ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា

ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

ការអនុវត្តវិធីបង្រៀនតាមទ្រឹស្តីប្លូម និងវិធីបង្រៀនតាមការបញ្ជ្រាបការអប់រំ សម្រាប់ការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយនិរន្តរភាព

លើមុខវិជ្ជា គីមីវិទ្យា

ការប្រើប្រាស់ថវិកាដោយគម្រោងអភិវឌ្ឍន៍
វិស័យអប់រំមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ(USESDP)

ឆ្នាំ២០២០

មុខកថា

ទស្សនវិស័យអប់រំនាសតវត្សរ៍ទី២១ បាននាំមកនូវវឌ្ឍនភាពទាំងផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកវិទ្យាឌីជីថល ដែលជាមូលដ្ឋានគ្រឹះក្នុងការអភិវឌ្ឍសង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច។ ឆ្លើយតបទៅនឹងទស្សនៈខាងលើនេះ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានយកចិត្តទុកដាក់លើការបណ្តុះបណ្តាល និងការអភិវឌ្ឍធនធានមនុស្សប្រកបដោយចីរភាព ដោយដាក់ចេញនូវគោលដៅជាអាទិភាព សម្រាប់ការធ្វើកំណែទម្រង់វិស័យអប់រំ ឈរលើសសរស្តម្ភចំនួន៥ រួមមាន៖ (១)ការអនុវត្តគោលនយោបាយគ្រូបង្រៀន (២)ការវាយតម្លៃ (៣)ការងារអធិការកិច្ច (៤)កម្មវិធីសិក្សា និងបរិស្ថានសិក្សា និង (៥)ឧត្តមសិក្សា។ ការធ្វើកំណែទម្រង់គ្រូបង្រៀន និងកម្មវិធីសិក្សា គឺដើម្បីធានាឱ្យកម្ពុជាមានការអប់រំប្រកបដោយគុណភាព មានធនធានមនុស្សប្រកបដោយសមត្ថភាពវិជ្ជាជីវៈ និងដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការទីផ្សារពលកម្ម។

ទ្រឹស្តីនៃការរៀននិងបង្រៀន វិធីសាស្ត្របង្រៀន វិធីបង្រៀន និងយុទ្ធវិធីបង្រៀនល្អៗ សម្រាប់លើកកម្ពស់ឧត្តមភាពគ្រូបង្រៀន និងគុណភាពនៃការសិក្សា ត្រូវបានរៀបចំឡើងទៅតាមទស្សនៈ និងចក្ខុវិស័យថ្មីៗ ដោយបានធ្វើការសំយោគចំណេះដឹងពីទ្រឹស្តីអប់រំបែបស្ថាបនានិយម កម្រិតគិតរបស់ប្លូមតាក់សូណូមី និងវិធីសាស្ត្របង្រៀនបច្ចុប្បន្នរបស់ប្រទេសមួយចំនួនក្នុងតំបន់ និងសាកលលោក ដើម្បីឱ្យសិស្សានុសិស្សទទួលបានវិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា និងកាយសម្បទា។

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា សង្ឃឹមថាគ្រប់ស្ថាប័នពាក់ព័ន្ធទាំងអស់ នឹងចូលរួមគាំទ្រអនុវត្តវិធីសាស្ត្របង្រៀនទាំងអស់នេះ ដើម្បីពង្រឹងសក្តានុពលរបស់គ្រូបង្រៀនគ្រប់កម្រិតសិក្សា និងអភិវឌ្ឍជំនាញវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀនឱ្យកាន់តែបានល្អប្រសើរឡើង។

ក្រសួង សូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅ និងកោតសរសើរចំពោះគណៈកម្មការអភិវឌ្ឍវិធីសាស្ត្របង្រៀន គ្រូឧទ្ទេស និងលោកគ្រូ-អ្នកគ្រូ ដែលបានខិតខំប្រឹងប្រែងយកអស់កម្លាំងកាយចិត្ត និងប្រាជ្ញា ធ្វើឱ្យស្នាដៃដ៏មានសារៈសំខាន់នេះសម្រេចបាន ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់សង្គមជាតិយើង។

ថ្ងៃ [illegible] ខែ [illegible] ឆ្នាំជូត ទោស័ក ព.ស. ២៥៦៤

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ១៤ ខែ ធ្នូ ឆ្នាំ២០២០

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ ហង់ជួន ណារ៉ុន

អារម្ភកថា

សាកលភាវូបនីយកម្មលើវិស័យសេដ្ឋកិច្ច បច្ចេកវិទ្យានយោបាយ និងវិទ្យាសាស្ត្របានធ្វើឱ្យពិភពលោក កាន់តែមានការប្រកួតប្រជែងគ្នា ហើយពេលខ្លះក៏សហការគ្នាដើម្បីឈានទៅសម្រេចគោលដៅអភិវឌ្ឍសហស្សវត្សរ៍ និងអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាព។ ស្របតាមកំណែទម្រង់ស៊ីជម្រៅក្នុងវិស័យអប់រំជាមួយការអភិវឌ្ឍន៍ ធនធានមនុស្សប្រកបដោយ វិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា និងកាយសម្បទាជាកត្តា កំណត់ ជោគជ័យនៃការអភិវឌ្ឍន៍លើចំណេះដឹងរបស់សិស្សឱ្យមានការរីកចម្រើនជាលំដាប់ ។ ដោយយោងលើបញ្ហានេះ ទើបក្រុមគ្រូឧទ្ទេសមុខវិជ្ជាគីមីវិទ្យាដែលជាគ្រូបង្គោលថ្នាក់ជាតិ និងលោកគ្រូ អ្នកគ្រូនៃសាលារៀនជំនាន់ថ្មីបាន សម្រេចលើកយកខ្លឹមសារនៅក្នុងឯកសារនេះបង្ហាញកម្រិតនៃការសិក្សាតាមបែប Bloom (Bloom's Taxonomy) និងការបង្រៀនដោយបញ្ជ្រាបការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព ដោយរួមបញ្ចូលសំណួរកម្រិតទាំងប្រាំមួយរបស់ Bloom ដែលជាគន្លឹះសំខាន់នាំសិស្សឱ្យមានការគិតកម្រិតខ្ពស់ ព្រមទាំង គំរូកិច្ចតែងការដែលបញ្ចូលសំណួរទាំងប្រាំមួយកម្រិតរបស់ Bloom និងការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាពដែល គិតទៅលើមុំទាំងបីនៃការអភិវឌ្ឍន៍គឺ សង្គម សេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន ដើម្បីជាជំនួយស្មារតីដល់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ ដែលជាគ្រូឧទ្ទេសថ្នាក់ជាតិ ទូទាំងប្រទេស ២៥០នាក់ យកទៅអនុវត្តតាមស្ថានភាពជាក់ស្តែងនៃខ្លឹមសារមេរៀនឬភាពបត់បែនរបស់គ្រូបង្រៀនដើម្បីសម្រេចបានការបង្រៀននិងរៀន។

យើងខ្ញុំសង្ឃឹមថា សៀវភៅនេះនឹងផ្តល់ប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើនដល់គ្រូបង្រៀន ក្នុងការបណ្តុះគំនិតការពង្រីកព្រំដែននៃវិទ្យាសាស្ត្រ និងវិធីសាស្ត្របង្រៀនដើម្បីឱ្យការធ្វើមេរៀនសម្រាប់បង្រៀនកាន់តែមានលក្ខណៈ សកម្មនៅក្នុងថ្នាក់រៀន។

យើងខ្ញុំជឿជាក់ថាឯកសារនេះនៅមានចំណុចខ្វះចន្លោះដោយចៀសមិនផុតឡើយ។ យើងខ្ញុំសង្ឃឹមថា លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ មិត្តអ្នកអានគ្រប់មជ្ឈដ្ឋាន នឹងជួយផ្តល់មតិយោបល់បំពេញបន្ថែមក្នុងន័យស្ថាបនានូវរាល់កង្វះខាតទាំងឡាយដែលនឹងអាចកើតមានឡើងទាំងលើខ្លឹមសារ និងបច្ចេកទេសដើម្បីឲ្យឯកសារនេះកាន់តែ មានលក្ខណៈប្រសើរថែមទៀត។

ថ្ងៃចន្ទ ៥រោច ខែអស្សុជ ឆ្នាំជូត ទោស័ក ព.ស.២៥៦៤

រាជធានីភ្នំពេញ, ថ្ងៃទី៧ ខែតុលា ឆ្នាំ២០២០

១.គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

១-ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ **ហង់ជួន ណារ៉ុន** រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

២-ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ **ណាត ប៊ុនរឿន** រដ្ឋលេខាធិការក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

៣-ឯកឧត្តមបណ្ឌិត **សៀង សុវណ្ណា** នាយកនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៤-លោក **ឌី បុណ្ណា** នាយករងនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៥-បណ្ឌិត **នួវ ទិរ៉ា** នាយករងនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៦-លោកស្រី **ប៊ុន សុផានី** នាយករងនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៧-លោក **ថៃ ហេង** នាយករងនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

២. គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រងសៀវភៅ

១-គ្រូឧទ្ទេស **គណិតវិទ្យា និងវិទ្យាសាស្ត្រ** វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

២-គ្រូបង្រៀន **គណិតវិទ្យា និងវិទ្យាសាស្ត្រ** សាលារៀនជំនាន់ថ្មី

៣. គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

១-លោក **ម៉ៅ សារឿន** ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

២-លោក **ចេង ថុន** អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

៣-លោក **គីម លាង** អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់អប់រំនៃវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ

មាតិកា

បុព្វកថា..i
អារម្ភកថា ii
មេរៀនទី១ ៖ កម្រិតនៃការគិតរបស់ Bloom's Taxonomy 1
១.១.ជីវប្រវត្តិរបស់ Bloom 1
១.២.ហេតុអ្វីបានជាចាំបាច់ត្រូវប្រើប្រាស់កម្រិតនៃការសិក្សារបស់លោក ប្លូម?.................................2
១.៣. វិធីសាស្ត្រខ្លះៗក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតគិតរបស់ Bloom's Taxonomy 2
១.៤. កម្រិតគិតទាំងប្រាំមួយរបស់ Bloom's Taxonomy...3
១.៤.១ កម្រិតចងចាំ..3
១.៤.២. កម្រិតយល់ដឹង 4
១.៤.៣ កម្រិតអនុវត្ត 4
១.៤.៤ កម្រិតវិភាគ 5
១.៤.៥ កម្រិតវាយតម្លៃ..6
១.៤.៦ កម្រិតបង្កើតថ្មី 7
១.៥ សំណួរនៃកម្រិតសិក្សាទាំង៦..7
១.៥.១ កម្រិតចងចាំ...7
១.៥.២ កម្រិតយល់ដឹង 8
១.៥.៣ កម្រិតអនុវត្ត 9
១.៥.៤ កម្រិតវិភាគ 10
១.៥.៥ កម្រិតវាយតម្លៃ..11
១.៥.៦ កម្រិតបង្កើតថ្មី 12
មេរៀនទី២ ៖ លំនឹងគីមី(សម្រាប់អនុវត្តកិច្ចតែងការ)..14
២.១.ប្រតិកម្មទៅមក 14
២.២. កន្សោមថេរលំនឹង...14
២.៣. ការរំកិលលំនឹង...14
២.៣.១ បម្រែបម្រួលសម្ពាធ..14
២.៣.២ បម្រែបម្រួលកំហាប់...14
២.៣.៣ បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព 15
២.៤. ប្រតិកម្មឈានទៅរកសព្វ 16
២.៤.១ ប្រតិកម្មកំណឧស្ម័ន 16
២.៤.២ ប្រតិកម្មឱ្យផលជាកករ 16
២.៤.៣ ប្រតិកម្មឱ្យផលជាសារធាតុបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងបានតិច 16
២.៥. ផលអ៊ីយ៉ុងរួម..16
២.៥.១ ផលអ៊ីយ៉ុងរួមឱ្យជាកករ 16

២.៥.២ ផលអ៊ីយ៉ុងរួម បន្ថយកម្រិតអ៊ីយ៉ុងកម្ម 17
២.៦. ថេរអ៊ីយ៉ុងកម្មនអាស៊ីតខ្សោយ 17
២.៧. អ៊ីដ្រូលីសនៃអំបិល 18
២.៨. សូលុយស្យុងតំប៉ុង 19
កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី១ 24
សន្លឹកកិច្ចការ 27
កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី២ 29
សន្លឹកកិច្ចការ 32
កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី៣ 32
មេរៀនទី៣ ៖ វិធីបង្រៀនតាមបញ្ញាបការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព 35
៣.១. បញ្ញត្តិទូទៅនៃការអប់រំ(ESD) 35
៣.២.ប្រវត្តិនៃការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាព(ESD) 36
៣.៣ ខ្លឹមសារបញ្ជ្របការអប់រំ 38
មេរៀនទី៤ ៖ ប្រេងកាត និងឥន្ធនៈ (សម្រាប់ធ្វើកិច្ចតែងការ) 40
៤.១ ប្រេងកាត (ប្រភពនៃអ៊ីដ្រូកាបួ) 40
៤.១.១ ជាតុបង្កប្រេងកាត 40
៤.១.២ ជាតុបង្កឧស្ម័នធម្មជាតិ 41
៤.២ ការចម្រាញ់ប្រេងកាត 41
៤.២.១ បំណិតប្រភាគនៃប្រេងកាត 41
៤.២.២ គំនូសបំព្រួញលំនាំបំណិតប្រេងកាតក្នុងឧស្សាហកម្ម 41
៤.៣. ក្រាគិញនៃផលិតផលប្រេងកាត 41
៤.៣.១ និយមន័យ 41
៤.៣.២ អនុវត្ត 41
កិច្ចតែងការគំរូទី១ 44
កិច្ចតែងការគំរូទី២ 48
កិច្ចតែងការគំរូទី៣ 52
កិច្ចតែងការគំរូទី៤ 54
មេរៀនទី៥ ៖ ខ្លឹមសារមេរៀនសម្រាប់ធ្វើកិច្ចតែងការបង្រៀន 60
អាមីន អាមីត និងអាស៊ីតអាមីណេ 60
៥.១.អាមីន Amines 60
៥.២. នាមវលី 60
៥.៣. លក្ខណៈរូប 61
៥.៤. លក្ខណៈគីមី 63
៥.៥. ទង្វើអាមីន 63

