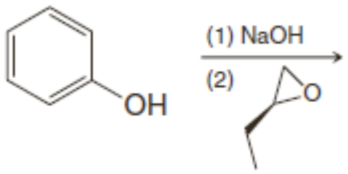
(g)



(h)

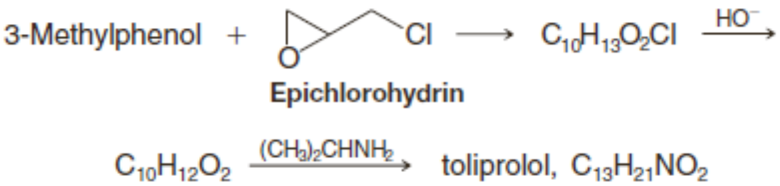


(i)

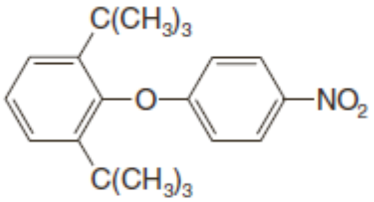


ចលនការប្រតិកម្ម និងការសំយោគ

៧. ការសំយោគ toliprolol ចាប់ផ្តើមពីប្រតិកម្មមួយរវាង 3-មេទីលផេណុល និងអេពីក្លរ៉ូអ៊ីឌ្រីន។ ការសំយោគនេះបង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់អង្គធាតុកណ្តាល និង toliprolol។



៨. p-ក្លរ៉ូបង់សែនត្រូវបានឱ្យធ្វើប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូម 2,6-ឌីទែរ-ប៊ុយទីលផេណុកស៊ីតក្នុងគោល បំណងបង្កើតឌីផេនីលអេទែរ 1។ ផលិតផលប្រតិកម្មនេះមិនមែន1ទេ ប៉ុន្តែវាជាអ៊ីសូមែរមួយរបស់ 1 ដែលនៅតែមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីលផេណុលដែរ។

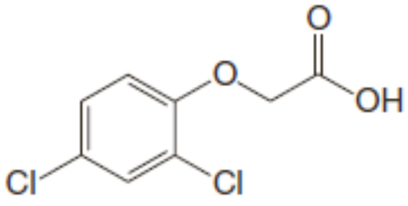


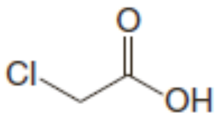
1

តើផលិតផលនេះជាអ្វី? ហើយតើវាកកើតរបៀបណា?

៩. នៅពេល m-ក្លរ៉ូតូលុយអែនត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយអាម៉ូញាក់រាវ ផលិតផលរបស់ ប្រតិកម្មនេះជា o-, m-, និង p-តូលុយអ៊ីឌីន (គឺ o-$CH_3C_6H_4NH_2$, m-$CH_3C_6H_4NH_2$ និង p-$CH_3C_6H_4NH_2$)។ ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មនេះ។

១០. ថ្នាំសម្លាប់ស្មៅ 2,4-D អាចត្រូវបានសំយោគពីផេណុល និងអាស៊ីតក្លរ៉ូអាសេទិច។ ចូរសរសេរ សមីការប្រតិកម្មដែលទាក់ទង។

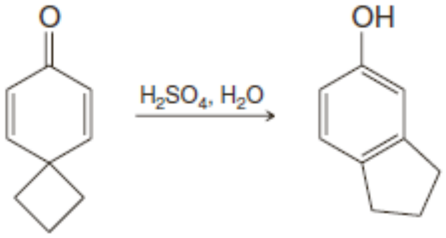




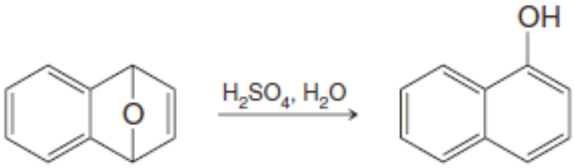
2,4-D អាស៊ីតក្លរ៉ូអាសេទិច

អាស៊ីត 2,4-ឌីក្លរ៉ូផេណុកស៊ីអាសេទិច

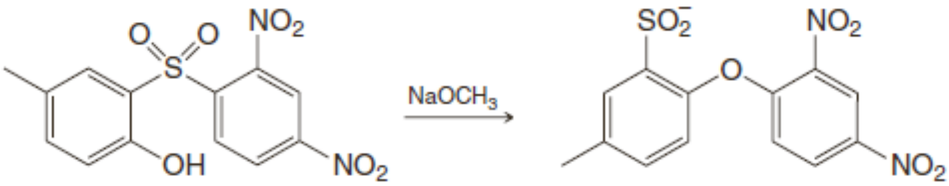
១១.ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



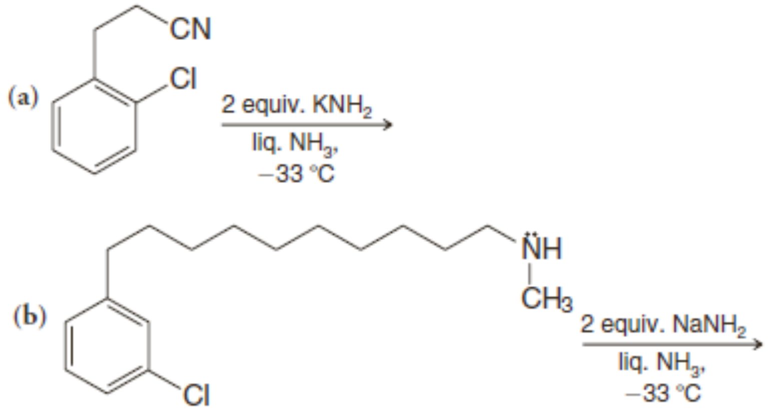
១២.ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



១៣.ចូរសរសេរចលនការប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



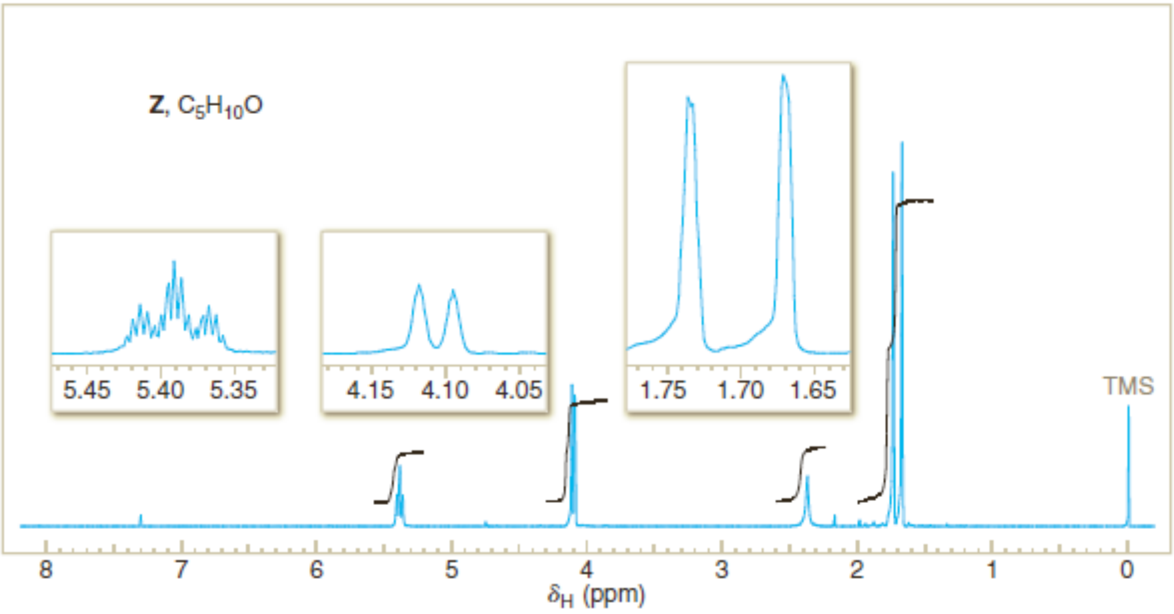
១៤.ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



ស្បិចត្រូស្កូពី

១៥.សមាសធាតុ X($C_{10}H_{14}O$) រលាយក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ប៉ុន្តែមិនរលាយក្នុងសូលុយ ស្យុងសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត។ សមាសធាតុ X មានប្រតិកម្មជាមួយប្រូមក្នុងទឹកបង្កើតស្រលាយឌីប្រូម៉ូ មួយគឺ $C_{10}H_{12}Br_2O$ ។ ស្បិច IR តំបន់ 3000-4000cm^{-1} របស់ X បង្ហាញពិកធំមួយនៅ 3250cm^{-1} តំបន់ 680-840cm^{-1} បង្ហាញពិកខ្លាំងនៅ 830cm^{-1}។ ស្បិច ^{1}H NMR របស់ X ឱ្យពិកដូចតទៅ៖ ស៊ិញ ភ្លែត នៅ δ 1.3 (9H), ស៊ិញភ្លែតនៅδ 4.9(1H) និងពហុភ្លែត នៅ δ 7.0 (4H)។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់X។

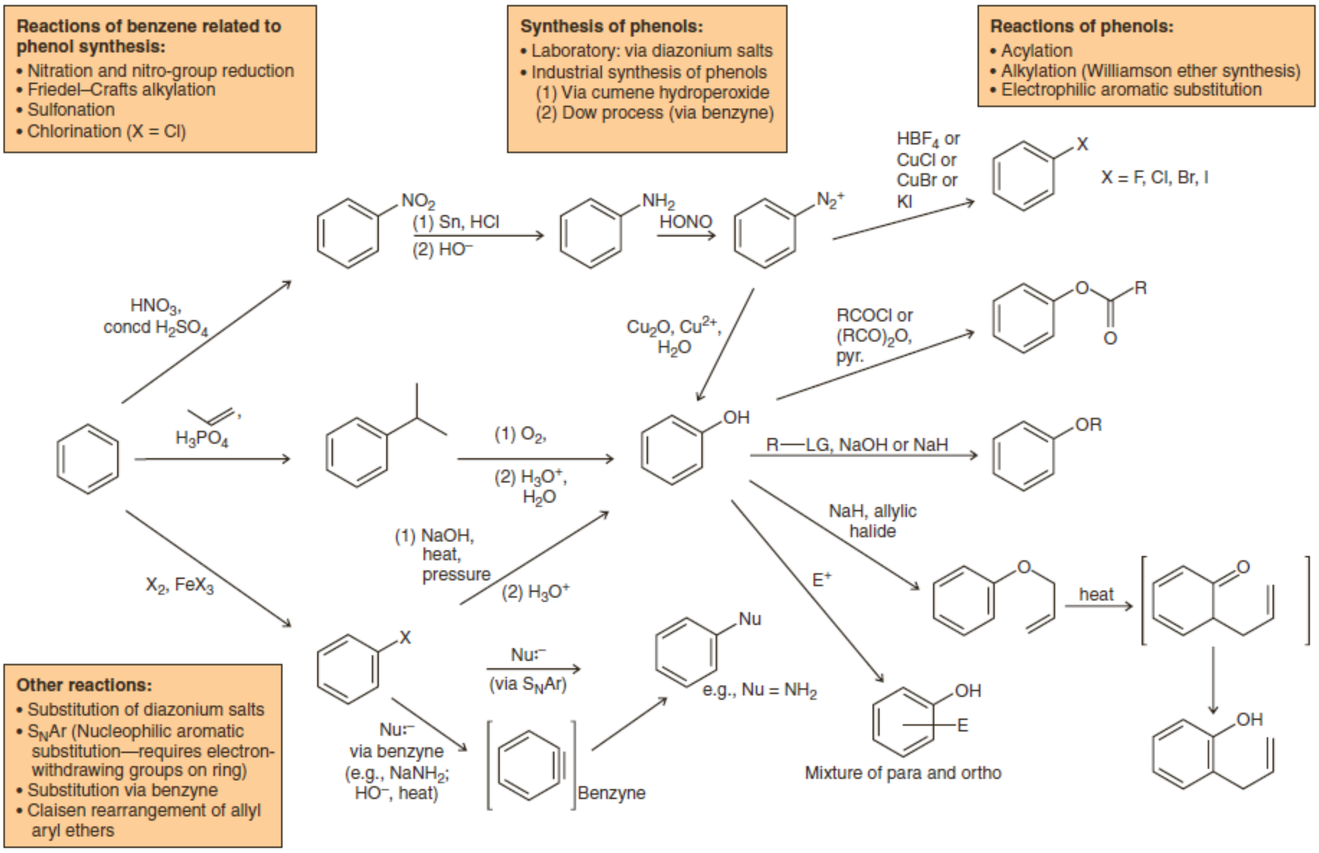
១៦.សមាសធាតុ Z ($C_5H_{14}O$) បង្កើរពណ៌ប្រូមក្នុងកាបូនតេត្រាក្លរួ។ ស្បិច IR របស់ Z បង្ហាញពិកធំមួយ ក្នុងតំបន់ 3200-3600cm^{-1}។ ស្បិច ^{1}H NMR របស់Z ត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម។ ចូរឱ្យទម្រង់របស់ Z។



Z, $C_5H_{10}O$
5.45 5.40 5.35
4.15 4.10 4.05
1.75 1.70 1.65
TMS
8 7 6 5 4 3 2 1 0
δ_H (ppm)

&&&&&&&

ផែនទីបញ្ញត្តិ
ខ្សែសំយោគរបស់ផេណុល និងសមាសធាតុអារ៉ូម៉ាទិច



មេរៀនទី២២

ការបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូន
និង ប្រតិកម្មផ្សេងទៀតរបស់សមាសធាតុសរីរាង្គលោហៈឆ្លង