៥.៥.១. នាមវលីអាមីត 64
៥.៥.២. លក្ខណៈគីមី 65
៥.៥.៣. ទង្វើអាមីត 65
មេរៀនទី ៦ ៖ ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម (សម្រាប់អនុវត្តកិច្ចតែងការ) 70
៦.១.ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត 70
៦.១.១.ប្រតិកម្មរវាងម៉ាញ៉េស្យូម និងអុកស៊ីសែន 70
៦.១.២. ប្រតិកម្មរវាងកាបូន និងអុកស៊ីសែន 70
៦.២.អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន 70
៦.៣.ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម 71
៦.៤. បម្រើបម្រាស់ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម 72
៦.៥. របៀបថ្លឹងកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូរេដុក 73
ឯកសារយោង 82

មេរៀនទី១ ៖ កម្រិតនៃការគិតរបស់ Bloom′s Taxonomy

១.១.ជីវប្រវត្តិរបស់ Bloom

លោក Benjamin Samuel (19113-1999) ជាចិត្តវិទូអប់រំជនជាតិអាមេរិកទទួលសញ្ញាបត្រនៅសាកលវិទ្យាល័យ Pennsylvania នៅឆ្នាំ១៩៣៥។ គាត់បានចូលរួមការអភិវឌ្ឍន៍វិស័យអប់រំនៅសាកលវិទ្យាល័យ Chicago នៅឆ្នាំ១៩៤០ និងទទួលសញ្ញាបត្របណ្ឌិតនៅសាកលវិទ្យាល័យនេះនៅឆ្នាំ ១៩៤២។ គាត់បានបែងចែកការសិក្សាអប់រំជាវិស័យផ្សេងៗគ្នា (domain) ជាមួយនឹងអ្នកណែនាំរបស់គាត់ Ralph Tyler ។

Bloom's Taxonomy ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅឆ្នាំ១៩៥៦ ក្រោមការដឹកនាំរបស់លោក ក្នុងគោលបំណងលើកកម្ពស់ការគិតកម្រិតខ្ពស់ក្នុងការអប់រំ ដូចជាការវិភាគ ការវាយតម្លៃ បញ្ញត្តិ ដំណើរការគម្រោង និងគោលការណ៍មិនគ្រាន់តែចាំព្រឹត្តិការណ៍ ឬបញ្ញត្តិនោះទេ។

ផ្នែកបីនៃការរៀន៖

1. Cognitive Domain(ចំណេះដឹង): ការយល់ដឹងមុខជំនាញខាងផ្លូវចិត្ត
2. Affective Domain(ឥរិយាបថ): ការជះឥទ្ធិពល រីកដុះដាលក្នុងអារម្មណ៍
3. Psychomotor Domain(ជំនាញ): ការងារឬ ជំនាញរូប

នៅពាក់កណ្ដាលទសវត្សរ៍ទី១៩ លោក Lorin Anderson និង David Krathwohl ដែលជាអតីតកូនសិស្សរបស់លោក Bloom បានស្រាវជ្រាវអំពី cognitive domain ម្ដងទៀតដែលត្រូវបានដាក់ឈ្មោះថាកម្រិតនៃការសិក្សាថ្មីរបស់ Bloom(Revised Bloom's Taxonomy) ហើយកម្រិតនៃការសិក្សាថ្មីរបស់ Bloom មានការផ្លាស់ប្ដូរចំណុចមួយចំនួនដូចជា៖

- ផ្លាស់ប្ដូរឈ្មោះកម្រិតទាំងប្រាំមួយពីនាមទៅជាកិរិយាសព្ទ
- រៀបចំកម្រិតទាំងប្រាំមួយឡើងវិញ
- បង្កើតតារាងអំពីកម្រិតនៃចំណេះដឹង និងវិធីសាស្ត្រ

ពាក្យដើមរបស់ទ្រឹស្ដី(Bloom,1950s)	ពាក្យថ្មីរបស់ទ្រឹស្ដីប្លូម(Anderson, 1990s)
១) ចំណេះដឹង(knowledge)	១) ចងចាំ(remembering)
២) ការយល់(comprehension)	២) យល់ដឹង(understanding)
៣) ការអនុវត្ត(application)	៣) អនុវត្តន៍(applying)
៤) ការវិភាគ(analysis)	៤) វិភាគ(analyzing)
៥) ការសំយោគ(synthesis)	៥) វាយតម្លៃ(evaluating)
៦) ការវាយតម្លៃ(evaluation)	៦) បង្កើតថ្មី(creating)

ការកែសម្រួលរបស់កម្រិតសិក្សាថ្មីរបស់ bloom

- ឈ្មោះក្រុមទាំង៦ត្រូវប្ដូរពីនាមទៅជាកិរិយាសព្ទ
- ដោយសារកម្រិតនៃការសិក្សាឆ្លុះបញ្ចាំងពីកម្រិតនៃការគិតផ្សេងៗគ្នា ហើយការគិតជាដំណើរការយ៉ាងសកម្មទើបកិរិយាសព្ទត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ជំនួសនាម
- ក្រុមរងនៃក្រុមធំទាំង៦ ក៏ត្រូវជំនួសដោយកិរិយាសព្ទ

- ចំណេះដឹង ត្រូវបានដាក់ឈ្មោះឡើងវិញ<<កម្រិតចងចាំ>>
- កម្រិតការយល់ដឹង ត្រូវបានជំនួសដោយកម្រិតយល់ដឹង និងការសំយោគ ត្រូវបានជំនួសដោយកម្រិតបង្កើតថ្មី ដើម្បីឆ្លុះបញ្ចាំងឱ្យកាន់តែប្រសើរពីធម្មជាតិនៃការគិត។

១.២.ហេតុអ្វីបានជាចាំបាច់ត្រូវប្រើប្រាស់កម្រិតនៃការសិក្សារបស់លោក ប្លូម?

កម្រិតនៃការសិក្សារបស់លោក ប្លូម មានសារៈ សំខាន់ដូចខាងក្រោម៖

ក) ដើម្បីរៀបចំកម្មវិធីសិក្សា

ខ) ដើម្បីសរសេរនិងកំណត់នូវវត្ថុបំណងមេរៀន

គ) ដើម្បីអភិវឌ្ឍការគិតរបស់សិស្សពីកម្រិតទាបទៅកម្រិតខ្ពស់

ឃ) ដើម្បីរកឱ្យឃើញនូវបំណិនពីស្រួលទៅពិបាក

ង) ដើម្បីបន្សុីវត្ថុបំណង ទៅនិងវិធីសាស្ត្រ និងស្តង់ដារវាយតម្លៃឱ្យមានប្រសិទ្ធភាព

ច) ដើម្បីដាក់បញ្ចូលចំណេះដឹងដែលសិស្សត្រូវរៀន និងដំណើរការនៃការគិតឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

ឆ) ដើម្បីសម្របសម្រួលការសួរសំណួរ (សំណួរផ្ទាល់មាត់= តួនាទីសំខាន់ដែលមាននៅក្នុងក្របខណ្ឌនៃការសិក្សា)។

១.៣. វិធីសាស្ត្រខ្លះៗក្នុងការប្រើប្រាស់កម្រិតគិតរបស់ Bloom's Taxonomy

1. វគ្គសិក្សារបស់សិស្សនិងគ្រូបង្រៀន គួរដាក់បញ្ចូលកម្រិតគិតទាំង៦របស់ Bloom ប៉ុន្តែមិនបាច់មានកម្រិតទាំង៦នៅក្នុងគ្រប់មេរៀនរឺម៉ោងសិក្សានីមួយៗទេ។ គោលបំណងគឺនាំសិស្សទៅរកកម្រិតគិតថ្នាក់ខ្ពស់ដោយហេតុដូច្នោះហើយ វគ្គសិក្សារបស់អ្នកគួរធានាថាសិស្សទាំងអស់មានឱកាសបង្ហាញពីការគិតថ្នាក់ខ្ពស់របស់គេ។
2. រាល់សិស្សទាំងអស់ធ្វើការចាប់ពីកម្រិតចង់ចាំ និងយល់ជាមុនសិន។ បន្ទាប់មកជ្រើសរើសសកម្មភាពយ៉ាងណាស់ឱ្យបានមួយពីកម្រិតអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ និងបង្កើតថ្មី។
3. ក្នុងពេលជាមួយគ្នា សិស្សខ្លះអាចធ្វើកិច្ចការពីកម្រិតចងចាំ និងយល់ ចំណែកសិស្សដទៃទៀតអាចធ្វើកិច្ចការចាប់ពីកម្រិតអនុវត្ត វិភាគ វាយតម្លៃ សំយោគ និងបង្កើតថ្មី។
4. សិស្សទាំងអស់អាចជ្រើសរើសសកម្មភាពពីកម្រិតណាមួយក៏បានក្នុងចំណោមកម្រិតទាំង៦។
5. សកម្មភាពខ្លះត្រូវបានដាក់ឈ្មោះថា"សំខាន់" ចំណែកសកម្មភាពខ្លះទៀតត្រូវបានដាក់ថា"អាចជ្រើសរើសបាន"។

១.៤. កម្រិតគិតទាំងប្រាំមួយរបស់ Bloom's Taxonomy
១.៤.១ កម្រិតចងចាំ

ចងចាំព័ត៌មាន និងគំនិតដែលបានរៀន។

<table>
<tr><th colspan="3">ចងចាំ</th></tr>
<tr><th colspan="2">និយមន័យ</th><th>កិរិយាសព្ទ</th></tr>
<tr><td colspan="2">សិស្សអាចរំលឹក សូត្រ និងចាំព័ត៌មានដែលគេបានរៀន</td><td>យើងអាចប្រើកិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្សដើម្បីរំលឹកពីព័ត៌មានឡើងវិញ៖ ឱ្យនិយមន័យ បកស្រាយ ស្វែងរក រាយនាម បំពេញនៅក្នុងចន្លោះ និយាយឡើងវិញ ផ្គូផ្គង ឱ្យឈ្មោះ រំលឹក ចងចាំ បង្ហាញ ពិពណ៌នា កំណត់ទីតាំង សម្គាល់ភិនភាគ តភ្ជាប់ បែងចែក ធ្វើតាម គូរតាម ឱ្យឧទាហរណ៍ ដកស្រង់សម្ដី ថាតាម ប្រាប់ សរសេរ និងគូសឡើងវិញ។</td></tr>
<tr><th>តួនាទីគ្រូ</th><th>តួនាទីសិស្ស</th><th>សកម្មភាព និងលទ្ធផល</th></tr>
<tr><td>• ចង្អុលបង្ហាញ
• ប្រាប់
• បង្ហាញ
• ពិនិត្យមើល
• សំណួរ
• វាយតម្លៃ</td><td>• ឆ្លើយតប
• ចងចាំ
• កំណត់និយមន័យ
• រៀបរាប់
• ប្រាប់ឡើងវិញ
• ជាអ្នកទទួលចំណេះដឹងបែបសកម្ម
• ស្ដាប់</td><td>• ធ្វើបញ្ជីនៃព្រឹត្តិការណ៍សំខាន់ៗ
• ធ្វើតារាងពេលវេលា
• ធ្វើតារាងស្ដីពីព័ត៌មានពិត
• សរសេរបញ្ជីព័ត៌មានដែលអ្នកចងចាំ
• រាយនាម.....ដែលមានក្នុងអត្ថបទ
• ធ្វើតារាងបង្ហាញ
• សូត្រកំណាព្យ</td></tr>
</table>

១.៤.២. កម្រិតយល់ដឹង

អាចយល់ពីគំនិតសំខាន់ អាន បកប្រែ ឬសង្ខេបគំនិតសំខាន់

យល់ដឹង		
និយមន័យ		កិរិយាសព្ទ
សិស្សយល់ពីអត្ថន័យព័ត៌មានដោយការបកស្រាយ និងបកប្រែពីអ្វីដែលពួកគេបានរៀនរួចមកហើយ		យើងអាចប្រើកិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្ស ដើម្បីបង្ហាញពីការយល់ដឹងលើព័ត៌មានដែលបានចូលមកហើយ៖ ប្រៀបធៀប បំប្លែង បកស្រាយ ពន្យល់ បកប្រែ សរសេរឡើងវិញដោយប្រើពាក្យខ្លួនឯង ព្យាករណ៍រៀបតាមលំដាប់ ឧទាហរណ៍ សង្ខេបសន្និដ្ឋាន ចាត់ថ្នាក់ ប្រាប់ឡើងវិញដោយប្រើពាក្យខ្លួនឯង។
តួនាទីគ្រូ	តួនាទីសិស្ស	សកម្មភាព និងលទ្ធផល
• បង្ហាញ • ស្ដាប់ • សួរសំណួរ • ប្រៀបធៀប • ពិនិត្យ	• ពន្យល់ • ពិពណ៌នា • គូសបញ្ជាក់ • អះអាងឡើងវិញ • បកស្រាយ • បង្ហាញ • បកប្រែ • ចូលរួមសកម្ម	• គូររូបភាពដើម្បីបង្ហាញពីព្រឹត្តិការណ៍ជាក់លាក់ណាមួយ • បង្ហាញពីអ្វីដែលអ្នកគិតថាជាគោលគំនិតសំខាន់ • ជារូបភាពតុក្កតាដើម្បីបង្ហាញពីលំដាប់លំដោយនៃព្រឹត្តិការណ៍ • ចូរសរសេរនិងសំដែងរឿង • និយាយរឿងឡើងវិញដោយប្រើពាក្យផ្ទាល់ខ្លួនរបស់អ្នក • រៀបចំតារាងព្រឹត្តិការណ៍ • រៀបចំសៀវភៅផាត់ពណ៌ រាយការណ៍ទៅថ្នាក់រៀន

១.៤.៣ កម្រិតអនុវត្ត

អនុវត្តគំនិតអរូបីនៅក្នុងស្ថានភាពរូបីដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហា ឬធ្វើឱ្យវាទាក់ទងទៅបទពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់របស់សិស្ស។

អនុវត្ត	
និយមន័យ	កិរិយាសព្ទ
សិស្សអាចប្រើប្រាស់ចំណេះដឹង ច្បាប់ និងវិធីសាស្ត្រដែលមានរួចមកហើយទៅក្នុងបញ្ហានៃជីវិត និងកិច្ចការថ្មី	យើងអាចប្រើកិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្សដើម្បីប្រើប្រាស់ចំណេះដឹងក្នុងស្ថានភាពថ្មី៖ អនុវត្ត គណនា ចាត់ថ្នាក់ បញ្ចុះបញ្ចូល

<table>
<tr><td colspan="2"></td><td>ទិន្នន័យ សាងសង់ ប្រើប្រាស់ ដោះស្រាយ បង្កើត ឧទាហរណ៍ សម្រេចគូរ ធ្វើបទបង្ហាញ</td></tr>
<tr><td>តួនាទីគ្រូ</td><td>តួនាទីសិស្ស</td><td>សកម្មភាព និងលទ្ធផល</td></tr>
<tr><td>• វាយតម្លៃ
• សម្របសម្រួល
• សង្កេត
• រៀបចំ
• សួរ
• បង្ហាញ</td><td>• គណនា
• ចងក្រង
• បញ្ចប់ទាំងស្រុង
• សាងសង់
• បទបង្ហាញពីការប្រើប្រាស់ចំណេះដឹង
• បង្កើតឧទាហរណ៍
• ដោះស្រាយបញ្ហា</td><td>• បង្កើតនៅគំរូដើម្បីបង្ហាញអំពីរបៀបដែលវានឹងដំណើរការ
• បង្កើតសៀវភៅឯកសារទុក
• ប្រមូលរូបថតផ្សេងៗដើម្បីបង្ហាញពីចំណុចជាក់លាក់ណាមួយ
• បង្កើតល្បែងល្បងបញ្ញាដែលប្រើប្រាស់គំនិតដែលបានមកពីការសិក្សា
• ធ្វើរូបភាពពីដីឥដ្ឋ
• បង្កើតយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារដើម្បីលក់ផលិតផល
• គូររូបភាពព្យូរនឹងជញ្ជាំងដោយប្រើប្រាស់សម្ភារឧបទេសដដែលៗ
• សរសេរសៀវភៅស្តីអំពី...សម្រាប់អ្នកដទៃអាន.</td></tr>
</table>

១.៤.៤ កម្រិតវិភាគ

ចេះបំបែកគំនិត ឱ្យទៅជាផ្នែកតូចៗ និងបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃផ្នែកទាំងនោះ

<table>
<tr><td colspan="3">វិភាគ</td></tr>
<tr><td colspan="2">និយមន័យ</td><td>កិរិយាសព្ទ</td></tr>
<tr><td colspan="2">សិស្សអាចបំបែកព័ត៌មានជាផ្នែកដើម្បី៖ ពិនិត្យ ចាត់ថ្នាក់ ព្យាករណ៍ ទាញសេចក្តីសន្និដ្ឋាន រុករកចំណេះដឹង និងស្វែងយល់អំពីទំនាក់ទំនង</td><td>យើងប្រើប្រាស់កិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្ស ដើម្បីបង្ហាញថា ពួកគាត់អាចមើលឃើញអំពីផ្នែកផ្សេងៗ និងទំនាក់ទំនងរបស់វា ៖
វិភាគ គណនា បែងថ្នាក់ជាក្រុម ឬប្រភេទ ប្រៀបធៀប ផ្ទុយ ជជែកពិភាក្សា កាត់ចេញ កំណត់នូវកត្តា ធ្វើរោគវិនិច្ឆ័យ ដ្យាក្រាម លក្ខណៈខុសប្លែក វះកាត់ ទាញសេចក្តីសន្និដ្ឋាន ពិនិត្យ ធ្វើការពិចារណា ទស្សន៍ទាយ ស្រាវជ្រាវ</td></tr>
<tr><td>តួនាទីគ្រូ</td><td>តួនាទីសិស្ស</td><td>សកម្មភាព និង លទ្ធផល</td></tr>
<tr><td>• វះកាត់
• វាយតម្លៃ
• ណែនាំ
• សង្កេត</td><td>• ជជែកតវ៉ា អះអាង
• គណនា
• ជជែកពិភាក្សា
• ពិនិត្យ</td><td>• រៀបចំកម្រងសំណួរដើម្បីប្រមូលព័ត៌មាន
• ធ្វើការង្កេតដើម្បីបង្កើតព័ត៌មានថ្មីសម្រាប់គាំទ្រទស្សនៈមួយ</td></tr>
</table>

• រៀបចំ • ស៊ើបអង្កេត • សួរ	• ស៊ើបអង្កេត • សួរ • តេស្ត	• បង្កើតតារាង (flow chart) បង្ហាញពីដំណាក់កាលសំខាន់ៗ • សរសេរការផ្សព្វផ្សាយពាណិជ្ជកម្មដើម្បីលក់ផលិតផលថ្មី • បង្កើតក្រាហ្វដើម្បីបកស្រាយពីទិន្នន័យដែលបានប្រមូល • បង្កើតដើមឈើគំនិតដើម្បីបង្ហាញពីទំនាក់ទំនង • ដាក់តាំងបង្ហាញ ពីខ្លឹមសារមេរៀន • សរសេរជីវប្រវត្តិរបស់អ្នកសិក្សា • ពិនិត្យ និង កែលម្អស្នាដៃសិល្បៈ

១.៤.៥ កម្រិតវាយតម្លៃ

ធ្វើការកាត់ក្តី ឬវាយតម្លៃអំពីតម្លៃនៃគំនិត និងសម្ភារឧបទេសប្រើប្រាស់ស្តង់ដា និងលក្ខណៈវាយតម្លៃនានា ដើម្បីគាំទ្រនូវគំនិតទាំងនោះ

វាយតម្លៃ		
និយមន័យ		កិរិយាសព្ទ
អ្នកសិក្សាអាចធ្វើការសម្រេចចិត្តផ្អែកលើការឆ្លុះបញ្ចាំង ការរិះគន់ និងការវាយតម្លៃស៊ីជម្រៅ		យើងអាចប្រើកិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្សដើម្បីឱ្យពួកគេធ្វើការកាត់ក្តីដោយផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យៈ ពិនិត្យមើល ធ្វើតេស្តសម្មតិកម្ម រិះគន់ ធ្វើពិសោធន៍ កាត់ក្តី ធ្វើតេស្ត ការពារ ពិនិត្យតាមដាន ជ្រើសរើស ផ្តល់គំនិតយោបល់ ផ្តល់អនុសាសន៍ ដាក់ពិន្ទុ ឱ្យតម្លៃ វាយតម្លៃ ផ្តល់ចំណាត់ថ្នាក់ គាំទ្រ ផ្ទៀងផ្ទាត់ ជជែកតវ៉ា ប្រៀបធៀប សម្រេចចិត្ត
តួនាទីគ្រូ	តួនាទីសិស្ស	សកម្មភាព និង លទ្ធផល
• បញ្ជាក់ • បង្ហឹក • លើកទឹកចិត្ត • ផ្តល់យោបល់ • គាំទ្រ • សួរ	• ប្រៀបធៀប • អះអាង • សម្រេចចិត្ត • បង្ហាញភស្តុតាង • អ្នកចូលរួមយ៉ាងសកម្ម • សួរ	• រៀបចំបញ្ជីលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដើម្បីវាយតម្លៃ ការប្រឡងបញ្ហា • ចូរពិភាក្សាអំពីបញ្ហាដែលអ្នកចូលចិត្ត.... • ចូររៀបចំឯកសារអំពីរូបមន្តសំខាន់៥។ • ចូរបញ្ចុះបញ្ចូលអ្នកដទៃ។ • ចូរបង្កើតគណកម្មការដើម្បី ពិភាក្សាអំពីគំនិតផ្សេងៗ (ឧ.ការសិក្សានៅសាលារៀន) • ចូរសរសេរសំបុត្រទៅ..........ដើម្បីឱ្យដំបូន្មានលើការផ្លាស់ប្តូរដែលចាំបាច់ នាំទៅដល់..................

		• សរសេររបាយការណ៍ • រៀបចំករណីមួយធ្វើបទបង្ហាញនូវទស្សនៈរបស់អ្នកអំពី................

១.៤.៦ កម្រិតបង្កើតថ្មី

ចេះផ្គុំនូវចំណេះដឹងផ្សេងៗ ដើម្បីបង្កើតនូវចំណេះដឹងរួមមួយ និងកសាងនូវទំនាក់ទំនងនានាសម្រាប់ស្ថានភាពថ្មីៗ។

បង្កើត		
និយមន័យ		កិរិយាសព្ទ
អ្នកសិក្សាអាចបង្កើតគំនិត និង ព័ត៌មានថ្មីដោយប្រើប្រាស់នូវអ្វីដែលគេបានរៀន។		យើងអាចប្រើប្រាស់កិរិយាសព្ទខាងក្រោមសួរទៅសិស្សដើម្បីឱ្យពួកគេបង្កើតគំនិត និងពត៌មានថ្មី ផលិតផលថ្មី និងវិធីសាស្ត្រថ្មី៖ តាក់តែង និងរៀបរៀង កសាង ធ្វើផែនការ ផលិត បង្កើតថ្មី ធ្វើ ចងក្រង ផ្សំបញ្ចូលគ្នា តម្លើង បង្កើតរូបមន្ត
តួនាទីគ្រូ	តួនាទីសិស្ស	សកម្មភាព និង លទ្ធផល
•សម្របសម្រួល •ពង្រីក •ឆ្លុះបញ្ចាំង •វិភាគ •វាយតម្លៃ	• រៀបចំ • បង្កើតថ្មី • ធ្វើផែនការ • ហ៊ានប្រថុយ • អ្នកចូលរួមយ៉ាងសកម្ម • កែតម្រូវ • ស្នើយោបល់	• បង្កើតម៉ាស៊ីនធ្វើការងារមួយ • គូរប្លង់អគារមួយដើម្បីធ្វើជាទីស្នាក់នៅសម្រាប់សិក្សា • បង្កើតផលិតផលថ្មី ដាក់ឈ្មោះផលិតផល និង ធ្វើផែនការទីផ្សារ • សរសេរអំពីអារម្មណ៍របស់អ្នកទាក់ទងទៅនឹង.... • សរសេរកម្មវិធីទូរទស្សន៍ រឿងល្ខោន ការសម្តែង ចម្រៀង ស្តីអំពី........... • តាក់តែង និងរៀបចំគម្រប កំណត់ហេតុសៀវភៅទស្សនាវដ្តី សម្រាប់................។ • បង្កើតលេខសម្ងាត់ភាសាថ្មី និងសរសេរឯកសារនានាដែលពាក់ព័ន្ធ • ធ្វើពាណិជ្ជកម្ម • កែលម្អវិធីសាស្ត្រថ្មីដើម្បី............ • បង្កើតភាសាថ្មី និងប្រើប្រាស់ជាឧទាហរណ៍

១.៥ សំណួរនៃកម្រិតសិក្សាទាំង៦

១.៥.១ កម្រិតចងចាំ

គ្រូបង្រៀនគួរ៖

១) បង្ហាញព័ត៌មានអំពីប្រធានបទដល់សិស្ស

២) សួរសំណួរដែលទាមទារឱ្យសិស្សចងចាំនូវព័ត៌មានដែលគ្រូបានបង្រៀន

៣) ផ្ដល់ឱ្យសិស្សនូវអត្ថបទផ្ទាល់មាត់ ឬជាលាយលក្ខណ៍អក្សរអំពីមុខវិជ្ជាដែលសិស្សត្រូវឆ្លើយតាមរយៈការចាំព័ត៌មានដែលសិស្សបានរៀន

សំណួរគំរូ
• តើអ្នកចងចាំអំពី........ដែរឬទេ ? • តើអ្នកស្គាល់......ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកឱ្យនិយមន័យ......តាមរបៀបណាដែរ ? • តើអ្នកជ្រើសរើសយកអ្វីដែរ ? • រៀបរាប់អ្វីដែលកើតឡើងនៅពេល........? • តើ......នៅកន្លែងណាដែរ ? • តើមួយណាដែរ ? • តើនរណាគេ ? • ចូររាយនាម...... • តើ...អ្វី ? • តើអ្នកអាចដាក់ឈ្មោះ.....?

នេះជាកម្រិតសំណួរទាបបំផុត ដែលសិស្សមិនចាំបាច់គិតពិចារណាឱ្យបានស៊ីជម្រៅទេដោយគ្រាន់តែនឹកឡើងវិញនូវអ្វីដែលគេធ្លាប់ឃើញ និងចងចាំ។ សិស្សពុំសូវមានការលំបាកក្នុងការឆ្លើយសំណួរ ពីព្រោះគេគ្រាន់តែរំឭកងាយៗ នូវហេតុការណ៍ ការសង្កេត និងនិយមន័យដែលបានរៀនរួចហើយ។

ឧទាហរណ៍ ១) ចូរឱ្យនិយមន័យច្រែះ

២) ប្រាប់ឈ្មោះសមាសធាតុពីរយ៉ាងដែលត្រូវការដើម្បីអោយដែកឡើងច្រែះ

១.៥.២ កម្រិតយល់ដឹង

គ្រូបង្រៀនគួរ ៖

១) សួរសំណួរដែលសិស្សអាចឆ្លើយដោយខ្លួនឯង តាមរយៈការនិយាយពីការពិត ឬស្គាល់គំនិតសំខាន់

២) ដាក់តេស្តដល់សិស្សដោយផ្អែកលើអ្វីដែលសិស្សបានរៀនក្នុងថ្នាក់

សំណួរគំរូ
• តើអ្នកអាចប្រៀបធៀប...ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នករកភាពខុសគ្នា...ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកពន្យល់អត្ថន័យឱ្យបានច្បាស់...ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកធ្វើឱ្យមានភាពទូទៅ...ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកសម្ដែងអារម្មណ៍...ដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកអាចសន្និដ្ឋានអ្វីបានដែរពី...?