១. សេចក្តីផ្តើម

ប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនកាតាលីករលោហៈឆ្លងជាច្រើនត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ឡើងជាឧបករណ៍មានប្រយោជន៍ខ្លាំងចំពោះការសំយោគសរីរាង្គ។ ផលប្រយោជន៍ខ្ពស់របស់ប្រតិកម្មកាតាលីករលោហៈឆ្លងមួយចំនួនគឺថា ពួកវាផ្តល់ជាមធ្យោបាយក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធរវាងក្រុមដែលមានកម្រិតបំផុត ប្រហែលជាគ្មានប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនអាចកើតឡើង។ ឧទាហរណ៍ ដោយប្រើកាតាលីករលោហៈឆ្លង យើងអាចបង្កើងសម្ព័ន្ធរវាងអង្គធាតុមេប្រតិករអាល់សែនីល (វីនីល) ឬអារីល និងកាបូនអ៊ីប្រ៊ីត sp^2 ឬ sp របស់ប្រតិករផ្សេងទៀត។ យើងនឹងឱ្យឧទាហរណ៍នៃវិធីសាស្ត្រទាំងនេះពីរបី រួមមាន**ប្រតិកម្មHeck-Mizoroki**, **ប្រតិកម្មបង្កុំគូSuzuki-Miyaura**, **ប្រតិកម្មបង្កុំគូStille** និង**ប្រតិកម្មបង្កុំគូ Sanogashira**។ ប្រតិកម្មទាំងនេះជាប្រភេទ**ប្រតិកម្មបង្កុំគូខ្វែង** ដែលប្រតិករពីរមានទម្រង់សមស្របត្រូវបានបង្កុំគូដោយសម្ព័ន្ធσកាបូន-កាបូនថ្មីមួយ។

មេតាតេស៊ីសអូលេភីន (Olefin metathesis) ជាប្រភេទប្រតិកម្មមួយទៀត ដែលក្រុមរបស់ប្រតិករអាល់សែនពីរផ្លាស់ប្តូរទីតាំងគ្នា។ យើងនឹងសិក្សាប្រតិកម្មមេតាតេស៊ីសអូលេភីនដែលបានជំរុញដោយ**កាតាលីករ** Grubb។

ប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនកាតាលីករលោហៈឆ្លងមួយទៀត ដែលយើងនឹងសិក្សាគឺ**ប្រតិកម្ម** Corey-Posner, Whitesides-Hourse។ ដោយប្រើប្រតិកម្មនេះ អាល់គីលអាឡូសែនមួយត្រូវបានបង្កុំគូជាមួយក្រុមអាល់គីលពី**រ៉េអាក់ទីបលីចូមឌីអាល់គីលគុប្រាត** (lithium dialkyl cuprate reacgent) (គេតែងហៅថា**រ៉េអាក់ទីបGilman**)។ ប្រតិកម្មនេះមិនមានចលនការប្រតិកម្មប្រើកាតាលីករទេ។

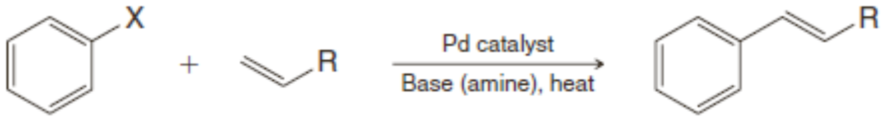
ប្រតិកម្មទាំងនេះទាក់ទងនឹងលោហៈឆ្លងដូចប៉ាឡាដ្យូម ទង់ដែង និងរូយតេញ៉ូម ដែលតែងតែស្ថិតក្នុងកំផ្លិចជាមួយលីកង់ផ្សេងៗ។ បន្ទាប់ពីយើងដឹងអំពីការអនុវត្តន៍នៃប្រតិកម្មបង្កើតសម្ព័ន្ធកាបូន-កាបូនហើយ យើងនឹងសិក្សាអំពីទិដ្ឋភាពទូទៅខ្លះនៃទម្រង់កំផ្លិចលោហៈឆ្លង និងដំណាក់កាលតំណាងក្នុងចលនការប្រតិកម្មកាតាលីករលោហៈឆ្លង។ យើងនឹងសិក្សាឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងមួយអំពីចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីករលោហៈឆ្លងដោយប្រើកំផ្លិចរ៉ូដ្យូមមួយហៅថាកាតាលីករWilliamson និងចលនការប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki។

២. ប្រតិកម្មបង្កុំគូកាតាលីករលោហៈឆ្លង

២.១ ប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki

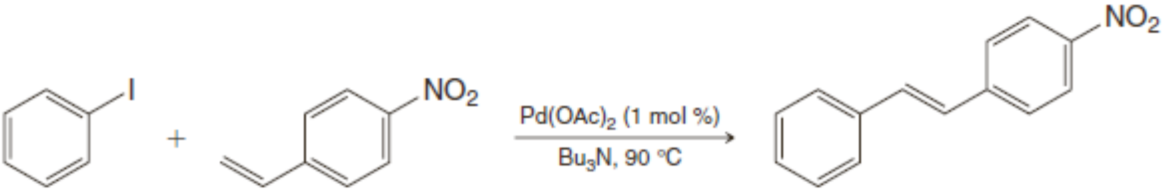
ប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki ទាក់ទងនឹងការបង្កុំគូអាល់សែនមួយជាមួយអាល់សែនីល ឬអារីលអាឡូសែនកាតាលីករប៉ាឡាដ្យូម។ ផលិតផលអាល់សែនតែងតែជាត្រង្សដោយសារតែដំណាក់កាលបណ្តាច់-1,2 ក្នុងចលនការប្រតិកម្ម។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



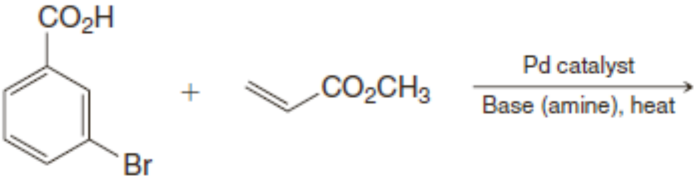
X = I, Br, Cl

ឧទាហរណ៍៖

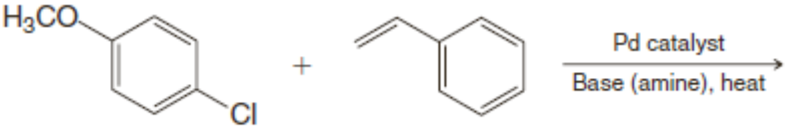


លំហាត់អនុវត្តន៍២៧.១ ៖ តើផលិតផលអ្វីដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងក្រោម?

(a)

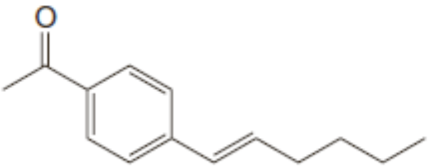


(b)

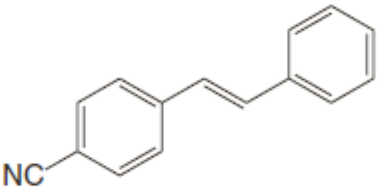


លំហាត់អនុវត្តន៍២៧.២៖ តើសារធាតុផ្តើមណាខ្លះដែលត្រូវប្រើដើម្បីសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មHeck-Mizoroki?

(a)



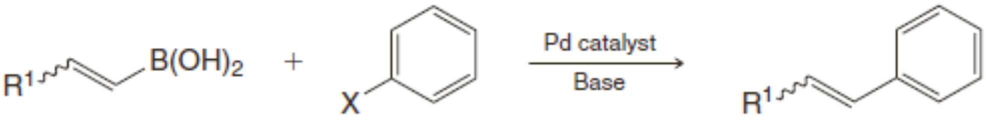
(b)



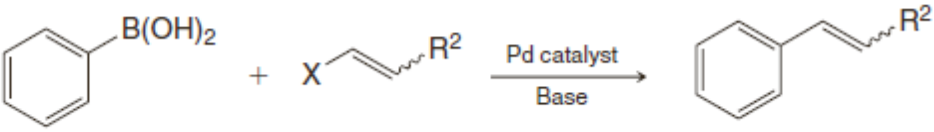
២.២ ប្រតិកម្មបង្គុំគូ Suzuki-Miyaura

ប្រតិកម្មបង្គុំគូSuzuki-Miyaura ផ្គុំអាល់សែនីល ឬអារីលបរ៉ាតជាមួយអាល់សែនីល ឬអារីលអាឡូសែន ក្រោមវត្តមានកាតាលីករប៉ាឡាដ្យូម។ ស្តេរ៉េអូគីមីរបស់ប្រតិករអាល់សែនីលត្រូវបានរក្សាក្នុងប្រតិកម្មបង្គុំគូនេះ។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

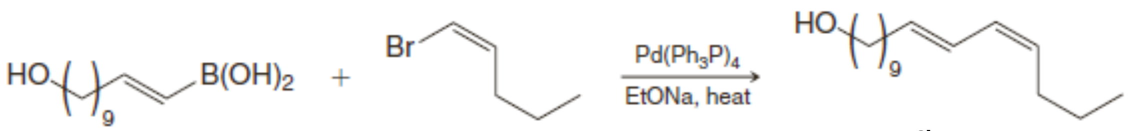


អាល់សែនីលបរ៉ាត អារីលអាឡូសែន (ឬអាល់សែនីលអាឡូសែន)



អារីលបរ៉ាត អាល់សែនីលអាឡូសែន (ឬ អារីលអាឡូសែន)

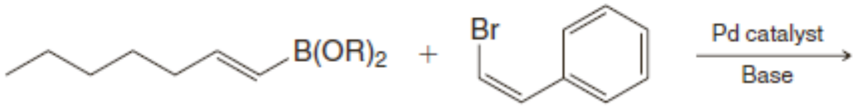
ឧទាហរណ៍៖



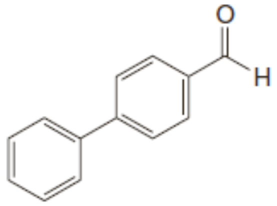
បុមប៊ីកុល

(អរម៉ូនភេទបញ្ចេញដោយដង្កូវនាងញី)

លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៣ ៖ តើផលិតផលនៃប្រតិកម្មបង្កុំគូ Suzuki-Miyauraខាងក្រោមជាអ្វី?



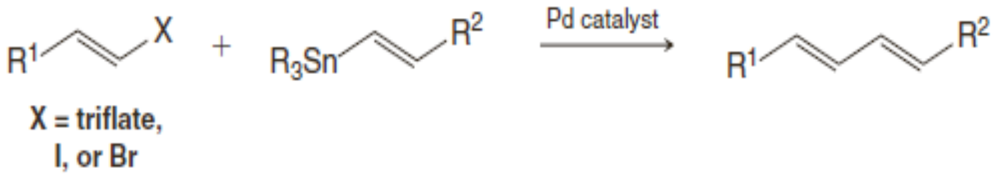
លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៤៖ តើសារធាតុផ្តើមណាខ្លះដែលត្រូវប្រើដើម្បីសំយោគសមាធាតុខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មបង្កុំគូ Suzuki-Miyaura?



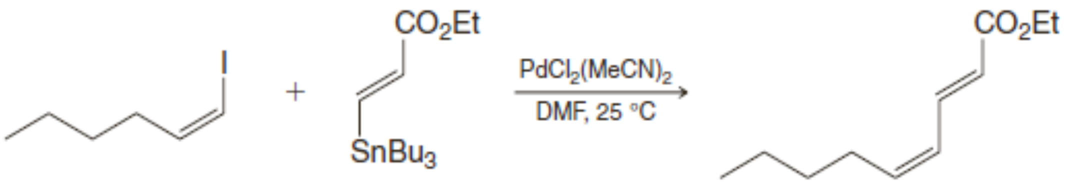
២.៣ ប្រតិកម្មបង្កុំគូ Stille និងការបូនីលកម្ម

ប្រតិកម្មបង្កុំគូStilleជាប្រតិកម្មបង្កុំគូខ្វែងដែលទាក់ទងនឹងរ៉េអាក់ទីបសរីរាង្គសំណប៉ាហាំងជាអង្គធាតុប្រតិករមួយ។ ក្រោមវត្តមានកាតាលីករប៉ាឡាដ្យូមសមស្រប ប្រតិករអាល់សែនីល និងអារីលសំណប៉ាហាំងអាចរងបង្កុំគូជាមួយអាល់សែនីលទ្រីផ្លាត, អាល់សែនីលអ៊ីយ៉ូដ្ឋ និងអាល់សែនីលប្រូម្ម រួមទាំងអាល់គីលក្លរួ និង អាស៊ីតក្លរួផងដែរ។

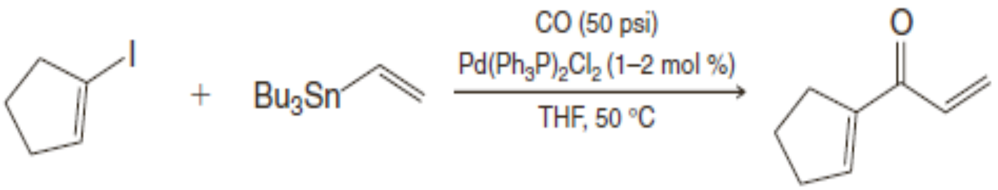
ប្រតិកម្មទូទៅ៖



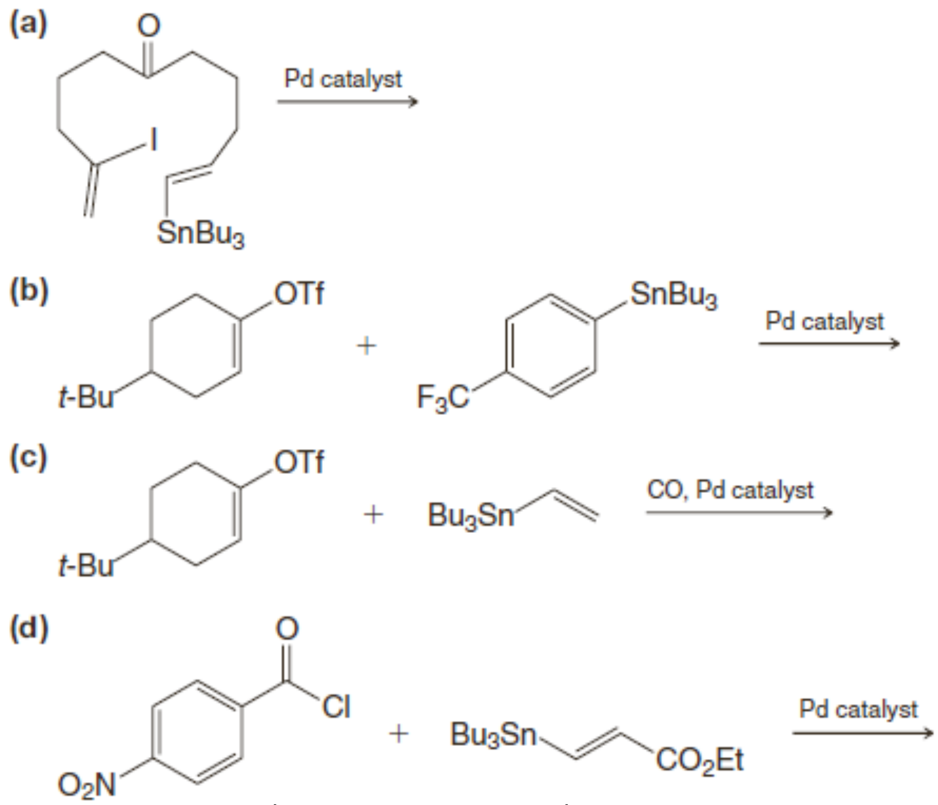
ឧទាហរណ៍៖



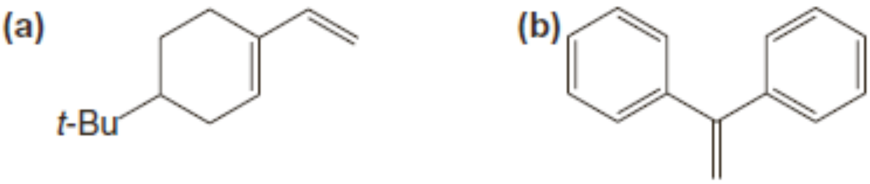
គេអាចសំយោគសេតូនដោយប្រតិកម្មបង្កុំគូ Stille ផ្សេងៗ ដែលទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបង្កុំក្រោមវត្តមាន កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត។ ប្រតិកម្មខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយ។



លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៥ ៖ តើផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោមជាអ្វី ?