• តើអ្នកសង្កេតឃើញអ្វីដែរ...?
• តើអ្នកស្គាល់ភិនភាគ...ដោយរបៀបណា?
• ចូរបកស្រាយលើ...
• តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើ...?
• តើអ្វីទៅជាគោលគំនិតនៃ...?
• តើអ្នកអាចនិយាយអ្វីបានដែរអំពី...?
• តើអ្នកអាចឱ្យឧទាហរណ៍នូវអ្វីដែលអ្នកចង់និយាយដែរឬទេ?
• តើអ្នកអាចឱ្យនិយមន័យនៃ...ដែរឬទេ?

សំណួរកម្រិតយល់ដឹងនេះ សំណួមពរសិស្សឱ្យសិស្សបង្ហាញថាគេយល់ដឹងគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីរៀបរៀង ព័ត៌មានផ្សេងៗនៅក្នុងគំនិតគេ។ សំណួរប្រភេទនេះត្រូវតែងតែប្រើដើម្បីឱ្យសិស្សយល់មេរៀន។ ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងសំនួរនេះសិស្សមិនគ្រាន់តែចងចាំទេ ប៉ុន្តែត្រូវការប្រើការត្រិះរិះថែមទៀត។ ដើម្បីឆ្លើយនឹងសំណួរជំពូកនេះត្រូវពឹងផ្អែកលើប្រភពព័ត៌មានផ្សេងៗទៀត តាមរយៈការពិនិត្យឯកសារ សម្ភារៈ សៀវភៅផ្សេងៗ ការប្រើផែនទី ក្រាហ្វិក តារាង រូបភាព ដើម្បីស្រាវជ្រាវរកចម្លើយ ឬបញ្ចេញគំនិតយល់ដឹងរបស់គេ។

ឧទាហរណ៍ ៖ ចូរពន្យល់ថា ហេតុអ្វីបាននៅក្នុងទឹកអំបិលដែកឡើងច្រែះលឿនជាងក្នុងទឹកម៉ាស៊ីន។

១.៥.៣ កម្រិតអនុវត្ត

អនុវត្តគំនិតអរូបីនៅក្នុងស្ថានភាពរូបីដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហា ឬធ្វើឱ្យវាទាក់ទងទៅនឹងបទពិសោធន៍ដែលមានស្រាប់របស់សិស្ស

គ្រូបង្រៀនគួរគប្បី ៖

1. ផ្តល់ឱកាសឱ្យសិស្សដើម្បីប្រើប្រាស់គំនិត ទ្រឹស្តី ឬវិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយបញ្ហា និងអនុវត្តន៍គំនិត ទ្រឹស្តី ឬវិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយបញ្ហាទាំងនោះទៅក្នុងស្ថានភាពថ្មី
2. ពិនិត្យឡើងវិញនូវស្នាដៃរបស់សិស្សដើម្បីធានាថា គ្រូបង្រៀនកំពុងប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រនៃការដោះស្រាយបញ្ហាដោយឯករាជ្យ
3. ផ្តល់សំណួរដែលទាមទារឱ្យសិស្សចេះកំណត់និយមន័យ និងដោះស្រាយបញ្ហា

សំណួរគំរូ
តើវិធានការអ្វីខ្លះដែលអ្នកមានដើម្បី ______ ?
តើអ្នកអភិវឌ្ឍ....ដោយរបៀបណាដើម្បីបង្ហាញ ________ ?
តើអ្នកនឹងជ្រើសរើសមធ្យោបាយអ្វីផ្សេងទៀតដើម្បី _____ ?
តើលទ្ធផលនឹងក្លាយទៅជាអ្វីដែរប្រសិនបើ ________________ ?
តើអ្នកបង្ហាញដោយរបៀបណាដែរ _________________?
តើអ្នកផ្លាស់ប្តូរដោយរបៀបណាដែរ ______________ ?
តើអ្នកកែសម្រួលដោយរបៀបណាដែរ ______________ ?
តើអ្នកអភិវឌ្ឍដោយរបៀបណាដែរ ______________ ?
ហេតុអ្វីបានជា ___________________ មានប្រសិទ្ធភាព?

តើអ្នកប្តូរពី __________ ទៅ _________ ដោយរបៀបណា ?
តើអ្នកអាចរកឧទាហរណ៍អ្វីបានខ្លះ ?
តើអ្នកដោះស្រាយ ____________ ដោយរបៀបណា ?
តើរឿងនេះអាចកើតមានឡើងដែរឬទេនៅក្នុង _________ ?
តើអ្នកអាចធ្វើចំណាត់ក្រុមតាមលក្ខណសម្បត្តិដូចជា___________ ដែរឬទេ ?
តើផ្នែកអ្វីខ្លះដែលអ្នកនឹងផ្លាស់ប្តូរប្រសិនបើ____________ ?
តើអ្នកអាចយកវិធីសាស្ត្រដែលអ្នកបានរៀនទៅប្រើប្រាស់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃរបស់អ្នកដែរឬទេ ?
តើសំណួរអ្វីដែលអ្នកនឹងសួរ __________ ?
តាមរយៈព័ត៌មានផ្តល់ឱ្យ តើអ្នកអាចបង្កើតការណែនាំមួយចំនួនអំពី ________________ បានដែរឬទេ ?
តើព័ត៌មាននេះនឹងមានសារៈសំខាន់ដែរឬប្រសិនបើ____________ ?

ការដែលសិស្សទន្ទេញឱ្យចាំ និងបកស្រាយអ្វីដែលគេបានចងចាំនោះ ពុំទាន់គ្រប់គ្រាន់ដល់សិស្សឱ្យឆ្លើយនឹងសំណួរគ្រូគ្រប់ពេលវេលាទេ។ សិស្សត្រូវមានសមត្ថភាពយកចំណេះដឹងដែលចងចាំ នឹងយល់ច្បាស់នោះទៅអនុវត្តទៀតផង។ បានន័យថា ពេលនោះគ្រូប្រើសំណួរមួយជំពូកទៀតគឺ "សំណួរអនុវត្ត" ដែលប្លែកពីសំណួរទាំងពីរជំពូកខាងលើដើម្បីឱ្យសិស្សចេះអនុវត្តការវិនិច្ឆ័យ និងដំណើរការក្នុងពេលដែលរកចម្លើយ គេរើសយកចម្លើយត្រូវតែមួយទេដើម្បីឆ្លើយ ។

ឧទាហរណ៍ ៖ ចូរផ្តល់មតិយោបល់ពីលោហៈដែលអាចស្រោបដែកបាន ចូរពន្យល់ពីជម្រើសរបស់អ្នក ។

១.៥.៤ កម្រិតវិភាគ

គ្រូបង្រៀនគួរ ៖

1. ទុកពេលឱ្យសិស្សគ្រូបានពិនិត្យមើលពីគោលគំនិតនានា និងចេះបំបែកគំនិតឱ្យទៅជាផ្នែកតូចៗជាមូលដ្ឋាន ។
2. តម្រូវឱ្យសិស្សពន្យល់ថាតើហេតុអ្វីបានជាពួកគេជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដោះស្រាយបញ្ហា បែបនេះ និងហេតុអ្វីបានជាដំណោះស្រាយមួយនេះមានប្រសិទ្ធិភាព ?

សំណួរគំរូ
• តើអ្នកអាចប្រៀបធៀបផ្នែកដែលខុសប្លែកពីគ្នាដោយរបៀបណា ? • តើអ្នកមានការបកស្រាយយ៉ាងដូចម្តេចដែរសម្រាប់... ? • តើ...ជាប់ទាក់ទងជាមួយ...ដោយរបៀបណាដែរ ? • ចូរពិភាក្សាពីចំណុចគាំទ្រនិងចំណុចបដិសេធនៃ...។ • តើអ្នកអាចរៀបផ្នែកទាំងអស់នេះតាមលំដាប់លំដោយដោយរបៀបណា ? • តើអ្វីជាការវិភាគនៃ... ? • តើអ្នកអាចធ្វើសេចក្តីសន្និដ្ឋាន...បានដែរឬទេ ? • តើគំនិតអ្វីខ្លះដែលធ្វើឱ្យ...មានសុពលភាព ? • តើអ្នកអាចពន្យល់អំពី...យ៉ាងដូចម្តេច ? • តើអ្នកអាចគូសបញ្ជាក់អំពី... ?

• តើអ្វីទៅជាបញ្ហាជាមួយនឹង...?   • ហេតុអ្វីបានជាអ្នកគិតថា...?   • តើមានហេតុការណ៍អ្វីខ្លះដែលអាចកើតមានឡើង?   • តើវាប្រហាក់ប្រហែលទៅនឹង...ដូចម្ដេច?   • អ្វីទៅជាមូលហេតុនៃបញ្ហា...?   • តើអ្នកអាចមើលឃើញលទ្ធផលរំពឹងទុកអ្វីខ្លះ?   • ហេតុអ្វីបានជា...មានការផ្លាស់ប្ដូរ?   • តើអ្នកអាចប្រៀបធៀប...របស់អ្នកជាមួយនឹងអ្វីដែលបានធ្វើបទបង្ហាញនៅក្នុង...?   • តើអ្នកអាចពន្យល់ថាតើមានអ្វីនឹងកើតនៅពេលដែល...?   • តើ...ស្រដៀងនឹង...យ៉ាងដូចម្ដេច?   • តើអ្វីជាបញ្ហាខ្លះក្នុងចំណោមបញ្ហានៃ...?   • តើអ្នកអាចបែងចែកឱ្យដាច់ស្រឡះពីគ្នារវាង...?

សំណួរវិភាគជាសំណួរកម្រិតខ្ពស់ដែលតម្រូវឱ្យសិស្សរិះគិតយ៉ាងជិតដល់ និងស៊ីជម្រៅ។ ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងសំណួរប្រភេទនេះសិស្សត្រូវវិភាគរកកត្តាផ្សេងៗ មុននឹងឆ្លើយសំណួរគេត្រូវចាប់អារម្មណ៍លើ ៣ ចំណុច ៖

- ❖ រកឱ្យឃើញពីមូលហេតុ សេចក្ដីសំអាង ឬបុព្វហេតុនៃអ្វីៗដែលកើតឡើង (ពិនិត្យហេតុផល រកមូលហេតុ ផលវិបាក...)
- ❖ វាយតម្លៃសភាពការណ៍ ឬព្រឹត្តិការណ៍ (វិភាគរកចំណុចខ្លាំង ចំណុចខ្សោយ លើព័ត៌មានដែលមានស្រាប់)
- ❖ ការសន្និដ្ឋានជាដំណាក់ផ្ដល់ចម្លើយ

ឧទាហរណ៍៖ តើអ្នកអាចបែងចែក ឬវែកញែករវាងអេឡិចត្រូតគោលសំណ និងគោលសង្ក័សីបានទេក្នុងការការពារដែកកុំឱ្យឡើងច្រែះ?

១.៥.៥ កម្រិតវាយតម្លៃ

ធ្វើការកាត់ក្ដី ឬវាយតម្លៃអំពីតម្លៃនៃគំនិត និងសម្ភារឧបទេសសម្រាប់ស្តង់ដា និងលក្ខណៈវាយតម្លៃនានាដើម្បីគាំទ្រនូវគំនិតទាំងនេះ។

គ្រូបង្រៀនគួរ ៖

1. ផ្ដល់ឱកាសឱ្យសិស្សធ្វើការកាត់ក្ដី ឬវាយតម្លៃដោយផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យសមស្រប
2. ឱ្យសិស្សបង្ហាញឱ្យមើលថាពួកគេអាចកាត់ក្ដី រិះគន់ ឬបកស្រាយនូវដំណើការសម្ភារឧបទេសវិធីសាស្ត្រ ។ល។ ទាំងនោះដោយប្រើប្រាស់ស្តង់ដារ និងលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យនានា

សំណួរគំរូ
• តើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យអ្វីខ្លះដែលអ្នកប្រើប្រាស់ដើម្បីវាយតម្លៃ...?   • តើគេបានប្រើទិន្នន័យអ្វីខ្លះដើម្បីវាយតម្លៃ...?

- តើអ្នកគួរមានជម្រើសអ្វីខ្លះ ?
- តើអ្នកកំណត់តថភាពតាមរបៀបណា ?
- តើអ្វីជាចំណុចសំខាន់បំផុតនៃ... ?
- តើអ្នកអាចមានមតិយោបល់អ្វីដែរឬទេ ?
- តើអ្នកធ្វើចំណាត់ថ្នាក់...ដោយវិធីណា ?
- តើអ្វីជាគំនិតរបស់អ្នកស្ដីអំពី... ?
- តើអ្នកអាចផ្ទៀងផ្ទាត់...តាមវិធីណា ?
- តើព័ត៌មានអ្វីខ្លះដែលអ្នកប្រើប្រាស់ដើម្បីកំណត់អាទិភាពនៃ... ?
- ចូរវាយតម្លៃនៃ...
- ធ្វើចំណាត់ថ្នាក់សារៈសំខាន់នៃ...
- ចូរកំណត់នូវតម្លៃនៃ...
- តើមានដំណោះស្រាយដែលល្អជាងដើម្បី... ?
- វិនិច្ឆ័យតម្លៃនៃ...ដែលអ្នកគិតអំពី... ?
- តើអ្នកអាចការពារគោលជំហររបស់អ្នកអំពី...បានដែរឬទេ ?
- តើអ្នកគិតថា...ជារឿងល្អឬអាក្រក់ ?
- តើអ្នកនឹងដោះស្រាយ...តាមវិធីណា ?
- តើការផ្លាស់ប្ដូរអ្វីខ្លះចំពោះ...ដែលអ្នកអាចផ្ដល់ជាអនុសាសន៍បាន ?
- តើអ្នកគឺជាមនុស្ស...ដែរឬទេ ?
- តើអ្នកមានអារម្មណ៍យ៉ាងណា ប្រសិនបើ... ?
- តើ...មានប្រសិទ្ធភាពរបៀបណា ?