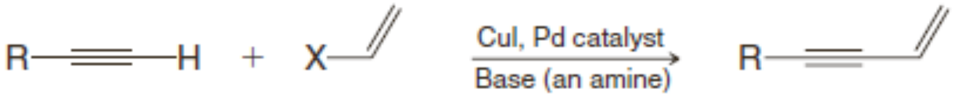
លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៦៖ តើសារធាតុផ្ដើមណាខ្លះដែលត្រូវប្រើដើម្បីសំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មបង្គុំគូ Stille ?



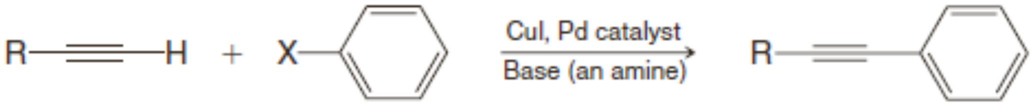
២.៤ ប្រតិកម្មបង្គុំគូ Sonogashira

ប្រតិកម្មគូSonogashira ផ្គុំអាល់ស៊ីនមួយជាមួយអាល់សែនីល ឬអារីលអាឡូសែនមួយក្រោមវត្តមានកាតាលីករប៉ាឡាដ្យូម និងទង់ដែង។ ទង់ដែងអាល់ស៊ីនួមួយត្រូវបានបង្កើតជាអង្គធាតុកណ្ដាលក្នុងប្រតិកម្មនេះ (នៅពេលគេមិនប្រើប៉ាឡាដ្យូម ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានគេហៅថា**ប្រតិកម្មបង្គុំគូ Stephens-Castro** ហើយប្រតិកម្មនេះមិនមែនជាប្រតិកម្មកាតាលីករទេ)។ ក្រៅពីវិធីសាស្ត្រដើម្បីផ្គុំអាល់ស៊ីនជាមួយវង់អារ៉ូម៉ាទិចមួយ ប្រតិកម្មបង្គុំគូ Sonogashira ផ្ដល់ជាមធ្យោបាយមួយក្នុងការសំយោគអេនីន។

ប្រតិកម្មទូទៅ៖

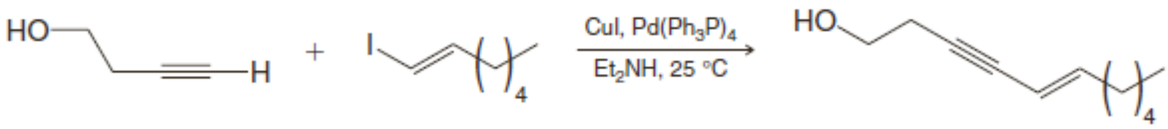


អាល់សែនីលអាឡូសែន

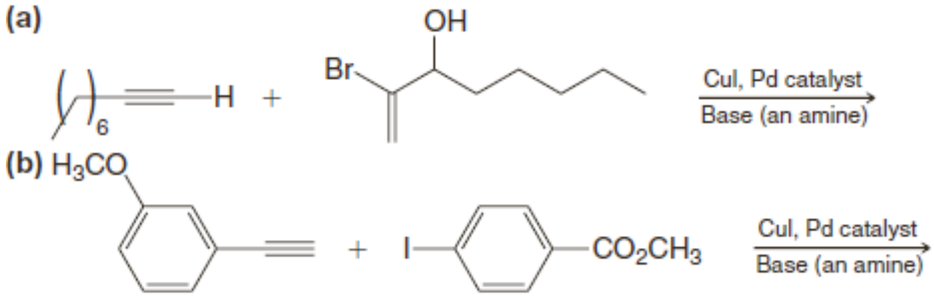


អារីលអាឡូសែន

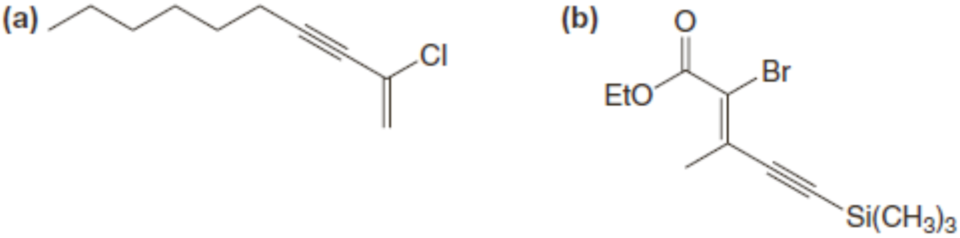
ឧទាហរណ៍៖



លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៧ ៖ ចូរឱ្យផលិតផលរបស់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖



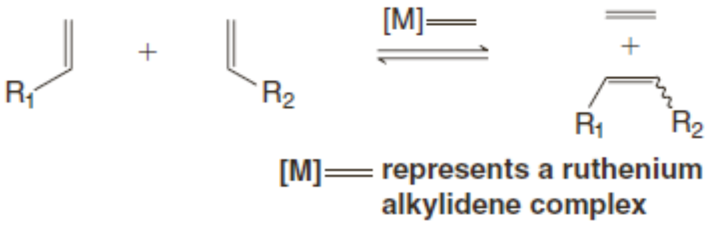
លំហាត់អនុវត្តន៍២២.៨ ៖ តើសារធាតុផ្តើមណាខ្លះដែលត្រូវការសម្រាប់សំយោគសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមដោយប្រតិកម្មបង្គុំគូ Sonogashira ?



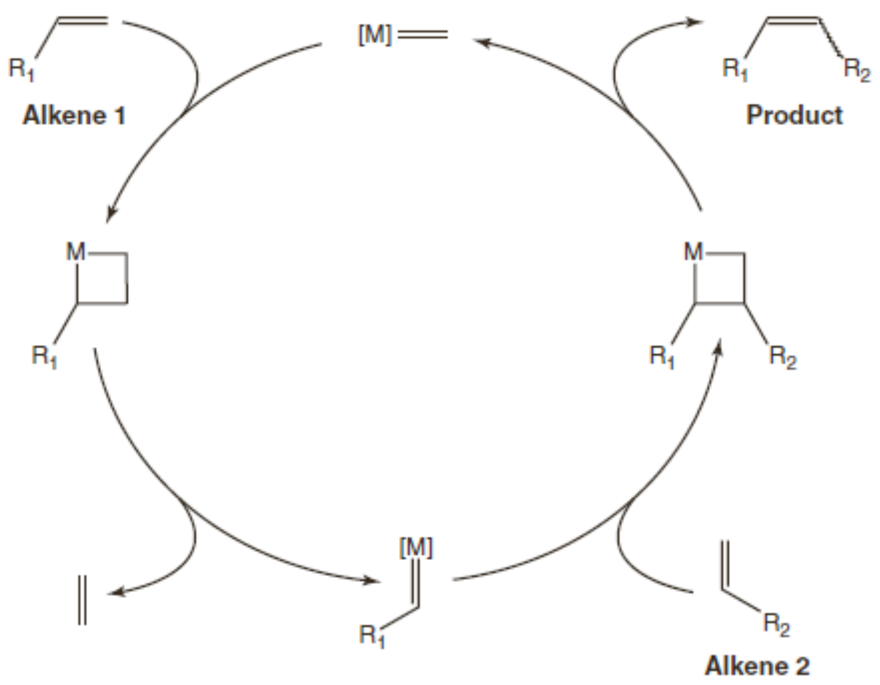
៣. មេតាតេស៊ីសអូលេភីន៖ កំផ្លិចការបែនរុយតេញ៉ូម និងកាតាលីករGrubbs

គូសម្ព័ន្ធពីរជាន់អាល់សែនអាចផ្លាស់ប្តូរចុងសងខាងជាមួយគ្នាក្នុងប្រតិកម្មមួយហៅថា **មេតាតេស៊ីសអូលេភីន** (olefin metathesis) (ពាក្យក្រិច meta = ប្តូរ , thesis=ទីតាំង)។

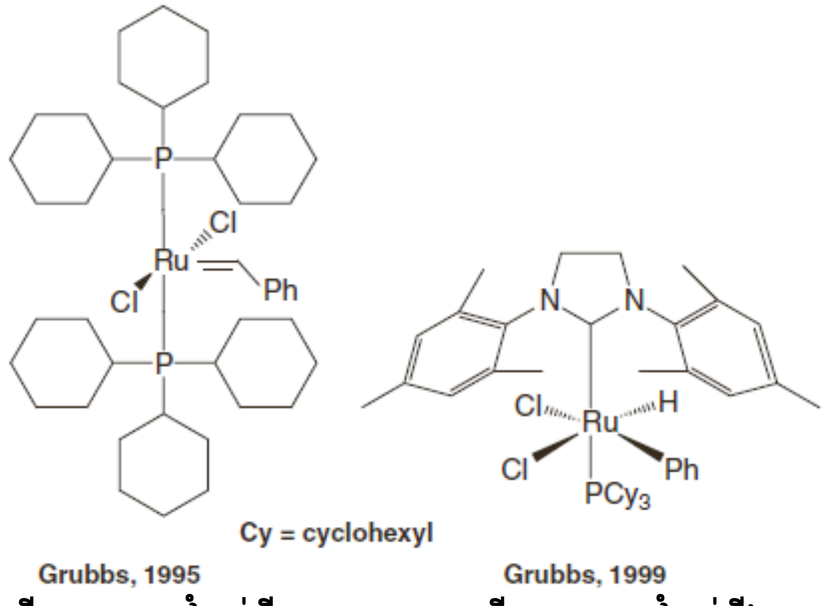
ប្រតិកម្មសរុបមានដូចខាងក្រោម៖



វង្គកាតាលីករសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះត្រូវបានស្នើឡើងដោយ Yves Chauvin ហើយគេបានជឿជាក់ថាទាក់ទងនឹងអង្គធាតុកណ្តាលមេតាឡូស៊ីក្លូប៊ុយតានដែលបានមកពីប្រតិកម្មលោហៈអាល់គីលីឌែន (ឬហៅថាលោហៈកាបែន) ជាមួយអាល់សែន។ កាតាលីករជាលោហៈអាល់គីលលីដែនខ្លួនវា។ វង្គកាតាលីករ Chauvin នៃប្រតិកម្មមេតាតេស៊ីសអូលេភីនត្រូវបានសង្ខេបដូចខាងក្រោម។



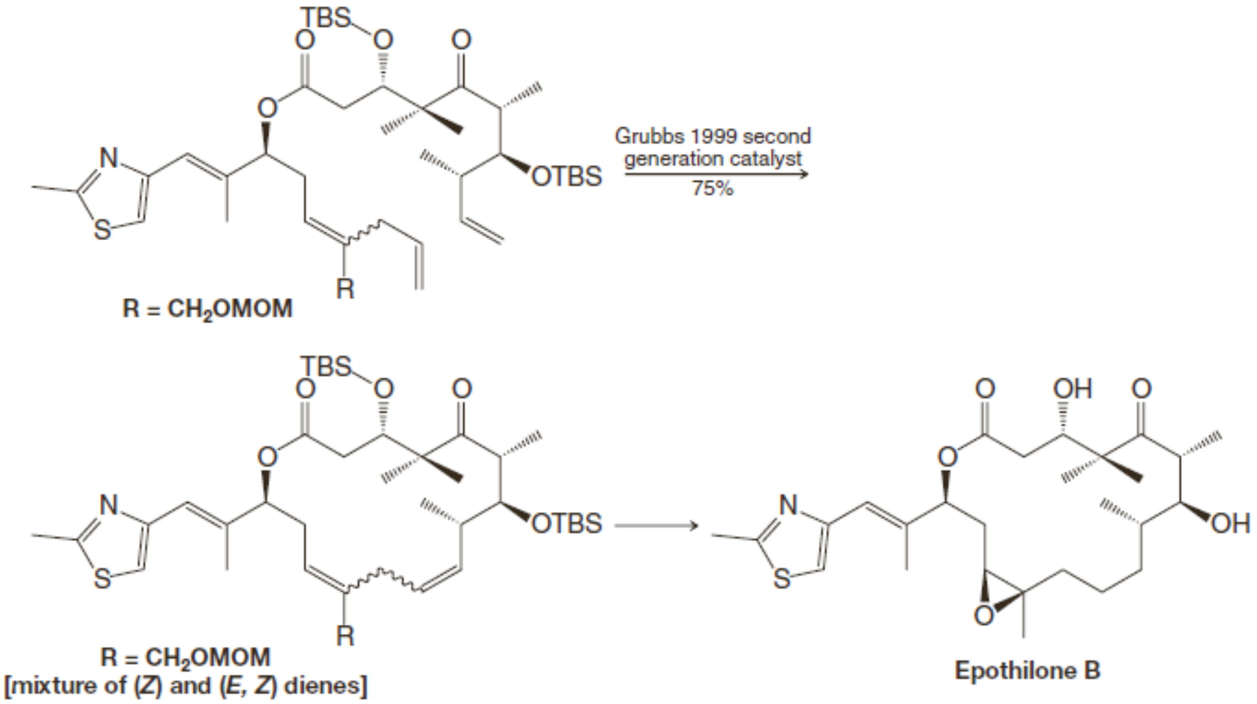
Richard Schrockបានអង្កេតលក្ខណៈរបស់កាតាលីករទី១ខ្លះរបស់ប្រតិកម្មមេតាតេស៊ីលអូលេភីន។ ការងាររបស់គាត់បញ្ចូលកាតាលីករដែលទង្វើពីតង់តាល្យូម ទីតាញ៉ូម និងម៉ូលីបដែន។ ប៉ុន្តែកាតាលីករទាំងនេះដែលគេនិយមប្រើសព្វថ្ងៃគឺកាតាលីកររុយតេញ៉ូមបង្កើតដោយRobert Grubbs។ កាតាលីករដែលត្រូវបានហៅថាកាតាលីករជំនាន់ទី១ និងកាតាលីករជំនាន់ទី២របស់គាត់ត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម៖



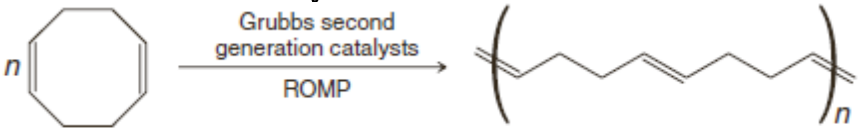
កាតាលីករ Grubbsជំនាន់ទី១ កាតាលីករ Grubbsជំនាន់ទី២

(មានលក់នៅលើទីផ្សារ)

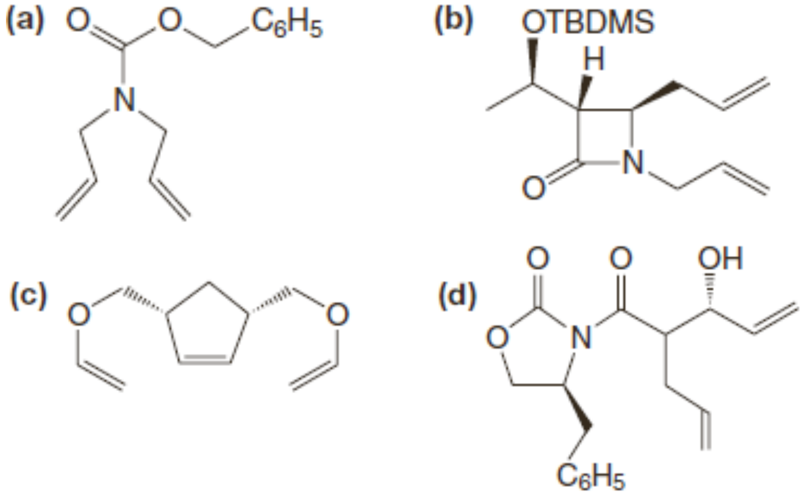
ប្រតិកម្មមេតាតេស៊ីសអូលេភីនត្រូវបានគេបង្ហាញថាជាមធ្យោបាយខ្លាំងមួយក្នុងការសំយោគ ដែលរង្វាន់ណូបែលឆ្នាំ២០០៥ផ្នែកគីមីត្រូវបានប្រគល់ទៅឱ្យChauvin, Grubbs, និង Shrock សម្រាប់កិច្ចការការងារ របស់ពួកគាត់លើប្រតិកម្មនេះ។ ការប្រើការអនុវត្តន៍របស់វាបញ្ចូលទៅក្នុងការសំយោគភ្នាក់ងារប្រឆាំងមហារីក ជាច្រើនក្នុងក្រុមអេប៉ូលីឡូន ដោយ Danishefsky, Shinzer, Sinha និងអ្នកផ្សេងទៀតជាឧទាហរណ៍បង្ហាញ ខាងក្រោម៖



ឧទាហរណ៍មួយទៀតគឺប្រតិកម្មប៉ូលីមែរកម្មមេតាតេស៊ីសអូលេភីនបើកវង់ (ROMP) ដែលត្រូវបាន ប្រើ ដើម្បីសំយោគប៉ូលីប៊ុយឌីអែនពី 1,5-ស៊ីក្លូប៊ុយតាឌីអែន។



លំហាត់អនុវត្តន៍២៧.៩ ៖ តើផលិតផលណាខ្លះដែលកកើតនៅពេលសមាសធាតុនីមួយៗខាងក្រោមមាន ប្រតិកម្មជាមួយ $(PCy_3)_2Cl_2Ru{=}CHPh$ ដែលជាកាតាលីករ Grubbs មួយ?



៤. ប្រតិកម្ម Corey-Posner, Whitesides-House

ប្រតិកម្ម Corey-Posner, Whitesides-House ទាក់ទងនឹងការបង្កុំគូលីចូមអាល់គីលគូប្រាត (ហៅថារ៉េអាក់ទីបGilman) ជាមួយអាល់គីល អាលសែនីល ឬអារីលអាឡូសែនមួយ។ ក្រុមអាល់គីលរបស់រ៉េអាក់ទីបលីចូមឌីអាល់គីលគូប្រាតអាចថ្នាក់ទី១ ទី២ ឬទី៣។ ប៉ុន្តែ អាឡូសែនដែលជាដៃគូរ៉េអាក់ទីបGilman ត្រូវតែជាអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី១ ឬអាល់គីលអាឡូសែនថ្នាក់ទី២វង់ បើសិនជាវាមិនមែនជាអាល់សែនីល ឬ អារីល។

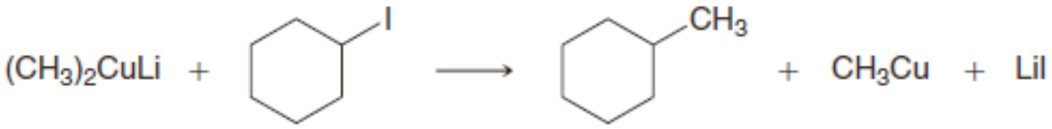
ប្រតិកម្មទូទៅ៖

$$R_2CuLi \quad + \quad R'{-}X \longrightarrow R{-}R' + RCu + LiX$$

លីចូមឌីអាល់គីលគុប្រាត (រ៉េអាក់ទីបGilman)

អាល់សៃនីល, អារីល ឬ 1^0 ឬ 2^0 រ៉េងអាគីលអាឡូសែន

ឧទាហរណ៍៖



លីចូមឌីមេទីលគុប្រាត 75%

រ៉េអាក់ទីបលីចូមឌីមេទីលគុប្រាត (Gilman) ដែលត្រូវការត្រូវតែសំយោគពីដំណើរការពីរដំណាក់កាលពី អាល់គីអាឡូសែនដែលត្រូវគ្នា ដូចខាងក្រោម៖

ការសំយោគសមាសធាតុសរីរាង្គលីចូម

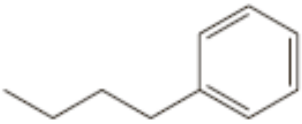
$$R{-}X \xrightarrow{2Li} R{-}Li + LiX$$

ការសំយោគរ៉េអាក់ទីបលីចូមឌីអាល់គីលគុប្រាត (Gilman)៖

$$2\,R{-}Li \xrightarrow{CuI} R_2CuLi + LiI$$

គ្រប់រ៉េអាទីបក្នុងប្រតិកម្មCorey-Posner, Whitesides-House ត្រូវបានប្រើតាមមេគុណស្តីសូមេទ្រី។ ចលនការប្រតិកម្មមិនទាក់ទងកាតាលីករទេ ដូចក្នុងប្រតិកម្មផ្សេងទៀតនៃលោហៈឆ្លងដែលយើងបានសិក្សា។ ***លំហាត់អនុវត្តន៍២២.១០*** ៖ ចូរបង្ហាញពីរបៀបបម្លែង 1-ប្រូម៉ូប៊ុយតានទៅជារ៉េអាក់ទីបGilman លីចូមឌីប៊ុយទីលគុប្រាត និងបង្ហាញពីរបៀបដែលអ្នកអាចប្រើវាដើម្បីសំយោគសមាសធាតុខាងក្រោម៖

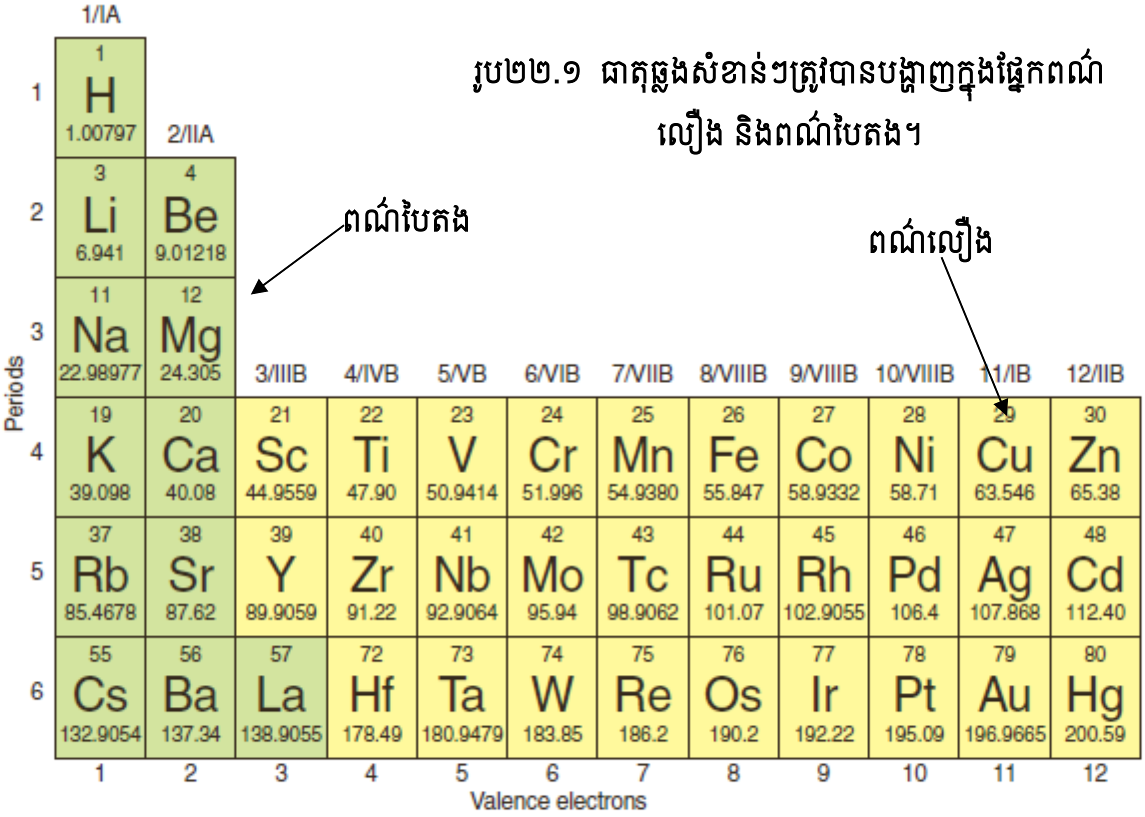
(a)

(b) 

៥. មូលដ្ឋានគ្រឹះខ្លះលើធាតុ និងកំផ្លិចលោហៈឆ្លង

បន្ទាប់ពីយើងបានឃើញអំពីឧទាហរណ៍សំខាន់ខ្លះទាក់ទងនឹងលោហៈឆ្លងរួចហើយ យើងសិក្សាពីទិដ្ឋភាពនៃទម្រង់អេឡិចត្រុងរបស់លោហៈទាំងនេះ និងសមាសធាតុកំផ្លិចរបស់ពួកវា។

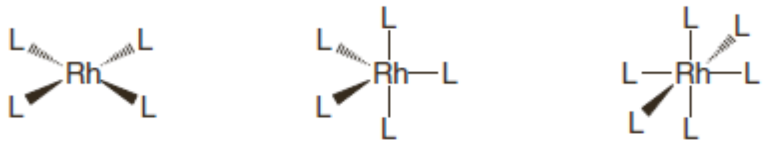
លោហៈឆ្លងត្រូវបានកំណត់ថាជាធាតុដែលមានស្រទាប់អេឡិចត្រុងក្នុងអរបីតាល់d ឬ f ទាំងក្នុងភាពជាធាតុ ឬជាសមាសធាតុ។ លោហៈឆ្លងដែលទាក់ទងនឹងគីមីសរីរាង្គជាងគេជាធាតុស្ថិតក្នុងផ្នែកពណ៌លឿង និងពណ៌បៃតងនៃតារាងខួបក្នុងរូបG.1 ខាងក្រោម ដែលរួមទាំងលោហៈឆ្លងទាំងអស់ដែលយើងបានសិក្សារួចហើយ។



រូប២២.១ ជាតុឆ្លងសំខាន់ៗត្រូវបានបង្ហាញក្នុងផ្នែកពណ៌លឿង និងពណ៌បៃតង។

លោហៈឆ្លងមានប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុល ឬក្រុមផ្សេងៗ ហៅថាលីហ្គង់ (ligands) បង្កើតសមាសធាតុកំផ្លិចលោហៈឆ្លង។ ក្នុងការបង្កើតកំផ្លិចមួយ លីហ្គង់ឱ្យអេឡិចត្រុងទៅអរបីតាល់ទំនេររបស់លោហៈឆ្លង។ សម្ព័ន្ធរវាងលីកង់ និងលោហៈអាចជាសម្ព័ន្ធខ្សោយខ្លាំងទៅមាំខ្លាំង។ សម្ព័ន្ធទាំងនេះជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ ប៉ុន្តែតែងតែត្រូវបានចាត់ទុកថាប៉ូលែ។