ឧទាហរណ៍ ៖ ចូរពិភាក្សាពីផលប៉ះពាល់នៃដែកឡើងច្រែះលើសង្គម សេដ្ឋកិច្ច និងបរិស្ថាន។

១.៥.៦ កម្រិតបង្កើតថ្មី

គ្រូបង្រៀនគួរ៖

1. ផ្ដល់ឱកាសឱ្យសិស្សបានសំយោគនូវចំណេះដឹង ដោយប្រើប្រាស់នូវជំនាញ នៃការគិត និងការដោះស្រាយបញ្ហា
2. តម្រូវឱ្យសិស្សបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា ពួកគេអាចប្រមូលបញ្ចូលគ្នានូវគោលគំនិតនានា ដើម្បីកសាងនូវគំនិតថ្មីសម្រាប់ស្ថានភាពថ្មី

សំណួរគំរូ
• តើជម្រើសអ្វីខ្លះទៀតដែលអ្នកអាចស្នើសុំសម្រាប់ ... ? • តើការផ្លាស់ប្ដូរអ្វីខ្លះដែលអ្នកមានដើម្បីកែលម្អ... ? • តើអ្នកនឹងពន្យល់ហេតុផល... តាមវិធីណា ? • តើអ្នកអាចបង្កើតអ្វីបាន... ?

- តើតថភាពអ្វីខ្លះដែលអ្នកអាចប្រមូលបាន...?
- ចូរព្យាករណ៍ពីលទ្ធផលប្រសិនបើ... ។
- តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើ...?
- តើអ្នកបង្ហាញ...តាមវិធីណា?
- ចូរបង្កើតវិធីសាស្ត្រមួយដើម្បី...។
- តើអ្នកចងក្រងព័ត៌មានពិតសម្រាប់... តាមវិធីណា?
- តើអ្នកពន្យល់បកស្រាយដោយផ្អែកលើហេតុផល... តាមរបៀបណា?
- តើអ្នកកែលម្អ...តាមវិធីណា?
- តើអ្នកអាចតាក់តែង ឬរៀបចំ... ឱ្យក្លាយទៅជា... បានដែរឬទេ?
- ហេតុអ្វីបានជាមិនសរសេរបទចម្រៀងសម្រាប់...?
- តើអ្នកអាចរកឃើញដំណោះស្រាយសម្រាប់...?
- ប្រសិនបើអ្នកមានសិទ្ធិប្រើប្រាស់ធនធានទាំងអស់ តើអ្នកនឹងដោះស្រាយតាមវិធីណា?
- ហេតុអ្វីបានជាអ្នកមិនកែលម្អវិធីសាស្ត្ររបស់អ្នក ដើម្បីដោះស្រាយ...?
- តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើ...?
- តើមានវិធីសាស្ត្រប៉ុន្មានដែលអ្នកអាច...?

តើអ្នកអាចបង្កើតអ្វីដែលថ្មី និងចម្លែកសម្រាប់...?

ឧទាហរណ៍៖ ចូរបង្កើតពិសោធន៍មួយដើម្បីបង្ហាញថាអុកស៊ីសែនគឺជាសារធាតុសំខាន់ធ្វើឱ្យដែកឡើងច្រែះ។

មេរៀនទី២ ៖ លំនឹងគីមី(សម្រាប់អនុវត្តកិច្ចតែងការ)

២.១.ប្រតិកម្មទៅមក

- ប្រតិកម្មទៅមក គឺជាប្រតិកម្មគីមីដែលក្នុងនោះមានអង្គធាតុកកើតអាចមានប្រតិកម្ម ជាមួយគ្នាបង្កើតអង្គធាតុប្រតិករវិញ។

  ឧទាហរណ៍៖ $H_2CO_3(aq) + H_2O(l) \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} H_3O^+(aq) + HCO_3^-$

  $CH_3COOH\ (aq) + H_2O\ (l) \rightleftharpoons H_3O^+\ (aq) + CH_3COO^-\ (aq)$

- ប្រតិកម្មទៅមកឈានដល់លំនឹងគីមី កាលណាល្បឿនប្រតិកម្មតាមទិសបណ្តោយ (1) ស្មើនឹងប្រតិកម្មតាមទិស ច្រាស (2) ។ នៅពេលមានលំនឹងគីមីកើតឡើង កំហាប់នៃអង្គធាតុកកើត និងអង្គធាតុប្រតិករលែងប្រែប្រួល។

២.២. កន្សោមថេរលំនឹង

- យើងមានប្រតិកម្មទូទៅមួយ : $aA + bB \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} cC + dD$ ។ កន្សោមថេរលំនឹងនៃ ប្រតិកម្មនេះតាងដោយ K និង មានទំនាក់ទំនងដូចខាងក្រោម៖

$K = \dfrac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$ ។ ថេរលំនឹង K ប្រែប្រួលតាមសីតុណ្ហភាព វាមិនអាស្រ័យនឹងកំហាប់នៃអង្គធាតុប្រតិករទេ

២.៣. ការរំកិលលំនឹង

- នៅឆ្នាំ ១៨៨៨ លោក ឡឺសាតឺលីយេ (Le Chatelier) បានចេញគោលការណ៍ អំពីកត្តាដែលនាំឱ្យមានការរំកិល លំនឹងថា "**បើប្រព័ន្ធមួយកំពុងមានលំនឹងរងនូវភាពតានតឹង លំនឹងនោះរំកិលទៅតាមទិសដៅដែលមានទំនោររំដោះ ភាពតានតឹង**"។
- កត្តាដែលនាំឱ្យមានភាពតានតឹងដល់លំនឹងគីមី គឺ សម្ពាធ កំហាប់ និងសីតុណ្ហភាព។

២.៣.១ បម្រែបម្រួលសម្ពាធ

ការប្រែប្រួលសម្ពាធមានឥទ្ធិពលទៅលើលំនឹងនៃប្រព័ន្ធដែលមានភាពរូបជាឧស្ម័នតែប៉ុណ្ណោះ និងចំនួនម៉ូលសរុបនៃអង្គធាតុប្រតិករ ខុសគ្នាពីចំនួនម៉ូលសរុបនៃអង្គធាតុកកើត។

ឧទាហរណ៍១ ប្រតិកម្ម : $2N_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2N_2O\ (g)$ កំពុងមានលំនឹង។

- ការបង្កើនសម្ពាធ (មាឌថយចុះ) នាំឱ្យមានការប្រែប្រួលលំនឹងទៅរកការរំដោះភាពតានតឹងគឺទៅរកការបន្ទូសម្ពាធ។
- ខាងអង្គធាតុប្រតិករមានចំនួនម៉ូលសរុប 3 ម៉ូល ខាងអង្គធាតុកកើតមានចំនួនម៉ូលសរុប 2 ម៉ូល។ ក្នុងប្រតិកម្មខាងលើ ប្រព័ន្ធលំនឹង N_2, O_2, និង N_2O អាចកាត់បន្ថយចំនួនម៉ូលេគុល ដើម្បីបន្ធូបន្ថយសម្ពាធ។ ដូចនេះលំនឹងរំកិលទៅរកខាងស្តាំដើម្បីបន្ថយចំនួនម៉ូល។

  ឧទាហរណ៍២ ប្រតិកម្ម : $H_2\ (g) + Cl_2\ (g) \rightleftharpoons 2HCl\ (g)$ ដោយសារចំនួនម៉ូលសរុបអង្គធាតុប្រតិករ ស្មើចំនួនម៉ូលសរុបអង្គធាតុកកើត (២ម៉ូល) នោះការបង្កើនសម្ពាធមិននាំឱ្យមានការរំកិលលំនឹងទេ។

២.៣.២ បម្រែបម្រួលកំហាប់

(ជាការបន្ថែមបរិមាណអង្គធាតុក្នុងមាឌជាក់លាក់មួយ)

ឧទាហរណ៍៖ប្រតិកម្មមួយកំពុងមានលំនឹង : A + B ⇌ C+D។

- នៅពេលកំពុងមានលំនឹងបែបនេះ តើមានអ្វីកើតឡើងប្រសិនបើយើង បន្ថែមបរិមាណអង្គធាតុ A ឬ B? ប្រាកដណាស់ ប្រតិកម្មនឹងបន្តទៅរកលំនឹងថ្មីដែលអង្គធាតុ A ឬ B បន្ថែមថ្មីថយចុះបន្តិច និងអង្គធាតុ C និង D បន្តកើន ឡើងបន្តិចទៀត។ បរិមាណប្រភេទគីមីនៅលំនឹងថ្មីនេះ ខុសពីកាលនៅលំនឹងចាស់ ប៉ុន្តែ តម្លៃថេរលំនឹង នៅរក្សាដដែលមិនប្រែប្រួលទេ ។
- ផ្ទុយទៅវិញ តើមានអ្វីកើតឡើង ប្រសិនបើយើងបន្ថែមបរិមាណអង្គធាតុ C ឬ D? ម្តងនេះ ប្រតិកម្មនឹងមានទំនោរ បញ្ច្រាសវិញ គឺប្រតិកម្មនឹងមានទិសដៅបង្កើតអង្គធាតុ A និង B ។

២.៣.៣ បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព

- ក្នុងប្រតិកម្មទៅមក បើប្រតិកម្មតាមទិសដៅស្របជាលំនាំបញ្ចេញកម្តៅ នោះប្រតិកម្មតាមទិសដៅប្រាស ជាលំនាំស្រូបកម្តៅ។
- ការបន្ថែមថាមពលក្នុងសណ្ឋានកម្តៅ (បង្កើនសីតុណ្ហភាព) ជាលក្ខខណ្ឌ សមប្រកបសម្រាប់ប្រតិកម្ម ស្រូបកម្តៅ។ ការបន្ថយថាមពល (បញ្ចុះសីតុណ្ហភាព) ជាលក្ខខណ្ឌសមប្រកបសម្រាប់ប្រតិកម្មបញ្ចេញ កម្តៅ។
- ការបង្កើនសីតុណ្ហភាព ធ្វើឱ្យប្រតិកម្មឆាប់ឈានដល់លំនឹង ថ្វីបើល្បឿនប្រតិកម្មតាមទិសប្រាសកើតមាន មិនស្មើគ្នាក៏ដោយ។
- តម្លៃថេរលំនឹង (K) នៃប្រតិកម្មប្រែប្រួលអាស្រ័យទៅតាមសីតុណ្ហភាព។

  ឧទាហរណ៍ ៖ ប្រតិកម្ម : $2N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 3NH_3(g) + 92kJ$

  សន្មតថាប្រតិកម្មស្ថិតក្នុងភាពលំនឹង។ ប្រសិនបើយើងបង្កើនសីតុណ្ហភាពដល់ប្រព័ន្ធប្រតិកម្ម តើបរិមាណ ប្រភេទគីមីមួយណាថយ? មួយណាកើន? ចម្លើយគឺ NH_3ថយ ហើយ N_2 និង H_2 កើន។

  ផ្ទុយមកវិញ បើយើងបន្ថយសីតុណ្ហភាព នោះ N_2 និង H_2 ថយ ហើយ NH_3កើន។

  *ក្នុងឧស្សាហកម្មផលិត NH_3 គេសុខចិត្តបង្កើនសីតុណ្ហភាព និងបង្កើនសម្ពាធដើម្បីឱ្យឆាប់ដល់ លំនឹងទោះបីនៅពេលលំនឹងមានបរិមាណ NH_3 តិចជាងធៀបនឹងមិនបង្កើនសីតុណ្ហភាពក៏ដោយ ។

  ឧទាហរណ៍ ៖ ប្រតិកម្ម : $2N_2O\ (g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$+ កម្តៅ

- សន្មតថា ប្រតិកម្មកំពុងមានលំនឹងនៅសីតុណ្ហភាព 25°C។ ប្រសិនបើយើងបង្កើនសីតុណ្ហភាព នោះ ប្រតិកម្មមានទំនោរបង្កើត NO_2 ចំណែក N_2O_4 ថយចុះ។ ផ្ទុយទៅវិញប្រសិនបើយើង បញ្ចុះសីតុណ្ហភាព នោះប្រតិកម្មមានទំនោរបង្កើត N_2O_4 ថែមទៀត ចំណែក NO_2 ថយចុះ។

  តើបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពនេះ នាំឱ្យតម្លៃថេរលំនឹង (K) ប្រែប្រួលឬទេ?