កំផ្លិចលោហៈឆ្លងអាចមានធរណីមាត្រផ្សេងៗអាស្រ័យលើលោហៈនិងចំនួនលីហ្គង់ជុំវិញវា។ ឧទាហរណ៍ រ៉ូដ្យូមអាចបង្កើតកំផ្លិចជាមួយលីហ្គង់ក្នុងកុងភីគ្វ៉ាស្យុងមួយហៅថា*ប្លង់ការេ* (square planar)។ ម្យ៉ាងវិញទៀត រ៉ូដ្យូមក៏អាចបង្កើតកំផ្លិចជាមួយលីកង់៥ ឬ៦ដែលជាប៊ីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ (trigonal bipyramidal) ឬ អដ្ឋមុខ (octahedral)។ ទម្រង់ទាំងនេះត្រូវបានបង្ហាញខាងក្រោម ដែលអក្សរ L ប្រើដើម្បីសម្គាល់លីហ្គង់មួយ។



ប្លង់ការេ កំផ្លិចរ៉ូដ្យូម | ប៊ីពីរ៉ាមីតត្រីកោណ កំផ្លិចរ៉ូដ្យូម | អដ្ឋមុខ កំផ្លិចរ៉ូដ្យូម

៦. ការរាប់អេឡិចត្រុងក្នុងកំផ្លិចលោហៈ

លោហៈឆ្លងដូចដែលយើងបានសិក្សាថ្មីៗនេះមានស្ថេរភាពជាងគេ នៅពេលពួកវាមានរបាយអេឡិចត្រុងដូចឧស្ម័នកម្រមួយ។ បន្ថែមលើអរបីតាល់s និង p លោហៈឆ្លងមានអរបីតាល់dចំនួន៥ (ដែលអាចទទួលយក១០អេឡិចត្រុង)។ ដូចនេះ របាយអេឡិចត្រុងឧស្ម័នកម្រសម្រាប់លោហៈឆ្លងមាន១៨អេឡិចត្រុងមិនមែន ៨អេឡិចត្រុងដូចកាបូន អាសូត អុកស៊ីសែន ។ល។ ទេ។

- នៅពេលលោហៈរបស់កំផ្លិចលោហៈឆ្លងមួយមាន១៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ គេនិយាយថាវាមានស្រទាប់ **ឆ្អែតកូអរឌីណាស្យុង** (coordinatively saturated)។

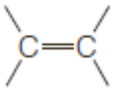
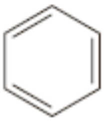
ដើម្បីរាប់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់របស់លោហៈឆ្លងក្នុងកំផ្លិចមួយ យើងយកចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបរបស់លោហៈក្នុងភាពជាធាតុ (មើលរូប២២.១) ហើយដកចំនួននេះដោយចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់លោហៈក្នុងកំផ្លិច វិធីនេះអាចហៅថា ការរាប់អេឡិចត្រុងdតាងឱ្យ d^n ។ ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់លោហៈជាបន្ទុកដែលស្ថិតនៅ ខាងឆ្វេងលោហៈ បើសិនលីហ្គង់ទាំងអស់ (តារាង២២.១) ត្រូវបានដកចេញ។

d^n = **ចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបរបស់ធាតុលោហៈ - ចំនួនអុកស៊ីតកម្មលោហៈក្នុងកំផ្លិច**

បន្ទាប់មក ដើម្បីរាប់ចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់របស់លោហៈក្នុងកំផ្លិច យើងបូក d^n ជាមួយចំនួនអេឡិចត្រុងដែលផ្តល់ឱ្យដោយលីហ្គង់ទាំងអស់។ តារាងG.1ឱ្យចំនួនអេឡិចត្រុងដែលផ្តល់ដោយលីហ្គង់សំខាន់ៗមួយចំនួន។

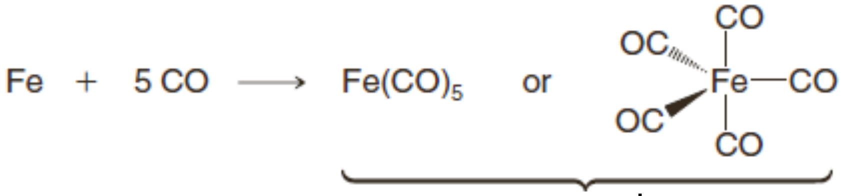
ចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបរបស់លោហៈក្នុងកំផ្លិច = d^n + **អេឡិចត្រុងឱ្យដោយលីហ្គង់**

តារាង២២.១លីហ្គង់សំខាន់ៗក្នុងកំផ្លិចលោហៈឆ្លង

លីហ្គង់	**រូបជា**	**ចំនួនអេឡិចត្រុងផ្តល់ឱ្យ**
លីហ្គង់អវិជ្ជមាន		
អ៊ីដ្រូ, H	$H:^-$	2
អាល់កាន្ទ, R	$R:^-$	2
អាឡូសែន ,X	$X:^-$	2
អាញ៉ុងអាលីល		4
អាញ៉ុងស៊ីក្លូប៉ង់តាឌីអ៊ែនីល, Cp		6
លីហ្គង់ណឺត		
កាបូនីល (កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត)	$:C{\equiv}O:$	2
ផូស្វីន	$R_3P:$ or $Ph_3P:$	2
អាល់សែន		2
ឌីអ៊ែន		4
បង់សែន		6

ចូរសង្កេតមើលការរាប់អេឡិចត្រុងក្នុង២ឧទាហរណ៍ពីរ៖

ឧទាហរណ៍ A៖ គេមានដែកប៉ង់តាកាបូនីល $Fe(CO)_5$ ជាសារធាតុរាវពុល ដែលកកើតនៅពេលកំទិចដែកមានប្រតិកម្មជាមួយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត។



ដែកប៉ង់តាកាបូនីល

ពីរូប G.1 យើងឃើញថា អាតូមដែកក្នុងភាពជាជាតុមាន៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់។ យើងមកដល់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់ដែកក្នុងដែកប៉ង់តាកាបូនីលដោយកត់សម្គាល់ថា បន្ទុកនៅលើកំផ្លិចទាំងមូលស្មើសូន្យ (វាមិនមែនជាអ៊ីយ៉ុង) ហើយបន្ទុកលើលីហ្កង់CO គឺសូន្យដែរ។ ដូចនេះ ដែកមានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើសូន្យ។

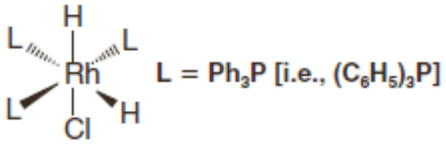
ដោយប្រើចំនួនទាំងនេះ ឥឡូវយើងគណនា d^n ដែលជាចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបរបស់ដែកក្នុងកំផ្លិចនេះ។

$d^n = 8 - 0$

ចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុប = $d^n + 5(CO) = 8 + 5(2) = 18$

យើងឃើញថា ដែករបស់$Fe(CO)_5$ មានអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់១៨ ដូចនេះ វាមានកម្រិតឆ្អែតកូអរឌីណាស្យុង។

ឧទាហរណ៍ B៖ គេមានកំផ្លិចរ៉ូដ្យូម $Rh[(C_6H_5)_3H_2Cl$។ កំផ្លិចនេះ ដែលយើងនឹងឃើញពេលក្រោយ ជាអង្គជាតុ កណ្ដាលក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មអាល់សែន។



ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរ៉ូដ្យូមក្នុងកំផ្លិចនេះគឺ +3 [(អាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរ និងក្លរនីមួយៗរាប់ជា -1) ហើយបន្ទុក នៅលើលីហ្កង់ទ្រីផេនីលផូស្វីននីមួយៗស្មើសូន្យ។ ការលីហ្កង់ទាំងអស់បន្សល់អ៊ីយ៉ុង Rh^{3+})]។ ពីរូប G.1 យើង រកឃើញថា ក្នុងភាពជាជាតុ រ៉ូដ្យូមមានអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់៩។ យើងអាចគណនា d^n របស់រ៉ូដ្យូមក្នុងកំផ្លិចនេះ។

$$d^n = 9 - 3 = 6$$

លីហ្កង់ទាំង៦នីមួយៗរបស់កំផ្លិចឱ្យ២ អេឡិចត្រុងទៅអាតូមរ៉ូដ្យូមក្នុងកំផ្លិច ដូចនេះ ចំនួនអេឡិចត្រុង វ៉ាឡង់សរុបរបស់រ៉ូដ្យូមគឺ ១៨។ រ៉ូដ្យូមនៅក្នុង $Rh[(C_6H_5)_3P]_3H_2Cl$ មានកម្រិតឆ្អែតកូអរឌីណាស្យុង។

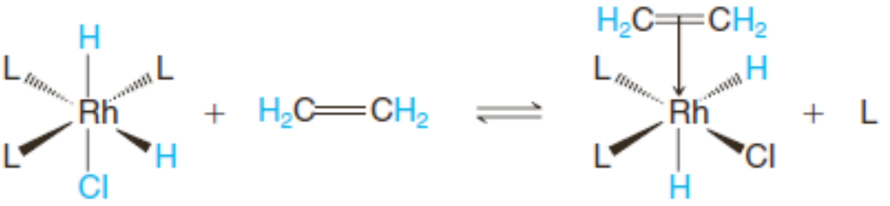
ចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបរបស់រ៉ូដ្យូម = $d^n + 6(2) = 18$

៧. ដំណាក់កាលចលនការក្នុងប្រតិកម្មរបស់កំផ្លិចលោហៈឆ្លងខ្លះ

យើងអាចយល់កាន់តែច្បាស់អំពីការសិក្សាគីមីនៃសមាសធាតុលោហៈឆ្លងសរីរាង្គ បើសិនយើងអាចអនុលោមន៍តាមចលនការប្រតិកម្មដែលកើតឡើង។ ស្ទើរតែគ្រប់ករណីទាំងអស់ ចលនការទាំងនេះមិនមានពាក់ព័ន្ធនឹងក្រៅពីចង្វាក់ប្រតិកម្មមួយ ដែលប្រតិកម្មនីមួយៗតាង*ប្រភេទប្រតិកម្មគ្រឹះដែលត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈឱ្យកំផ្លិចលោហៈឆ្លង*។ ឥឡូវនេះ ចូរពិចារណាលើប្រភេទប្រតិកម្មគ្រឹះបី។ ក្នុងប្រតិកម្មនីមួយៗ យើងនឹងប្រើដំណាក់កាលដែលកើតឡើងនៅពេលអាល់សែនមួយរងអ៊ីដ្រូសែនកម្មដោយប្រើកាតាលីករមួយហៅ

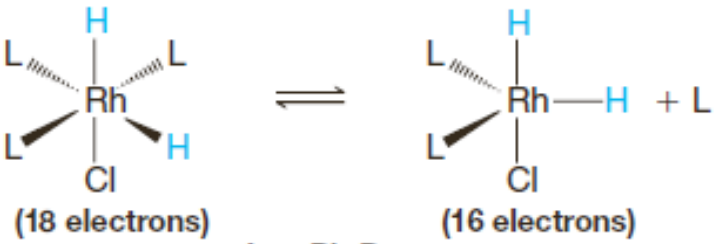
ថាកាតាលីករ Wilksinson ។ ក្នុងផ្នែកទី៧ យើងនឹងឃើញចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មទាំងស្រុង។ ក្នុងផ្នែកទី ៨ យើងនឹងឃើញពីរបៀបដែលប្រភេទប្រតិកម្មស្រដៀងគ្នាទាក់ទងនឹងប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki។

១. **ការផ្ដុំ-បំបែកលីហ្កង់ (ផ្លាស់ប្ដូរលីហ្កង់)៖** កំផ្លិចលោហៈធ្លងមួយអាចបាត់បង់លីហ្កង់មួយ (ដោយបំបែក) និងផ្ដុំជាមួយលីហ្កង់មួយផ្សេងទៀត (ដោយផ្ដុំ)។ ក្នុងដំណើរការនេះ វារង*បម្លាស់ប្ដូរ លីហ្កង់*។ ឧទាហរណ៍ កំផ្លិចរ៉ូដ្យូមដែលយើងបានឃើញក្នុងឧទាហរណ៍Bខាងលើអាច មានប្រតិកម្មជាមួយអាល់សែនមួយ (ក្នុងឧទាហរណ៍នេះ ប្រតិកម្មជាមួយអេតែន) ដូចខាងក្រោម៖



$L = Ph_3P$ [i.e., $(C_6H_5)_3P$]

ដំណាក់ពីរត្រូវបានពាក់ព័ន្ធ។ ក្នុងដំណាក់កាលទី១ លីហ្កង់ទ្រីផេនីលផូស្វីនផ្ដាច់ចេញ។ ប្រតិកម្មនេះធ្វើឱ្យកំផ្លិចមួយដែលមានរ៉ូដ្យូមមានតែ១៦អេឡិចត្រុងក្លាយជាឆ្អែតកូអរឌីណាស្យុង។



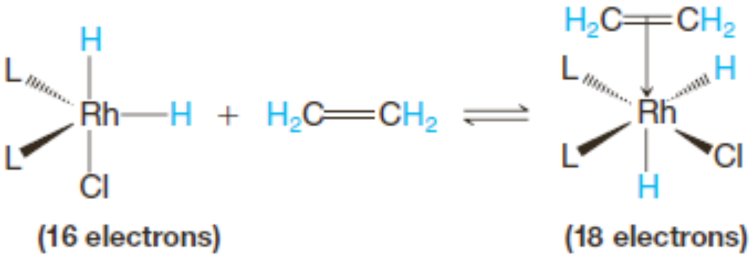
$L = Ph_3P$

កំផ្លិចរវាងរ៉ូដ្យូម និងអាល់សែនត្រូវបានគេហៅថា *កំផ្លិចπ*។ ក្នុងកំផ្លិចនេះ អេឡិចត្រុង២ត្រូវបាន ផ្ដល់ដោយអាល់សែនទៅឱ្យរ៉ូដ្យូម។ គេតែហៅអាល់សែននេះថា **អ្នកឱ្យπ** (π donor) ដើម្បីឱ្យពួកវា ខុសពី**អ្នកឱ្យσ** ដូចជា Ph_3P:, Cl^- ។ល។