  គេមានប្រតិកម្ម : $2N_2O\ (g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$+ កម្តៅ

- សាកល្បងពិនិត្យមើល កន្សោមថេរលំនឹង (K) នៃប្រតិកម្ម យើងបាន :

$$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]} = a$$

– ករណីបង្កើនសីតុណ្ហភាព: $[NO_2]$ កើន និង $[N_2O_4]$ ថយចុះ។

នាំឱ្យ $K_{លំនឹងថ្មី}$ តូចជាង a

– ករណីបន្ថយសីតុណ្ហភាព: $[NO_2]$ ថយចុះ និង $[N_2O_4]$ កើន។

នាំឱ្យ $K_{លំនឹងថ្មី}$ ធំជាង a នេះបញ្ជាក់ថា នៅពេលសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួល នោះតម្លៃ K ប្រែប្រួល។

២.៤. ប្រតិកម្មឈានទៅរកសព្វ

- អ៊ីយ៉ុងខ្លះចូលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយគ្នាឱ្យផលជាឧស្ម័ន កករ ឬអង្គធាតុបំបែកអ៊ីយ៉ុងតិច។ ប្រតិកម្មបែបនេះឈានទៅរកសព្វ ដោយសារអ៊ីយ៉ុងទាំងនោះបានរំដោះចេញពីសូលុយស្យុងស្ទើរតែអស់។

២.៤.១ ប្រតិកម្មកំណាឧស្ម័ន

ឧទាហរណ៍៖ $2HCl(aq)+Na_2CO_3(aq)\rightarrow 2NaCl(aq)+CO_2(g)+H_2O(l)$

ឬ $2H^+(aq)+2Cl^-(aq)+2Na^+(aq)+CO_3^{2-}(aq)\rightarrow 2Na^+(aq)+2Cl^-(aq)+\underbrace{CO_2(g)+H_2O(l)}_{H_2CO_3(aq)}$

ឬ $2H^+(aq)+CO_3^{2-}(aq)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(l)$

ទោះបី H_2CO_3 (aq) $\rightleftharpoons$ CO_2 (g) + H_2O ជាប្រតិកម្មទៅមក

CO_2 ជាឧស្ម័នបានហើរចេញពីសូលុយស្យុង។ ដូចនេះមាន CO_2 (g) តិចតួចណាស់ បានប្រតិកម្មជាមួយ H_2O (l) ត្រឡប់មកកើតជា H_2CO_3 (aq) ដូចនេះប្រតិកម្មខាងលើគេចាត់ទុកថាជាប្រតិកម្មឈានទៅរកសព្វ។

២.៤.២ ប្រតិកម្មឱ្យផលជាកករ

ឧទាហរណ៍៖ $NaCl(aq)+AgNO_3(aq)\rightarrow NaNO_3(aq)+AgCl(s)$

ឬ $Na^+(aq)+Cl^-(aq)+Ag^+(aq)+NO_3^-(aq)\rightarrow Na^+(aq)+NO_3^-(aq)+AgCl(s)$

ឬ $Ag^+(aq)+Cl^-(aq)\rightarrow AgCl(s)$

- ដោយអ៊ីយ៉ុង Na^+ និង NO_3^-ជាអ៊ីយ៉ុងទស្សនិក យើងសម្រួលចោលក្នុងសមីការប្រតិកម្ម។ ពេលប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុង Cl^- និងអ៊ីយ៉ុង Ag^+ បានផ្សំចូលគ្នាបង្កើតជាកករ AgCl។
- កករ AgCl ជាសមាសធាតុដែលនៅក្នុងទឹក វាបំបែកអ៊ីយ៉ុងបានតិចបំផុត ដូចនេះមិនមានប្រតិកម្មតបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង ត្រឡប់ទៅវិញទេ។ ប្រតិកម្មបែបនេះជាប្រតិកម្មឈានទៅរកសព្វ។

២.៤.៣ ប្រតិកម្មឱ្យផលជាសារធាតុបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងបានតិច

ឧទាហរណ៍៖ $HCl(aq)+NaOH(aq)\rightarrow NaCl(aq)+H_2O(l)$

ឬ $H^+(aq)+Cl^-(aq)+Na^+(aq)+OH^-(aq)\rightarrow Na^+(aq)+Cl^-(aq)+H_2O(l)$

ឬ $H^+(aq)+OH^-(aq)\rightarrow H_2O(l)$

- អ៊ីយ៉ុង H^+និង OH^- ត្រូវបានរំដោះចេញពីសូលុយស្យុងស្ទើរតែទាំងអស់ ដើម្បីបង្កើតជាម៉ូលេគុល H_2O ហើយម៉ូលេគុល H_2O ដែលកកើត ជាសមាសធាតុបំបែកអ៊ីយ៉ុង H^+និង OH^- បានតិចតួចបំផុត ត្រឡប់មកវិញ។ ដូចនេះប្រតិកម្មបែបនេះជាប្រតិកម្មឈានទៅរកសព្វ។

២.៥. ផលអ៊ីយ៉ុងរួម

២.៥.១ ផលអ៊ីយ៉ុងរួមឱ្យជាកករ

- គេអាចរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្មណាមួយ តាមទិសដៅដែលគេចង់បាន ដោយអនុវត្តតាមគោលការណ៍

ឡឺសាតឺលីយេ។

ឧទាហរណ៍៖សូលុយស្យុងសូដ្យូមក្លរួឆ្អែត មានសមីការលំនឹង

$NaCl(s) \rightleftharpoons Na^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

- បើគេរំលាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនក្លរួHCl(g)ចូលក្នុងសូលុយស្យុងទឹកអំបិលឆ្អែតនេះ តើលំនឹងប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្ដេច?
  - HCl(g) រលាយក្នុងទឹក: $HCl(g) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$
    ដូចនេះការរំលាយ HCl(g) ក្នុងសូលុយស្យុងទឹកអំបិលឆ្អែត នាំឱ្យកំហាប់ Cl^- កើន ដែលធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធមានភាពតានតឹង។ ដើម្បីរំដោះភាពតានតឹងនេះ អ៊ីយ៉ុង Cl^- បានចូលផ្សំជាមួយ អ៊ីយ៉ុង Na^+ឱ្យផលជាកករ ឬក្រាមអំបិល NaCl វិញ។
  - នៅលំនឹងថ្មី កំហាប់ Cl^- ធំជាងកំហាប់ដើម ចំណែកកំហាប់អ៊ីយ៉ុង Na^+ ថយចុះ។

២.៥.២ ផលអ៊ីយ៉ុងរួម បន្ថយកម្រិតអ៊ីយ៉ុងកម្ម

ឧទាហរណ៍៖ អាស៊ីតអាសទិចជាអាស៊ីតខ្សោយបំបែកក្នុងទឹកតាងដោយសមីការ

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(aq) \rightleftharpoons H_3O^{+} + CH_3COO^{-}(aq)$$

- សូដ្យូមអាសេតាត (សូដ្យូមអេតាណូអាត) ជាអំបិលរលាយក្នុងទឹក បំបែកអ៊ីយ៉ុង បានសព្វល្អ : $CH_3COONa(s) \rightarrow CH_3COO^{-}(aq) + Na^{+}(aq)$

  - បើគេយកក្រាមCH_3COONa បន្តិចដាក់ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតអាសេទិចនាំឱ្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុង អាសេតាត CH_3COO^- កើនឡើង។ តាមគោលការណ៍ ឡឺសាតឺលីយេ នោះអ៊ីយ៉ុង CH_3COO^- ធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង H_3O^+ បង្កើតជា CH_3COOH វិញ។

  - ជាលទ្ធផល ការបន្ថែមក្រាម CH_3COONa នាំឱ្យកំហាប់ CH_3COOH កើន និងកំហាប់ H_3O^+ ថយចុះ។ ដូចនេះអាស៊ីតអាសេទិចបំបែកអ៊ីយ៉ុងបានតិចជាងមុន។

- ជាទូទៅ សូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីតខ្សោយ បំបែកអ៊ីយ៉ុងថយចុះ កាលណាគេបន្ថែមអំបិលដែលមានអ៊ីយ៉ុងណា មួយដូចអ៊ីយ៉ុងរបស់អេឡិចត្រូលីតខ្សោយនោះ។

២.៦. ថេរអ៊ីយ៉ុងកម្មនអាស៊ីតខ្សោយ

- អាស៊ីតខ្សោយមានលក្ខណៈជាអេឡិចត្រូលីតខ្សោយដោយសារ តែវាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងមិនសព្វក្នុងទឹក។
- នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ សូលុយស្យុងអាស៊ីតអាសេទិច(CH_3COOH) នៅកំហាប់ 0.1M មានម៉ូលេគុលអាស៊ីត 1.3% ប៉ុណ្ណោះបានបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង (បំបែកជាអ៊ីយ៉ុង H_3O^+ និង CH_3COO^-) ចំណែកម៉ូលេគុលអាស៊ីត 98.7% ទៀត នៅរក្សាជាទម្រង់ម៉ូលេគុល CH_3COOH ដដែល។

➢ សមីការលំនឹងអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីតអាសេទិចគឺ:

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(aq) \rightleftharpoons H_3O^{+} + CH_3COO^{-}(aq)$$

➢ ប្រតិកម្មខាងលើជាប្រតិកម្មទៅមក ដូចនេះគេអាចសរសេរកន្សោមថេរលំនឹង(K) បាន។

$$K = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH][H_2O]}$$

- គ្រប់សូលុយស្យុងរាវ, H_2O ជាអង្គធាតុរាវ មានបរិមាណលើសលប់ គេចាត់ទុក កំហាប់របស់វាថេរ នៅពេលប្រព័ន្ធវិវត្ត។ ដោយKនិង $[H_2O]$ មានតម្លៃថេរនាំឱ្យផលគុណ$K[H_2O]$ ក៏មានតម្លៃថេរដែរ។ គេតាង $K[H_2O] = Ka$ ។
- គេបាន $K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ ។ K_a ហៅថា ថេរអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីត។
- ភាគរយអ៊ីយ៉ុងកម្ម (α) គឺកម្រិតបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងដែល $\alpha = \frac{[H_3O^+]x100\%}{Ca}$

២.៧. អ៊ីដ្រូលីសនៃអំបិល

- អំបិលបានកើតឡើងពីប្រតិកម្មបន្សាបរវាងអាស៊ីត និងបាស។ ក្នុងម៉ូលេគុលអំបិល **កាចុង(អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន)** គឺបានពីបាស ចំណែក**អាញ៉ុង(អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន)**គឺបានពីអាស៊ីត។
- អំបិលមួយចំនួនរលាយក្នុងទឹក ឱ្យផលជាសូលុយស្យុងណឺត អំបិលមួយចំនួនទៀតរលាយក្នុងទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងអាស៊ីត និងមួយចំនួនទៀតរលាយក្នុងទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងបាស។

- **អំបិលរលាយក្នុងទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងណឺត(អំបិលបានពីអាស៊ីតខ្លាំង បាសខ្លាំង)**

  អំបិលដូចជា NaCl, $BaSO_4$, និង $Ca(NO_3)_2$ ពេលវារលាយក្នុងទឹកវាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង ដែលមានស្ថេរភាពក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ដោយមិនមានប្រតិកម្មបន្តទៀតទេ។

  $NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

  $CuSO_4(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

  $Ca(NO_3)_2(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$

  សូលុយស្យុងអំបិលទាំងនេះជាសូលុយស្យុងណឺត។

- យើងសិក្សាពីប្រតិកម្មបង្កអំបិលខាងលើទាំងនេះ យើងឃើញថាអំបិលទាំងនេះ បង្កពីប្រតិកម្មរវាងអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្លាំង។

  $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$ (1)

  $H_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2(s) \rightarrow CuSO_4(aq) + 2H_2O(l)$ (2)

  អាស៊ីត បាស អំបិល ទឹក

សូលុយស្យុងអំបិលដែលមានកាចុង និងអាញ៉ុងបានពីអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្លាំង ជាសូលុយស្យុងណឺត ។

- ***អំបិលរលាយក្នុងទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងបាស (អំបិលបានពីបាសខ្លាំង អាស៊ីតខ្សោយ)***

  ឧទាហរណ៍ $H_2CO_3(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2CO_3(aq) + 2H_2O(l$

  អាស៊ីត បាស អំបិល ទឹក

  អំបិល Na_2CO_3 ពេលវារលាយក្នុងទឹក វាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង Na^+ និង CO_3^{2-} ។

  ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក អ៊ីយ៉ុង Na^+ គ្មានអំពើជាមួយទឹកទេ ប៉ុន្តែអ៊ីយ៉ុង CO_3^{2-} មាន អំពើជាមួយ H_2O ដោយចាប់ យកប្រូតុងពីម៉ូលេគុលទឹកឱ្យផលជាអ៊ីយ៉ុងHCO_3^- និងអ៊ីយ៉ុង OH^- ។ (CO_3^{2-} មានលក្ខណៈជាបាសខ្លាំង ធ្លាស់នឹង HCO_3^- ដែលមាន លក្ខណៈជាអាស៊ីតខ្សោយ)។

  $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(1) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$ ។

លំនាំនេះ ធ្វើឱ្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុង OH^- កើន ចំណែកកំហាប់អ៊ីយ៉ុង H_3O^+ ថយចុះ។

ដូចនេះ សូលុយស្យុង Na_2CO_3 ជាសូលុយស្យុងបាស។

- ***អំបិលរលាយក្នុងទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងអាស៊ីត (អំបិលបានពីអាស៊ីតខ្លាំង បាសខ្សោយ)***

ឧទាហរណ៍ $HCl(aq) + NH_4OH(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq) + 2H_2O(l)$

អាស៊ីត　បាស　អំបិល　ទឹក

អំបិល NH_4Cl ពេលវារលាយក្នុងទឹក វាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង NH_4^+ និង Cl^- ។

ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក អ៊ីយ៉ុង Cl^- មិនមានអំពើជាមួយម៉ូលេគុល H_2O ទេ ប៉ុន្តែ អ៊ីយ៉ុង NH_4^+ មានអំពើជាមួយម៉ូលគុល H_2O ដោយវាផ្តល់ប្រូតុងឱ្យម៉ូលេគុលH_2O តាមសមីការ :

$$NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$$

លំនាំនេះ ធ្វើឱ្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុង H_3O^+ កើន ចំណែកកំហាប់អ៊ីយ៉ុង OH^- ថយចុះ។

ដូចនេះសូលុយស្យុង Na_2CO_3 ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីត។

២.៨. សូលុយស្យុងតំប៉ុង

- សូលុយស្យុងតំប៉ុងគឺជាល្បាយអាស៊ីតខ្សោយ និងបាសឆ្លាស់របស់វា ដែលមានកំហាប់ប្រហាក់ប្រហែលគ្នា ឬជាល្បាយសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ និងអាស៊ីតឆ្លាស់របស់វា ដែលមានកំហាប់ប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។
- គេអាចធ្វើសូលុយស្យុងតំប៉ុងដោយយកអាស៊ីតខ្សោយលាយជាមួយបាសឆ្លាស់របស់វា ឬយកបាសខ្សោយលាយ ជាមួយអាស៊ីតឆ្លាស់របស់វា។
- តាមវិធីម្យ៉ាងទៀតដោយយកអាស៊ីតខ្សោយឱ្យមានអំពើជាមួយបាសខ្លាំង ឬបាសខ្សោយមានអំពើជាមួយអាស៊ីតខ្លាំង។

ឧទាហរណ៍១. គេលាយសូលុយស្យុង CH_3COOH 0.1 mol ជាមួយ CH_3COONa 0.1mol ប្រភេទគីមីទាំងពីរមិនមានប្រតិកម្មជាមួយគ្នាទេ ដូចនេះក្នុងសូលុយស្យុងមាន CH_3COOH 0.1 mol និង អ៊ីយ៉ុង CH_3COO^- 0.1mol (បានពី CH_3COONa) និង ប្រភេទគីមីស្ថិតក្នុងសូលុយស្យុងតែមួយ មានមាឌស្មើគ្នា ដូចនេះ វាមានកំហាប់ស្មើគ្នា។ សូលុយស្យុងនេះជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង។

ឧទាហរណ៍២. គេលាយសូលុយស្យុង CH_3COOH 0.2 mol ជាមួយ NaOH 0.1mol

ប្រភេទគីមីទាំងពីរមានប្រតិកម្មជាមួយគ្នា

$$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$$

ដើម :	0.2 mol	0. 1 mol	0. 0 mol
ប្រតិ :	-0.1 mol	- 0. 1 mol	+ 0. 1 mol
ចប់ :	0.1 mol	0. 0 mol	0. 1 mol

ក្រោយប្រតិកម្ម ក្នុងសូលុយស្យុងមានប្រភេទគីមី CH_3COOH 0.1 mol និងអ៊ីយ៉ុង CH_3COO^- 0.1mol (បានពី CH_3COONa) ប្រភេទគីមីស្ថិតក្នុងសូលុយស្យុងតែមួយ មានមាឌស្មើគ្នា ដូចនេះ វាមានកំហាប់ស្មើគ្នា។ សូលុយស្យុងនេះជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង។

- លក្ខណៈរបស់សូលុយស្យុងតំប៉ុង គឺ សូលុយស្យុងតំប៉ុងមានបម្រែបម្រួល pH តិចតួច កាលណាគេបន្ថែម អាស៊ីតខ្លាំង ឬបាសខ្លាំង ឬពង្រាវវា។
  ឧទាហរណ៍. គេមានសូលុយស្យុងតំប៉ុងមួយដែលមានប្រភេទគីមីCH_3-COOH និងអ៊ីយ៉ុងCH_3COO^- ។ ប្រសិនបើ គេបន្ថែមបរិមាណអាស៊ីតបន្តិចក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ុងនេះអ៊ីយ៉ុង CH_3COO^- នឹងចូលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង H_3O^+ បង្កើតបានជាម៉ូលេគុលCH_3COOH នាំឱ្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុង H_3O^+ កើនឡើងតិចតួចបំផុត និង pH នៃសូលុយស្យុងក៏ប្រែប្រួលតិចតួចបំផុត។

លំហាត់អនុវត្ត

១. ដូចម្តេចហៅថាលំនឹងឌីណាមិច ? ចូរពន្យល់ដោយលើកឧទាហរណ៍មួយ។

២. តើអ្នកអាចដឹងថាប្រព័ន្ធមួយមានលំនឹង ឬគ្មានលំនឹងបានដោយរបៀបណា ?

៣. តើគោលការណ៍ ឡឺសាតឺលីយេ ពោលថាយ៉ាងដូចម្តេច ?

៤. តើកត្តាមានឥទ្ធិពលលើការរំកិលលំនឹងមានអ្វីខ្លះ ?

៥. អ្វីទៅជាថេរលំនឹង ? តើកត្តាអ្វីដែលមានឥទ្ធិពលលើថេរលំនឹង ?

៧. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រព័ន្ធខាងក្រោម កាលណាគេបង្កើនសម្ពាធលើវា

ក . $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$

ខ. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

គ. $2N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2O(g)$

ឃ. $SO_2(g) + 1/2\ O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g)$

៨. តើលំនឹងនីមួយៗខាងក្រោមរំកិលទៅទិសដៅមួយណា ?

ក. បើគេរំដោះ O_2 ចេញពីប្រព័ន្ធ

$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(g)$

ខ. បើគេបន្ថែម O_2ឱ្យទៅប្រព័ន្ធ

$2Cl_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2Cl_2O(g)$

គ. បើគេបន្ថែម C ឱ្យទៅប្រព័ន្ធ

$C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO(g)$

៩. គេមានប្រតិកម្ម : $2NO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2H_2O(l)$

ក្នុងកែវប្រតិកម្មចំណុះ 1L នៅសីតុណ្ហភាព 127°C ប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹងមាន NO = 0.2mol, H_2= 0.1mol, និង H_2O = 0.4mol។ ចូរកំណត់រកតម្លៃថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម។

១០. គណនាថេរលំនឹង K នៃប្រព័ន្ធ N_2, O_2, និង NO នៅសីតុណ្ហភាព 1227°C។

សមីការតុល្យការលំនឹងគីមី : $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

គេដឹងថា កំហាប់នៃអង្គធាតុនីមួយៗនៅពេលលំនឹងគីមីគឺ : $[N_2] = 6.4 \times 10^{-3}$ M, $[O_2] = 1.7 \times 10^{-3}$ M, $[NO] = 1.1 \times 10^{-3}$ M

១១. គេមានប្រតិកម្មមួយតាងដោយសមីការតុល្យការ : $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$

គេយកអង្គធាតុ A ចំនួន 1.00mol និង B ចំនួន 1.00mol ដាក់ក្នុងដប 1.00L ហើយបិទឱ្យជិត។ រយៈពេល ១០ថ្ងៃ ក្រោយមក ប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹង ហើយគេទទួលបាន អង្គធាតុ C ចំនួន 0.200 mol។

ក. ចូរកំណត់រកកំហាប់ A និង B នៅពេលប្រព័ន្ធមានលំនឹង និងកំណត់ថេលំនឹង K។

ខ. គេធ្វើពិសោធន៍ម្តងទៀត ដោយយក C និង D ចំនួន 1.00 mol ដូចគ្នា ដាក់ក្នុងដប 1.00L។ តើគេអាចទទួលបានបរិមាណ A ប៉ុន្មាននៅពេលប្រព័ន្ធមានលំនឹង ?

១២. ក្នុងកែវប្រតិកម្មចំណុះ 1L គេឱ្យឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ 2mol រងប្រតិកម្មបំបែក តាងដោយ

សមីការ : $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ ។ នៅពេលអាម៉ូញាក់បំបែកអស់ 25% នោះប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹង។ ចូរកំណត់រកតម្លៃ K ។

១៣. គេមានប្រតិកម្ម : $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

នៅពេលលំនឹង $[H_2] = [I_2] = 0.2M$ និង $[HI] = 0.4M$។ ចូរគណនាតម្លៃថេរលំនឹង K នៃប្រតិកម្ម។

១៤. គេមានប្រតិកម្ម: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ V=1L

ប្រតិកម្មខាងលើផ្តើមដោយដាក់ H_2 = 1mol, និង I_2 = 1mol ឱ្យប្រតិកម្មជាមួយគ្នា។ ប្រសិនបើថេរលំនឹង K = 54.8 ។ ចូរកំណត់កំហាប់ប្រភេទគីមីនីមួយៗនៅពេលលំនឹង។

១៥. ផូសែន $COCl_2$ ត្រូវបានផលិតឡើងតាមរយៈប្រតិកម្មរវាង ឧស្ម័ន CO និងឧស្ម័ន Cl_2 តាងដោយសមីការ : $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$។ នៅលំនឹងគេវាស់ឃើញ [CO] = 0.025M និង $[Cl_2]$ = 0.025M និងតម្លៃ ថេរលំនឹងគឺ 1.2×10^{-3} ។ ចូរគណនាកំហាប់ឧស្ម័នផូសែននៅថេរលំនឹង។

១៦. ក្នុងកែវចំណុះ 1L មានល្បាយឧស្ម័ន N_2, O_2, និង NO ឋិតក្នុងលំនឹងគីមី ដែល N_2 = 4mol, O_2 = 1mol, និង NO = 4 mol។ ប្រសិនបើគេថែមO_2 =3mol ចូលក្នុងប្រព័ន្ធប្រតិកម្មទៀត នោះប្រតិកម្មនឹងឈានទៅរកលំនឹងថ្មី។ ចូរគណនាចំនួនម៉ូល NO នៅលំនឹងថ្មី។

សមីការតាងប្រតិកម្មគឺ $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

១៧. គេមានប្រតិកម្ម៖ $CO(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + NO(g)$ V = 1L

នៅពេលមានលំនឹង ចំនួនម៉ូលប្រភេទគីមីនីមួយៗគឺ CO = 0.3 mol, NO_2 = 0.4 mol, CO_2 = 0.6 mol និងNO=0.6 mol។ តើគេត្រូវថែមNOប៉ុន្មានម៉ូល ដើម្បីឱ្យនៅលំនឹងថ្មី NO_2 មានចំនួនម៉ូលស្មើ 0.5 mol?

១៨. គេមានប្រតិកម្ម៖ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g)$ V = 1L

នៅពេលមានលំនឹងចំនួនម៉ូលនៃ SO_2 = 0.2 mol, O_2= 0.1 mol, និងSO_3 = 0.2 mol។ នៅពេលមាឌកែវប្រតិកម្មត្រូវបានបង្កើន នៅសីតុណ្ហភាពថេរ ប្រតិកម្មឈានទៅរកលំនឹងថ្មី ដែលចំនួនម៉ូល SO_2 =0.3mol ។ គណនាមាឌកែវប្រតិកម្មនៅលំនឹងថ្មី ។

១៩. សូលុយស្យុងអាស៊ីត HA មួយនៅកំហាប់ 0.1 M មាន pH = 2.2 ។ ចូរកំណត់រកថេរអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីត HA ។ គេឱ្យ $10^{0.8} = 6.3$

២០. ក. អំបិលអាស៊ីត កើតឡើងពីប្រតិកម្មរវាងអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្សោយ។ ចូរសរសេររូបមន្តអំបិលអាស៊ីតឱ្យបានប្រាំ ។

ខ. អំបិលបាស កើតឡើងពីប្រតិកម្មរវាងបាសខ្លាំង និងអាស៊ីតខ្សោយ។ ចូរសរសេររូបមន្តអំបិលបាសឱ្យបានប្រាំ ។

២១. គេមានសមាសធាតុអំបិលដូចតទៅ៖ $NaNO_3$, $NaSO_4$, NH_4Br, $CuSO_4$, KF, CH_3COONa, MgCN។ ចូរបង្ហាញថាតើអំបិលនីមួយៗជាណឺត ឬអំបិលបាស ឬអំបិលអាស៊ីត ។

២២. គេយកអាស៊ីតអាសេទិច 0.16 mol និងសូដ្យូមអាសេតាត 0.21 mol ដាក់ក្នុងកែវបេស៊ែហើយគេបន្ថែមទឹកសុទ្ធឱ្យបានសូលុយស្យុងមាឌ 1L។ គណនា pH នៃសូលុយស្យុង។ គេឱ្យ log1.4 = 0.15 និង $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$

២៣. គណនា pH នៃសូលុយស្យុងអាម៉ូញាក់ដែលមានកំហាប់ 0.0669 M ។
គេឱ្យ log9.1= 0.96 និង $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ។

២៤. យកដុំប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រូកស៊ីត 0.02 mol ដាក់ក្នុងល្បាយសូលុយស្យុងមួយដែរមានអាស៊ីតអាសេទិច 0.16 mol និងប៉ូតាស្យូមអាសេតាត 0.21mol រលាយចូល។ សូលុយស្យុងនេះមានមាឌ 1L។ គណនា pH នៃសូលុយស្យុង។ គេឱ្យ log1.1 = 0.04 ។

២៥. ដូចម្តេចហៅថាសូលុយស្យុងតំប៉ុង?

២៦. តើសូលុយស្យុងខាងក្រោមនេះ ជាលុយសូលុយស្យុងតំប៉ុងដែរឬទេ? បើគេលាយ

ក. សូលុយស្យុងអាស៊ីតHNO_3 20mL កំហាប់0.5M ជាមួយសូលុយស្យុងKNO_3 20mL កំហាប់0.5M។

ខ. សូលុយស្យុងអាស៊ីត HCOOH 20mL កំហាប់ 1.0 M ជាមួយសូលុយស្យុង HCOONa 20mL កំហាប់ 1.0 M។

គ. សូលុយស្យុងអាស៊ីត HNO_2 20mL កំហាប់ 0.5M ជាមួយសូលុយស្យុងKCl 20mL កំហាប់0.5M។

២៧. សូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ HA ដែលមានកំហាប់ 0.25M មានកំហាប់អ៊ីយ៉ុង H_3O^+ ស្មើនឹង 6.16×10^5M។ គណនាតម្លៃ K_aនៃអាស៊ីត HA។ សមីការអ៊ីយ៉ុងនៃអាស៊ីត

$HA(aq) + HO(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$

២៨. សូលុយស្យុង 0.35M នៃបាសខ្សោយ B មានកំហាប់អ៊ីយ៉ុង OH^- ស្មើ 7.11×10^{-6}M។ ចូរគណនាតម្លៃ K_b នៃបាស B ។ គឺសមីការអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃបាស B គឺ $B(aq) + H2O(L) \rightleftharpoons BH(aq) + OH(aq)$

២៩. គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុង H_3O^+ នៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតផរមិចដែលមានកំហាប់ 0.4 M ។
សមីការអ៊ីយ៉ុងនៃអាស៊ីត $HCOOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCOO^-(aq)$
ថេរអ៊ីយ៉ុងនៃអាស៊ីត $K_a = 1.7 \times 10^4$

៣០. សូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ HA នៅកំហាប់ 0.1 M មាន pH = 5.11។ ចូរគណនាតម្លៃ K_a នៃអាស៊ីត HA ។

៣១. គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម និង pH នៃសូលុយស្យុងអាម៉ូញាក់ ដែលមានកំហាប់ 0.747M ។

កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី១

កាលបរិច្ឆេទ ៖ ថ្ងៃទី................ខែ.............ឆ្នាំ................