ក្នុងកំផ្លិចπមួយ ដូចជាកំផ្លិចខាងលើ ក៏មានការផ្ដល់អេឡិចត្រុងពីអរប៊ីតាល់ d របស់លោហៈមួយទៅឱ្យអរប៊ីតាល់π^* ទំនេរបស់អាល់សែនដែរ។ ប្រភេទនៃការផ្ដល់អេឡិចត្រុងបែបនេះត្រូវបាន គេហៅថា **ការចងសម្ព័ន្ធទៅវិញ** (back-bonding)។

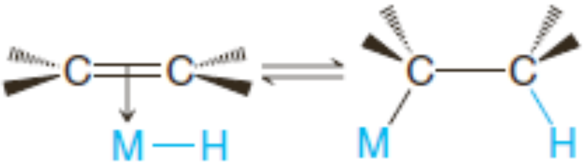
២. **ប្រតិកម្មបញ្ចូល-ប្រតិកម្មដកចេញ** (insertion-desinsertion)៖ លីហ្កង់មិនឆ្អែតមួយដូចជាអាល់សែន អាចរងប្រតិកម្មបញ្ចូលទៅក្នុងសម្ព័ន្ធមួយរវាងលោហៈរបស់កំផ្លិចមួយ និងអ៊ីដ្រូសែន ឬកាបូន មួយ។ ប្រតិកម្មនេះអាចត្រលប់ទៅវិញទៅមក ហើយប្រតិកម្មត្រលប់វិញត្រូវបានហៅថា **ប្រតិកម្មដកចេញ**។

ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មបញ្ចូល-ប្រតិកម្មដកចេញ៖



ក្នុងដំណើរការនេះ សម្ព័ន្ធ π មួយ (រវាងរ៉ូដ្យូម និងអាល់សែន) និងសម្ព័ន្ធσមួយ (រវាង រ៉ូដ្យូមនិងកាបូន និង រវាងកាបូននិងអ៊ីដ្រូសែន)។ អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់របស់រ៉ូដ្យូមថយចុះពី១៨ ទៅ១៦។

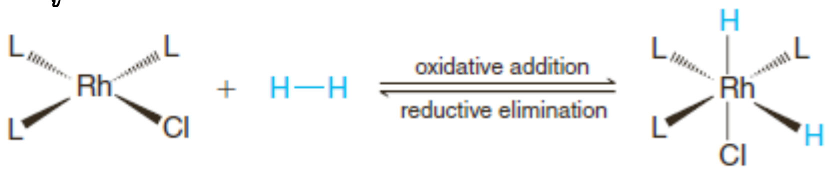
ប្រតិកម្មបញ្ចូល-ប្រតិកម្មដកចេញកើតឡើងក្នុងមធ្យោបាយស្តេរ៉េអូជាក់លាក់មួយ ដូច ជាប្រតិកម្មបូកស៊ិននៃឯកតា M – H ទៅលើអាល់សែន។



៣. ប្រតិកម្មបណ្តាច់រេដុកម្ម-ប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្ម (Oxidative Addition-Reduction Elimination) កំផ្លិចលោហៈមិនឆ្អែតកូអរឌីណាស្យុងអាចរងប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្មលើអង្គធាតុមេប្រតិករផ្សេងៗ តាមមធ្យោបាយខាងក្រោម។

អង្គធាតុមេប្រតិករ A – B អាចជា H – H , H – X , R – X , RCO – H , RCO – X និងសមាសធាតុ ជាច្រើនទៀត។

ក្នុងប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្មប្រភេទនេះ លោហៈរបស់កំផ្លិចកើននូវចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ និង ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់វា។ ជាឧទាហរណ៍ ចូរពិចារណាលើប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្មនៃអ៊ីដ្រូសែន លើកំផ្លិចរ៉ូដ្យូមខាងក្រោម ($L=Ph_3P$)។



(16é) (18é)

ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម របស់ Rh = +1 **ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម របស់ Rh = +3**

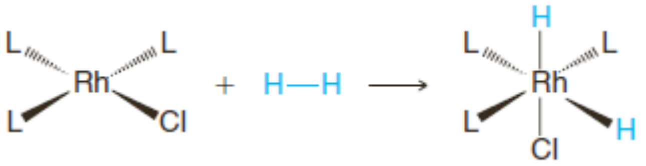
ប្រតិកម្មបណ្តាច់រេដុកម្មជាប្រតិកម្មច្រាសនៃប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្ម។ ជាមួយមូលដ្ឋានគ្រឹះ នេះ យើងអាចសិក្សាអំពីចលនការនៃការអនុវត្តពីរបស់កំផ្លិចលោហៈឆ្លងក្នុងការសំយោគសរីរាង្គ។

៤. ចលនការប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មស្មើសាច់៖ កាតាលីករ Wilkinson

ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីករដែលយើងបានសិក្សាក្នុងជំពូកមុន ជាដំណើរការកាតាលីករមិនស្មើសាច់។ ផាសពីរត្រូវបានពាក់ព័ន្ធ៖ ផាសរឹងរបស់កាតាលីករ (Pt, Pd, Ni, ។ល។) ដែលស្រូបអ៊ីដ្រូសែន និងផាសរាវនៃសូលុយស្យុង ដែលមានសមាសធាតុមិនឆ្អែត។ ក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មស្មើសាច់ដោយប្រើកំផ្លិចលោហៈឆ្លងដូចជា $Rh[(C_6H_5)_3P]_3Cl$ (កាតាលីករWilkinson) ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកើតឡើងក្នុងផាសតែមួយ គឺថាក្នុងសូលុយស្យុង។

នៅពេលកាតាលីករWilkinson ត្រូវបានប្រើដើម្បីធ្វើប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មនៃអាល់សែនមួយ ដំណាក់កាលខាងក្រោមកើតឡើង ($L=Ph_3P$)។

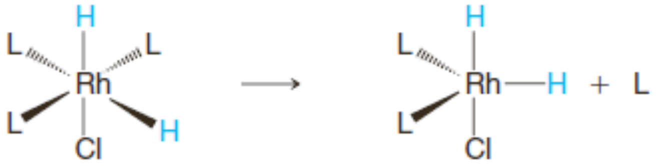
ដំណាក់កាលទី១



ប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្ម

១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

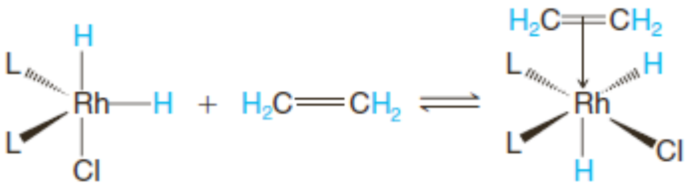
ដំណាក់កាលទី២



ប្រតិកម្មបណ្តាច់រេដុកម្ម

១៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

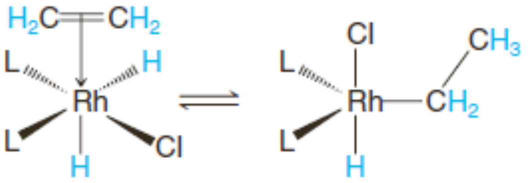
ដំណាក់កាលទី៣



ប្រតិកម្មបំបែកលីហ្កង់

១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

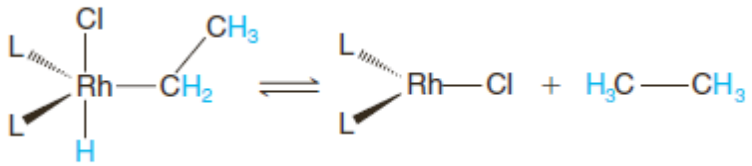
ដំណាក់កាលទី៤



ប្រតិកម្មបញ្ចូលលីហ្កង់

១៨អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

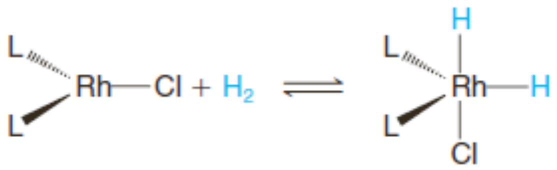
ដំណាក់កាលទី៥



ប្រតិកម្មបណ្តាច់រេដុកម្ម

១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៤អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

ដំណាក់កាលទី៦

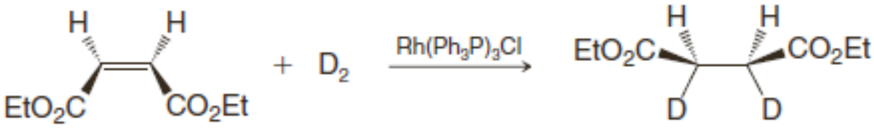


ប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្ម

១៤អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ ១៦អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់

ដំណាក់កាលទី៦បង្កើតឡើងវិញនូវកំផ្លិចរ៉ូដ្យូមចងអ៊ីដ្រូសែន ហើយប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលអាល់សែនមួយផ្សេងទៀតចាប់ផ្ដើមនៅដំណាក់កាលទី៣។

ដោយសារតែដំណាក់កាលទី៤ ប្រតិកម្មបញ្ចូលលីហ្គង់ និងដំណាក់កាលទី៥ ប្រតិកម្មបណ្ដាច់រេដុកម្មជាប្រតិកម្មស្តេរ៉េអូជាក់លាក់ លទ្ធផលសរុបនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មដោយប្រើកាតាលីករWilkinsonជាប្រតិកម្មបូកស៊ិននៃអ៊ីដ្រូសែនលើអាល់សែន។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោម (D_2ជំនួសឱ្យH_2) បង្ហាញទិដ្ឋភាពនេះ។



ស៊ីស-អាល់សែន **សមាសធាតុមេសូ**

(ឌីអេទីលម៉ាឡេអាត)

លំហាត់អនុវត្តន៍២៧.១១៖ តើផលិតផលអ្វីមួយ ឬច្រើន ដែលអាចកកើត បើសិនត្រង់ស្យ-អាល់សែនដែលត្រូវគ្នាជាមួយនឹងស៊ីស-អាល់សែនខាងលើរងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មដោយ D_2 និងកាតាលីករ Wilkinson ?

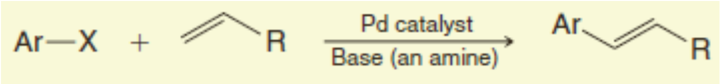
៩. ចលនការសម្រាប់ឧទាហរណ៍មួយនៃប្រតិកម្មបង្កំគូខ្វែង៖ ប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki

ដោយបានឃើញដំណាក់កាលប្រតិកម្មបូកអុកស៊ីតកម្ម ប្រតិកម្មបញ្ចូល និងប្រតិកម្មបណ្ដាច់រេដុកម្មក្នុងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្មកាតាលីករលោហៈឆ្លងដោយប្រើកាតាលីករWilkinson ឥឡូវនេះយើងអាចឃើញពីប្រភេទនៃចលនការដូចគ្នាទាំងនេះត្រូវបានទាក់ទងនឹងចលនការមួយរបស់ប្រតិកម្មHeck-Mizoroki។

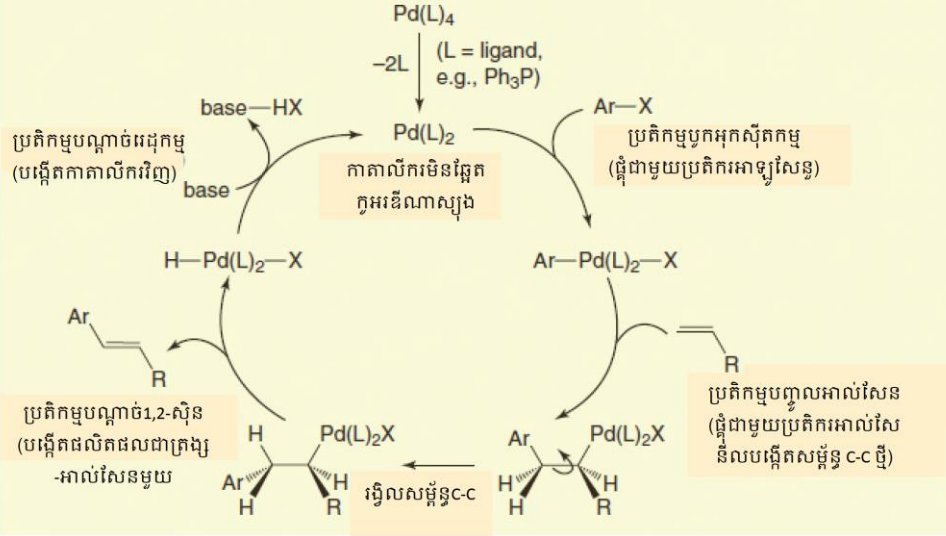
ទិដ្ឋភាពនៃចលនការប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki ស្រដៀងគ្នាទៅនឹងដំណាក់កាលរបស់ប្រតិកម្មបង្កំគូខ្វែងផ្សេងទៀតផងដែរ ទោះបីមានភាពខុសគ្នា និងដំណាក់កាលជាច្រើនដែលជាក់លាក់សម្រាប់ខ្លួនវានីមួយៗ ហើយមិនមែនដំណាក់កាលទាំងអស់ខាងក្រោមត្រូវបានពាក់ព័ន្ធ ឬបម្រើគោលបំណងដូចគ្នាក្នុងប្រតិកម្មបង្កំខ្វែងផ្សេងទៀត ទេ។

- ***ចលនការប្រតិកម្ម Heck-Mizoroki ដោយប្រើអង្គធាតុមេប្រតិករអេរីលអាឡូសែន្ទ***

ប្រតិកម្មទូទៅ៖



ចលនការប្រតិកម្ម៖



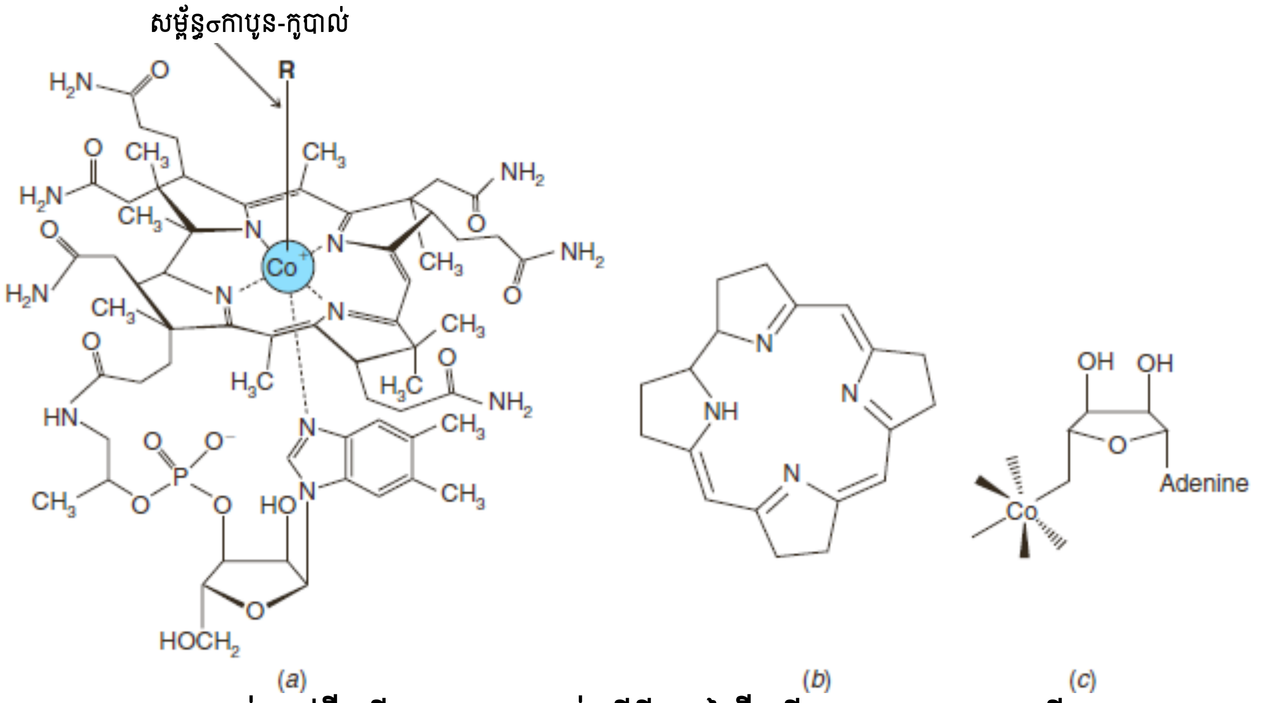
១០. វីតាមីន B_{12}៖ ជីវម៉ូលេគុលលោហៈឆ្លងមួយ

វីតាមីនB_{12}ត្រូវបានរកឃើញក្នុងឆ្នាំ១៩២៦ និងត្រូវបានញែកចេញពីថ្លើមក្នុងឆ្នាំ១៩៤៨។ ទម្រង់វិមាត្របីពេញលេញរបស់វីតាមីន B_{12} (រូបG.2a) ត្រូវបានបង្ហាញច្បាស់ក្នុងឆ្នាំ១៩៥៦ តាមការសិក្សាដោយកាំរស្មី-X ដោយ Dorothy Hodgkin (រង្វាន់ណូបែលឆ្នាំ១៩៦៤) និងក្នុងឆ្នាំ១៩៧២ ការសំយោគម៉ូលេគុលនេះត្រូវបានធ្វើឡើងដោយ R. B. Woodward (សាកលវិទ្យាល័យ Harvard) និង A. Eschenmoser (វិទ្យាស្ថានបច្ចេកទេសស្វីស) ការសំយោគនេះចំណាយពេល១១ឆ្នាំ ហើយទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មច្រើនជាង៩០។ គម្រោងនេះត្រូវការសហការី ច្រើនជាង១០០នាក់។

វីតាមីនB_{12}ជាជីវម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធកាបូន-លោហៈ។ ក្នុងទម្រង់ស្តេរភាពវីតាមីននេះលើទីផ្សារ ក្រុមស្យាណូចងសម្ព័ន្ធជាមួយកូបាល់ ហើយកូបាល់មានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើ +3។ ផ្នែកកណ្តាលនៃម៉ូលេគុល វីតាមីនB_{12} ជាឯកតាវង់វង់កូរីនមួយ ដែលមានអាតូមអាសូតមួចងសម្ព័ន្ធកូអរឌីណាស្យុងជាមួយកូបាល់។ លីហ្កង់ទី៦ (ខាងក្រោមវង់កូរីនក្នុងរូបG.2a) ជាអាសូតនៃក្រុមអេតេរ៉ូស៊ីគ្លិចដែលបានពី 5,6-ឌីមេទីលបង់ស៊ីមីដាស៊ុល។

កូបាល់របស់វីតាមីនB_{12} អាចរងរេដុកម្មទៅជាចំនួនអុកស៊ីតកម្ម +2 ឬ +1 ។ នៅពេលកូបាល់មានចំនួន អុកស៊ីតកម្ម+1 វីតាមីនB_{12} (ហៅថា B_{12s}) ក្លាយជានុយក្លេអូភីលមួយខ្លាំងជាងមេតាណុល 10^{14}ដង។

មានអំពើជានុយក្លេអូភីល វីតាមីនB_{12}មានប្រតិកម្មជាមួយអាដេនីនទ្រីផូស្វាតបង្កើតទម្រង់សកម្មជីវសាស្ត្រនៃវីតាមីន (រូបG.2c)។



រូបG.2 (a) ទម្រង់របស់វីតាមីន B_{12} ក្នុងទម្រង់លើទីផ្សារនៃវីតាមីន (ស្យាណូកូបាឡាមីន), R = CN

(b) ប្រព័ន្ធវង់កូរីន

(c) ក្នុងទម្រង់សកម្មជីវសាស្ត្ររបស់វីតាមីន (5′-ដេអុកស៊ីអាដេណូស៊ីលកាបាល់មីន)អាតូមកាបូន5′ នៃ 5′-ដេអុកស៊ីអាដេណូស៊ីនចងសម្ព័ន្ធកូអរឌីណាស្យុងទៅអាតូមកូបាល់

&&&&&&&

តារាងតម្លៃpK_a
របស់អាស៊ីត-បាស

កម្លាំងអាស៊ីតមួយចំនួន និងបាសឆ្លាស់របស់វា

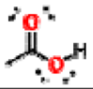
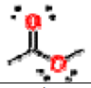
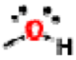
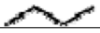
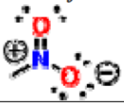
អាស៊ីតខ្លាំងបំផុត — បាសខ្សោយបំផុត

កម្លាំងអាស៊ីតកើន ↑ — កម្លាំងបាសកើន ↓

អាស៊ីត	pK_a	បាសឆ្លាស់
$HSbF_6$	< -12	SbF_6^-
HI	-10	I^-
H_2SO_4	-9	HSO_4^-
HBr	-9	Br^-
HCl	-7	Cl^-
$C_6H_5SO_3H$	-6.5	$C_6H_5SO_3^-$
$(CH_3)_2\overset{+}{O}H$	-3.8	$(CH_3)_2O$
$(CH_3)_2C{=}\overset{+}{O}H$	-2.9	$(CH_3)_2C{=}O$
$CH_3\overset{+}{O}H_2$	-2.5	CH_3OH
H_3O^+	-1.74	H_2O
HNO_3	-1.4	NO_3^-
CF_3CO_2H	0.18	$CF_3CO_2^-$
HF	3.2	F^-
$C_6H_5CO_2H$	4.21	$C_6H_5CO_2^-$
$C_6H_5NH_3^+$	4.63	$C_6H_5NH_2$
CH_3CO_2H	4.75	$CH_3CO_2^-$
H_2CO_3	6.35	HCO_3^-
$CH_3COCH_2COCH_3$	9.0	$CH_3CO\overset{-}{C}HCOCH_3$
NH_4^+	9.2	NH_3
C_6H_5OH	9.9	$C_6H_5O^-$
HCO_3^-	10.2	CO_3^{2-}
$CH_3NH_3^+$	10.6	CH_3NH_2
H_2O	15.7	HO^-
CH_3CH_2OH	16	$CH_3CH_2O^-$
$(CH_3)_3COH$	18	$(CH_3)_3CO^-$
CH_3COCH_3	19.2	$^-CH_2COCH_3$
$HC{\equiv}CH$	25	$HC{\equiv}C^-$
$C_6H_5NH_2$	31	$C_6H_5NH^-$
H_2	35	H^-
$(i\text{-}Pr)_2NH$	36	$(i\text{-}Pr)_2N^-$
NH_3	38	$^-NH_2$
$CH_2{=}CH_2$	44	$CH_2{=}CH^-$
CH_3CH_3	50	$CH_3CH_2^-$

អាស៊ីតខ្សោយបំផុត — បាសខ្លាំងបំផុត

តារាងបង្គុំនាទីសរីរាង្គ

	ក្រុម	បុព្វបទ	បច្ច័យបទ	ឧទាហរណ៍
ឧត្តមភាពបំផុត	អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច 	កាបុកស៊ី-	-អាស៊ីត ...កាបុកស៊ីលិច - អាស៊ីត.............អូអ៊ិច	អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច
	អេស្ទែរ 	(R)-អុកស៊ីកាបូនីល	.....អូអាត	មេទីលអេតាណូអាត
	អាស៊ីតក្លរួ	អាឡូកាបូនីល	......អូអ៊ីលអាឡូសែនួ	អេតាណូអ៊ីលក្លរួ
	អាមីត	កាបាម៉ូអ៊ីល	......កាបុកសាមីត ......អាមីត	អេតាណាមីត
	នីទ្រីល	ស្យាណូ	......នីទ្រីល	អេតាណូនីទ្រីល
	អាល់ដេអ៊ីត	ផរមីល	.......អាល់ ....កាបាល់ដេអ៊ីត	អេតាណាល់
	សេតូន	អុកសូ	.......អូន	ប្រូប៉ាណូន
	អាល់កុល 	អ៊ីដ្រុកស៊ីល	.........អុល	អេតាណុល
	ត្យូល	.មែកាប់តូ	.........ត្យូល	មេតានត្យូល
	អាមីន	អាមីណូ	..........អាមីន	មេទីលអាមីន
	អាល់សែន	អាល់សែនីល	............អែន	ប្រូប៉ែន
	អាល់ស៊ីន	អាល់សែនីល	............អ៊ីន	ប៊ុយទីន
បង្គុំនាទីផ្សេងៗ នៅក្រោមអាល់កាន បញ្ចប់ដោយ អាន	អាល់កាន 	អាល់គីល	............អាន	អេតាន
	អេទែរ	អាល់កុកស៊ី	............អាន	មេតុកស៊ីតមេតាន
	អាល់គីលអាឡូសែនួ -F, -Cl, -Br, -I	អាឡូ	............អាន	ប្រូម៉ូប៊ុយតាន
	នីត្រូ 	នីត្រូ	..........អាន	នីត្រូអេតាន

តារាងសម្រួបស្បិច IR
របស់បង្គុំនាទីសំខាន់ៗ

សម្រួបកាំរស្មីអាំងប្រាក្រហមនៃក្រុមបង្គុំនាទីសំខាន់ៗ		
ក្រុម	**ចន្លោះប្រេងកង់ (cm^{-1})**	**អាំងតង់ស៊ីតេ**
A. ក្រុមអាល់គីល		
C – H (ទាញ)	2853 – 2962	មធ្យម - ខ្លាំង
អ៊ីសូប្រូពីល - $CH(CH_3)_2$	1380 – 1385	ខ្លាំង
	និង 1365 – 1385	ខ្លាំង
ទែប៊ុយទីល - $C(CH_3)_3$	1385 – 1395	មធ្យម
	និង ~1365	ខ្លាំង
B. ក្រុមអាសែនីល		
C – H (ទាញ)	3010 – 3095	មធ្យម
C = C (ទាញ)	1620 – 1680	ប្រែប្រួល
$R-CH=CH_2$ (ក្រៅប្លង់ C – H)	985 - 100	ខ្លាំង
	និង 905 – 920	ខ្លាំង
$R_2C=CH_2$ (ក្រៅប្លង់ C – H)	880 – 900	ខ្លាំង
cis-RCH = CHR (ក្រៅប្លង់ C – H)	675 – 730	ខ្លាំង
trans-RCH = CHR	760 - 975	ខ្លាំង
C. ក្រុមអាសែនីល		
≡ C – H (ទាញ)	~3300	ខ្លាំង
C ≡ C (ទាញ)	2100 - 2260	ប្រែប្រួល
D. អារ៉ូម៉ាទិច		
Ar – H (ទាញ)	~3030	ប្រែប្រួល
C = C (ទាញ)	1450 – 1600	មធ្យម
ប្រភេទក្រុមជួសអារ៉ូម៉ាទិច		
(C – H បត់ក្រៅប្លង់)		
ម៉ូណូជំនួស	690 – 710	ខ្លាំងណាស់
	និង 730 – 770	ខ្លាំងណាស់
o-ឌីជំនួស	735 – 770	ខ្លាំង
m-ឌីជំនួស	680 – 725	ខ្លាំង

p- ឌីជំនួស	និង 750 – 810 800 - 860	ខ្លាំងណាស់ ខ្លាំងណាស់
E. អាល់កុល ផេណុល និងអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច O – H (ទាញ) អាល់កុល , ផេណុល (សូលុយស្យុងរាវ) អាល់កុល , ផេណុល (ចងសម្ព័ន្ធជាមួយH) អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច(ចងសម្ព័ន្ធជាមួយH)	 3590 – 3650 3200 – 3550 2500 - 3000	 ស្រួច ប្រែប្រួល ធំ ខ្លាំង ធំ ប្រែប្រួល
F. អេទែរ, អាល់កុល និងអេស្ទែរ C – O (ទាញ)	 1020 – 1275	 ខ្លាំង
G. អាល់ដេអ៊ីត សេតូន អេស្ទែរ អាមីត អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច C – O (ទាញ) អាល់ដេអ៊ីត សេតូន អេស្ទែរ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាមីត	 1630 -1780 1690 – 1740 1680 – 1750 1735 – 1750 1710 – 1780 1630 - 1690	 ខ្លាំង ខ្លាំង ខ្លាំង ខ្លាំង ខ្លាំង ខ្លាំង
H. អាមីន N – H (ទាញ)	 3300 – 3500	 មធ្យម
I. នីទ្រីល C ≡ N	 2220 - 2260	 មធ្យម

ឯកសារយោង

1. *Organic Chemistry*, Graham Solomon, Graig Fryhle, Scott Snyder, © 2014, 11th Edition, John Willey & Sons, INC.
2. ORGANIC CHEMISTRY, Jonathan **Clayden**, Nick **Greevs,** Stuart **Warren,** Peter **Wothers, Copyrighted materials.**
3. Fundamentals of General, Organic and Biological Chemistry, John McMurry, David S. Ballantine, Carl A. Hoeger, Virginia E. Peterson, 7th Edition, © 2013, PERSON.

មហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រ
ដេប៉ាតឺម៉ង់ គីមី

តារាងខួបនៃធាតុគីមី

Periodic table of elements

ខួប →

ក្រុ ↓

- លោហៈ:
- អលោហៈ:
- អំផូទែ
- លោហៈឆ្លង

Key (1 1.008 / H 1s[1] / 2.1 1,312 / អ៊ីដ្រូហ្សែន):
- លេខអាតូម → 1
- ម៉ាសអាតូមិច → 1.008
- និមិត្តសញ្ញា → H
- ទម្រង់អេឡិចត្រូនិចស្រទាប់ក្រៅ → $1s^1$
- កម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន → 2.1
- ថាមពលអ៊ីយ៉ុងកម្មទី១ → 1,312
- ឈ្មោះ → អ៊ីដ្រូហ្សែន

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
IA																	VIIIA
1 1.008 **H** $1s^1$ 2.1 1.312 អ៊ីដ្រូហ្សែន	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 4.00 **He** $1s^2$ - 2,372.8 អេល្យូម
3 6.941 **Li** $2s^1$ 0.97 520 លីចូម	4 9.012 **Be** $2s^2$ 1.47 899 បេរីល្យូម											5 10.81 **B** $2s^22p^1$ 2.01 800.4 បរ	6 12.01 **C** $2s^22p^2$ 2.50 1,086 កាបូន	7 14.01 **N** $2s^22p^3$ 3.07 1,402.3 អាហ្សូត	8 16.00 **O** $2s^22p^4$ 3.50 1,314 អុកស៊ីហ្សែន	9 19.00 **F** $2s^22p^5$ 4.10 1,681 ភ្លុយអ័រ	10 20.18 **Ne** $2s^22p^6$ - 2,080.6 នេអុង
11 22.99 **Na** $3s^1$ 1.01 495.8 សូដ្យូម	12 24.30 **Mg** $3s^2$ 1.23 737.8 ម៉ាញេស្យូម	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	13 26.98 **Al** $3s^23p^1$ 1.47 577.8 អាលុយមីញ៉ូម	14 28.09 **Si** $3s^23p^2$ 1.74 786.5 ស៊ីលីស្យូម	15 30.97 **P** $3s^23p^3$ 2.06 1,011.7 ផូស្វ័រ	16 32.06 **S** $3s^23p^4$ 2.44 999.6 ស្ពាន់ធ័រ	17 35.45 **Cl** $3s^23p^5$ 2.83 1,251.1 ក្លរ	18 39.95 **Ar** $3s^23p^6$ - 1,520.5 អាកុង
19 39.09 **K** $4s^1$ 0.91 418.8 ប៉ូតាស្យូម	20 40.07 **Ca** $4s^2$ 1.04 899 កាល់ស្យូម	21 44.96 **Sc** $4s^23d^1$ 1.20 631 ស្កង់ដ្យូម	22 47.87 **Ti** $4s^23d^2$ 13.2 658 ទីតាន	23 50.94 **V** $4s^23d^3$ 1.45 650 វ៉ាណាដ្យូម	24 51.99 **Cr** $4s^13d^5$ 1.56 652.8 ក្រូម	25 54.938 **Mn** $4s^23d^5$ 1.60 717.4 ម៉ង់កាណែស	26 55.85 **Fe** $4s^23d^6$ 1.64 759.3 ដែក	27 58.93 **Co** $4s^23d^7$ 1.70 758 កូបាល់	28 58.69 **Ni** $4s^23d^8$ 1.75 735.7 នីកែល	29 63.55 **Cu** $4s^13d^{10}$ 1.75 745.5 ទង់ដែង	30 65.39 **Zn** $4s^23d^{10}$ 1.60 906.4 សង្កសី	31 69.72 **Ga** $4s^24p^1$ 1.82 589.8 ហ្គាល់ល្យូម	32 72.64 **Ge** $4s^24p^2$ 2.02 762.1 ហ្សេម៉ានីញ៉ូម	33 75.92 **As** $4s^24p^3$ 2.20 947 អាសេនិច	34 78.96 **Se** $4s^24p^4$ 2.48 940 សេលេញ៉ូម	35 79.90 **Br** $4s^24p^5$ 2.74 1.139.9 ប្រូម	36 83.80 Kr $4s^24p^6$ - 1,350.7 គ្រីបតុង
37 85.47 **Rb** $5s^1$ 0.89 403.0 រុយប៊ីដ្យូម	38 87.62 **Sr** $5s^2$ 0.99 549.5 ស្ត្រង់ស្យូម	39 88.90 **Y** $5s^24d^1$ 1.11 616 អ៊ីទ្រីយ៉ូម	40 91.22 **Zr** $5s^24d^2$ 1.22 660 សៀកូញ៉ូម	41 92.90 **Nb** $5s^24d^3$ 1.23 664 ញ៉ូប្យូម	42 95.94 **Mo** $5s^14d^5$ 1.30 684.9 ម៉ូលីបដែន	43 97.91 **Tc** $5s^24d^5$ 1.36 702 តិចនេចូម	44 101.07 **Ru** $5s^24d^6$ 1.42 711 រ៉ុយតេញ៉ូម	45 102.91 **Rh** $5s^24d^7$ 1.45 720 រ៉ូដ្យូម	46 106.42 **Pd** $5s^04d^{10}$ 1.35 805 ប៉ាឡាដ្យូម	47 107.87 **Ag** $5s^14d^{10}$ 1.42 731.0 ប្រាក់	48 112.41 **Cd** $5s^24d^{10}$ 1.46 867.7 កាត់ម៉្យូម	49 114.82 **In** $5s^25p^1$ 1.49 558.3 អាំងដ្យូម	50 118.7 **Sn** $5s^25p^2$ 1.72 708.6 សំណប៉ាហាំង	51 121.76 **Sb** $5s^25p^3$ 1.82 833.7 អង់ទីម័ន	52 127.6 **Te** $5s^25p^4$ 2.01 869.2 តែលួ	53 126.90 **I** $5s^25p^5$ 2.21 1,008.4 អ៊ីយ៉ូដ	54 131.29 **Xe** $5s^25p^6$ - 1.170.4 សេណុង
55 132.9 **Cs** $6s^1$ 0.86 375.7 សេស្យូម	56 137.3 **Ba** $6s^2$ 0.97 502.9 បារ្យូម	71 174.97 **Lu** $6s^25d^1$ 1.14 631 លុយតេត្យូម	72 178.49 **Hf** $6s^25d^2$ 1.23 675 ហាប់ញ៉ូម	73 180.95 **Ta** $6s^25d^3$ 1.33 761 តង់តាល្យូម	74 183.84 **W** $6s^25d^4$ 1.40 770 តង់ស្តែន	75 186.21 **Re** $6s^25d^5$ 1.46 760 រ៉េនីញ៉ូម	76 190.2 **Os** $6s^25d^6$ 1.52 839 អូសម៉្យូម	77 192.22 **Ir** $6s^25d^7$ 1.55 878 អ៊ីរីដ្យូម	78 195.08 **Pt** $6s^15d^9$ 1.44 868 ប្លាទីន	79 196.97 **Au** $6s^15d^{10}$ 1.42 890.1 មាស	80 200.59 **Hg** $6s^25d^{10}$ 1.44 1,007 បារ៉ត	81 204.38 **Tl** $5s^25p^1$ 1.44 589.3 តាល់ល្យូម	82 207.2 **Pb** $6s^26p^2$ 1.55 715.5 សំណ	83 208.98 **Bi** $6s^26p^3$ 1.67 703.3 ប៊ីស្មុត	84 (209) **Po** $6s^26p^4$ 1.67 812 ប៉ូឡូញ៉ូម	85 (210) **At** $6s^26p^5$ 1.96 703.3 អាស្តាត	86 (226) **Rn** $6s^26p^6$ - 1,037.1 រ៉ាដុង
87 (223.0) **Fr** $7s^1$ 0.86 400 ហ្វ្រង់ចូម	88 (226.0.2) **Ra** $7s^2$ 1.47 899 រ៉ាដ្យូម	103 (262.11) **Lr** $7s^26d^1$ ~1.2 - ឡូរ៉ង់ស្យូម	104 (261.11) **Rf** $7s^26d^2$ - - រ៉ូធើហ្វតដ្យូម	105 (262.11) **Db** $7s^26d^3$ - - ដូបញ៉ូម	106 (263.12) **Sg** $7s^26d^4$ - - សេបូស្យូម	107 (262.12) **Bh** $7s^25d^5$ - - បូរ្យូម	108 (265) **Hs** $7s^26d^6$ - - ហាសស្យូម	109 (266) **Mt** $7s^26d^7$ - - មីតនេរ្យូម	110 (271) **Ds** $7s^26d^8$ - - ដាមស្តាត	111 (272) **Rg** $7s^26d^9$ - - រ្យអេនសែន	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh		
Alkaline	Alkaline earth														Chalcogens	Halogen	Noble gas

Block-s

Block-d

Block-p

Block-f

Lanthanides

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
57 138.91 **La** $6s^25d^1$ 1.08 538.1 ឡង់តានញ៉ូម	58 114.12 **Ce** $6s^24f^15d^1$ 1.06 528 សេរ្យូម	59 140.91 **Pr** $6s^24f^3$ 1.07 523 ប្រាសេអូឌីម៉្យូម	60 144.24 **Nd** $6s^24f^4$ 1.07 530 នេអូឌីម៉្យូម	61 (145) **Pm** $6s^24f^5$ 1.07 535 ប្រូមេត្យូម	62 150.36 **Sm** $6s^24f^6$ 1.07 543 សាម៉ារ្យូម	63 151.96 **Eu** $6s^24f^7$ 1.01 547 អឺរ៉ូពីញ៉ូម	64 157.25 **Gd** $6s^24f^75d^1$ 1.11 592 ហ្គាដូលីញ៉ូម	65 158.93 **Tb** $6s^24f^9$ 1.10 564 តែប្យូម	66 162.50 **Dy** $6s^24f^{10}$ 1.10 572 ឌីសប្រូស្យូម	67 164.93 **Ho** $6s^24f^{11}$ 1.10 581 អូលម៉្យូម	68 167.26 **Er** $6s^24f^{12}$ 1.11 589 អែប្យូម	69 168.93 **Tm** $6s^24f^{13}$ 1.11 596 ធុយល្យូម	70 173.04 **Yb** $6s^24f^{14}$ 1.06 603.4 អ៊ីតទែប្យូម

Actinides

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
89 (227) **Ac** $7s^26d^1$ 1.00 666 អាក់ទីញ៉ូម	90 232.04 **Th** $7s^26d^2$ 1.11 590 ថូរ្យូម	91 231.04 **Pa** $7s^25f^26d^1$ 1.14 570 ប្រូតាទីញ៉ូម	92 238.03 **U** $7s^25f^36d^1$ 1.22 590 អ៊ុយរ៉ាញ៉ូម	93 (237) **Np** $6s^25f^46d^1$ 1.22 600 ណាប់តូញ៉ូម	94 (244) **Pu** $7s^25f^6$ 1.22 585 ភ្លូតូនីញ៉ូម	95 (243) **Am** $7s^25f^7$ ~1.22 578 អាមេរីស្យូម	96 (247) **Cm** $6s^25f^76d^1$ ~1.22 581 គុយរ្យូម	97 (247) **Bk** $7s^25f^9$ ~1.22 601 បែកេល្យូម	98 (251) **Cf** $7s^25f^{10}$ ~1.22 608 កាលីហ្វ័ញ៉ូម	99 (252) **Es** $7s^25f^{11}$ ~1.22 619 អាំងស្តាញ៉ូម	100 (257) **Fm** $7s^25f^{12}$ ~1.22 627 ហ្វែម៉្យូម	101 (258) **Md** $7s^25f^{13}$ ~1.22 635 ម៉ិនដេលេវីយ៉ូម	102 (262) **No** $7s^25f^{14}$ ~1.22 642 ណូបេល្យូម

សំគាល់៖ ម៉ាសអាតូមិចស្រង់ក្នុងតារាង ជាតម្លៃលេខជាក់លាក់ដែលភាគច្រើនបានពីភាគសំណាកធម្មជាតិ។ កម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុគីមី ត្រូវបានយកតម្លៃតាមការគណនាដោយប្រើរូបមន្ត Allred-Rochow ថាមពលអ៊ីយ៉ុងកម្មទី1សម្រង់ចេញពី: C.E. Moore. Ionization potentials and limits derived from the analyses of optical spectra, NSRDS-NBS34, National bureau of Standards, Washington, DC, 1970. W.C. martin, L. Hagan, J. Reador and J. Sugar, J, Phys. Chem. Ref. Data, 1974(3-771) and J. Sugar, J. Opt, Soc. Am, 1975(65-1366)

រៀបរៀងដោយ: លោកសាស្ត្រាចារ្យ គុជ ហ៊ីត