មុខវិជ្ជា ៖ គីមីវិទ្យា

មេរៀន ៖ លំនឹងអាស៊ីតបាស និងអំបិល

៤. សូលុយស្យុងតំប៉ុង

រយៈពេល ៖ ៥០នាទី

I. **វត្ថុបំណង** ៖ ក្រោយពីបង្រៀនចប់សិក្ខាកាមមានសមត្ថភាព៖
- វិជ្ជាសម្បទា ៖ ពណ៌នាពីនិយមន័យសូលុយស្យុងតំប៉ុងបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈការពិសោធ
- បំណិនសម្បទា ៖បង្ហាញពីរបៀបធ្វើសូលុយស្យុងតំប៉ុង និងការពារទៅនឹងការប្រែប្រួល pHនៃសូលុយស្យុងបានច្បាស់លាស់តាមរយៈការពិសោធ
- ចរិយាសម្បទា ៖ ប្រុងប្រយ័ត្នក្នុងការធ្វើពិសោធ ។

II. **សម្ភារៈឧបទេស**
- សៀវភៅសិស្សទំព័រទី ១៣៨ ដល់១៤២
- pH ម៉ែត្រ កែវបេស៊ែ
- សូលុយស្យុងអាស៊ីតអាសេទិចកំហាប់ 1M
- សូលុយស្យុងសូដ្យូមអាសេតាតកំហាប់ 1M
- សូលុយស្យុងស៊ូតកំហាប់ 0.5M
- សូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចកំហាប់ 0.5M

III. **វិធីសាស្ត្របង្រៀន ៖**
- តាមបែបរិះរក (ដោយបញ្ច្រាបBloom's taxonomy)

IV. **ដំណើរការបង្រៀន**

សកម្មភាពគ្រូ	**ខ្លឹមសារមេរៀន**	**សកម្មភាពសិស្ស**
- ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្តាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន	ជំហានទី១ **រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន** (រយៈពេល៣នាទី)	-សិស្សស្ងៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
(កម្រិតចងចាំ) -តើប្អូនចងចាំទេថា អំបិលដែលកើតពីអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្សោយ រលាយក្នុងទឹកបង្កើតសូលុយស្យុងមជ្ឈដ្ឋានជាអ្វី ?	ជំហានទី២ **រំលឹកមេរៀនចាស់** (រយៈពេល៧នាទី)	-អំបិលដែលកើតពីអាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្សោយ រលាយក្នុងទឹកបង្កើតសូលុយស្យុងមជ្ឈដ្ឋានជាអាស៊ីត ។

(កម្រិតយល់ដឹង) -តើប្អូនអាចពន្យល់បានទេថា ហេតុអ្វីបានជាវាបង្កើតសូលុយស្យុងមជ្ឈដ្ឋានជាអាស៊ីត?		-ព្រោះកាចុងអំបិលបានពីបាសខ្សោយមានប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសឱ្យផលជាអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម (H_3O^+) ។
សិស្សអានសៀវភៅទំព័រទី១៣៨ (កម្រិតចងចាំ) -ដូចម្តេចហៅថា សូលុយស្យុងតំប៉ុង?	ជំហានទី៣ **មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ** (រយៈពេល៣០នាទី) ៤.សូលុយស្យុងតំប៉ុង	-សូលុយស្យុងតំប៉ុងជាល្បាយសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយនិងបាសឆ្លាស់របស់វា ឬជាល្បាយសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ និងអាស៊ីតឆ្លាស់របស់វាដែលមានកំហាប់ប្រហាក់ប្រហែលគ្នា ។
(កម្រិតចងចាំ) -ចូរពន្យល់ពីរបៀបធ្វើសូលុយស្យុងតំប៉ុង ។		-របៀបធ្វើសូលុយស្យុងតំប៉ុង • លាយអាស៊ីតខ្សោយជាមួយបាសឆ្លាស់របស់វា ឬលាយបាសខ្សោយជាមួយអាស៊ីតឆ្លាស់របស់វា • ប្រតិកម្មអាស៊ីតខ្សោយជាមួយនឹងបាសខ្លាំង ។ • ប្រតិកម្មបាសខ្សោយជាមួយនឹងអាស៊ីតខ្លាំង ។
សំណួរគន្លឹះ: **ប្រសិនបើគេបន្ថែមបរិមាណតិចតួចនៃអាស៊ីតខ្លាំង ឬបាសខ្លាំងចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ុង តើតម្លៃ pH របស់វាប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច ?**		
-ចែកសិស្សជាក្រុមឱ្យបង្កើត សម្មតិកម្មដោយប៉ាន់ស្មានចម្លើយនៃសំណួរគន្លឹះ	ការបង្កើតសម្មតិកម្ម ទស្សន៍ទាយចម្លើយនៃសំណួរ	-មានការកើនឡើងខ្លាំងចំពោះបាស -មានការថយចុះខ្លាំងចំពោះអាស៊ីត -វាមានការប្រែប្រួលតិចតួចណាស់
(កម្រិតអនុវត្ត) -តើប្អូនធ្វើដូចម្តេច ដើម្បីបញ្ជាក់ពីការទស្សន៍ទាយរបស់ប្អូន?	រៀបចំប្លង់ពិសោធន៍ -សិស្សគិត និងរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍	-សិស្សធ្វើពិសោធន៍តាមក្រុមដើម្បីបញ្ជាក់លើសម្មតិកម្មរបស់ពួកគេ។

		-សង្កេត និងកត់ត្រាផលិតផល។
(កម្រិតវិភាគ) -តើប្អូនសង្កេតឃើញដូចម្តេច តាមរយៈការពិសោធន៍?	-សិស្សធ្វើការពិភាក្សាតាមក្រុមទៅលើលទ្ធផលពិសោធន៍ដើម្បីឆ្លើយសំណួរគន្លឹះ	-ប្រសិនបើគេបន្ថែមបរិមាណតិចតួចនៃអាស៊ីតខ្លាំងគេសង្កេតឃើញថាតម្លៃpHរបស់វាមានការថយចុះ។ -ប្រសិនបើគេបន្ថែមបរិមាណតិចតួចនៃបាសខ្លាំងគេសង្កេតឃើញថាតម្លៃpHរបស់វាមានការកើនឡើង។
(កម្រិតវាយតម្លៃ) - តើប្អូនអាចសន្និដ្ឋានបានយ៉ាងដូម្តេច ពីលទ្ធផលពិសោធន៍ខាងលើ?	- សិស្សធ្វើការសន្និដ្ឋានលើលទ្ធផលដែលទទួលបាន។	- ប្រសិនបើគេបន្ថែមបរិមាណតិចតួចនៃអាស៊ីតខ្លាំង ឬបាសខ្លាំងចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ុងនោះតម្លៃ pH របស់វាមានការប្រែប្រួលតិចតួចណាស់។
(កម្រិតវាយតម្លៃ) - តើសូលុយស្យុង 0.2mol CH_3COOH និង0.1mol នៃសូលុយស្យុងNaOH ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុងដែរឬទេ? ព្រោះអ្វី?	ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (រយៈពេល៨នាទី)	-សូលុយស្យុង 0.2mol CH_3COOH និង 0.1mol នៃសូលុយស្យុងNaOH ជាសូស្យុងតំប៉ុង ព្រោះក្រោយប្រតិកម្មគេទទួលបានល្បាយសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយជាមួយបាសឆ្លាស់របស់វា។
(កម្រិតបង្កើតថ្មី) - តើប្អូនអាចបង្កើតសូលុយស្យុងតំប៉ុង ផ្សេងទៀតបានដែរឬទេ?	ជំហានទី៥ បណ្តាំផ្ញើ (រយៈពេល២នាទី)	-សិស្សកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន

សន្លឹកកិច្ចការ

ពិសោធន៍៖ ឥទ្ធិពលអាស៊ីត បាសលើសូលុយស្យុងតំប៉ុង

សំណួរគន្លឹះ:

ប្រសិនបើគេបន្ថែមបរិមាណតិចតួចនៃអាស៊ីតខ្លាំង ឬបាសខ្លាំងចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុងតំប៉ុង តើតម្លៃ pH របស់វា ប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច?

១. ការបង្កើតសម្មតិកម្ម (ចូរសាកល្បងឆ្លើយសំណួរគន្លឹះខាងលើ)

………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………

២. ផែនការពិសោធ (ដើម្បីបញ្ជាក់ថាសម្មតិកម្ម ឬចម្លើយសាកល្បង ដែលបានបង្កើត ត្រូវឬ ខុស តើយើងគួរធ្វើពិសោធបែបណាដើម្បីរកការពិត?)

សម្ភារៈ (ឧបករណ៍ និង សារធាតុគីមី)

………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………

ដំណើរការ

………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………………………………

………

………

………

………………………………………………………………………

៣.ការសង្កេត និងលទ្ធផល

សូលុយស្យុងតំប៉ុង	សូ.ដែលបន្ថែម	pHមុន	pHក្រោយ
កែវទី១	អាស៊ីត		
កែវទី២	បាស		

………

………

………

………

…………………………………………

៤. សំណួរពិភាក្សា និងសេចក្តីសន្និដ្ឋាន

1. តើpH របស់សូលុយស្យុងតំប៉ុងប្រែប្រួលបែបណាក្រោយពីការបន្ថែមអាស៊ីត ឬបាសចូល?
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
2. ហេតុអ្វីបានជាសូលុយស្យុងមានលក្ខណៈបែបនេះក្រោយពីការថែមបាស ឬអាស៊ីតចូល?
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
3. តើប្អូនអាចធ្វើសេចក្តីសន្និដ្ឋានបែបណាពីលទ្ធផលពិសោធន៍នេះ?
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………

កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី២

កាលបរិច្ឆេទ ៖ ថ្ងៃទី..........ខែ..............ឆ្នាំ...............

មុខវិជ្ជា ៖ គីមីវិទ្យា

មេរៀន ៖ ប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មក្នុងថ្មពិល

1.1. ថ្មពិលដាញ៉ែល

ក.ពណ៌នា

ខ.ដំណើរការ

រយៈពេល ៖ ៥០ នាទី

I. វត្ថុបំណង

- វិជ្ជាសម្បទា ៖ ពណ៌នាពីថ្មពិលដាញ៉ែលបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀន។
- បំណិនសម្បទា៖ បកស្រាយដំណើរការដែលកើតមានក្នុងថ្មពិលដាញ៉ែលបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈការពិសោធ។
- ចរិយាសម្បទា៖ មានការប៉ិនប្រសប់ក្នុងការបង្កើតថ្មពិលពីគូរេដុកនៃលោហៈផ្សេងៗទៀត។

II. សម្ភារឧបទេស

- សូលុយស្យុងទង់ដែង (II)ស៊ុលផាត -សូលុយស្យុងស័ង្កសីស៊ុលផាត
- លោហៈទង់ដែង លោហៈស័ង្កសី - សូលុយស្យុង NaCl
- កែវបេស៊ែ - ក្រដាសជូតមាត់ - ទុយោ
- វ៉ុលម៉ែត

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

- បែបរិះរក (ដោយបញ្ជ្រាប Bloom's Taxonomy)

IV. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
-ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្តាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន	ជំហានទី១ **រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន** (រយៈពេល៣នាទី)	-សិស្សស្មៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
(កម្រិតចងចាំ) -តើប្អូនអាចពណ៌នាពីប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មបានដែរឬទេ? (កម្រិតយល់ដឹង)	ជំហានទី២ **រំលឹកមេរៀនចាស់** (រយៈពេល៧នាទី)	-ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មជាប្រតិកម្មដែលមានការបន្ទេរអេឡិចត្រុង ។

-តាមរយៈប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មនេះ $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ តើប្រភេទគីមីណាមួយដើរតួជាអុកស៊ីតករ និងរេដុករ ?		-តាមរយៈប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម HCl ជាអុកស៊ីតករ Fe ជារេដុករ
(កម្រិតចងចាំ) -ចូរប្អូនពណ៌នាពីថ្មពិលដាញ៉ែល (កម្រិតយល់ដឹង) -សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃថ្មពិលនិងសមីការតុល្យការ។	ជំហានទី៣ **មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ** (រយៈពេល៣០នាទី) **ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មក្នុងថ្មពិល** **ថ្មពិលដាញ៉ែល** ក.ពណ៌នា ខ.ដំណើរការ	-ថ្មពិលដាញ៉ែលបង្កឡើងដោយពាក់កណ្ដាលពិលពីរ: +ពាក់កណ្ដាលពិល Zn^{2+}/Zn បន្ទះស័ង្កសីក្នុងសូលុយស្យុង $ZnSO_4$ ។ +ពាក់កណ្ដាលពិល Cu^{2+}/Cu បន្ទះទង់ដែងត្រាំក្នុងសូលុយស្យុង $CuSO_4$ ។ហើយពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរភ្ជាប់គ្នាដោយស្ពានអំបិល។ -សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតឡើងនៅលើអេឡិតត្រូតទាំងពីរនៅក្នុងថ្មពិល • អេឡិចត្រូតស័ង្កសី $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e$ • អេឡិចត្រូតទង់ដែង $Cu^{2+}(aq) + 2e \rightarrow Cu(s)$ សមីការតុល្យការ $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$
សំណួរគន្លឹះ: **ហេតុអ្វីចាំបាច់ត្រូវប្រើស្ពានអំបិល ប្រសិនបើមិនមានស្ពានអំបិលតើថ្មពិលនេះអាចដំណើរការបានដែរឬទេ ?**		
-ចែកសិស្សជាក្រុមឱ្យបង្កើត សម្មតិកម្មដោយស្មានចម្លើយនៃសំណួរគន្លឹះ (កម្រិតអនុវត្ត) -តើប្អូនត្រូវអនុវត្តដូចម្ដេចដើម្បីបញ្ជាក់ពីការទស្សន៍ទាយរបស់ប្អូន ?	ការបង្កើតសម្មតិកម្ម ទស្សន៍ទាយចម្លើយនៃសំណួរ រៀបចំប្លង់ពិសោធន៍ -សិស្សគិតនិងរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍	សិស្សអាចឆ្លើយសំណួរ -អាចដំណើរការបាន -មិនអាចដំណើរការបានទេ

-ចែកសិស្សជាក្រុមឱ្យបង្កើត សម្មតិកម្ម ដោយស្មានចម្លើយនៃសំណួរគន្លឹះ (កម្រិតអនុវត្ត) -តើប្អូនត្រូវអនុវត្តដូចម្តេចដើម្បីបញ្ជាក់ពីការទស្សន៍ទាយរបស់ប្អូន?	ការបង្កើតសម្មតិកម្ម ទស្សន៍ទាយចម្លើយនៃសំណួរ រៀបចំប្លង់ពិសោធន៍ -សិស្សគិតនិងរៀបចំប្លង់ពិសោធន៍	សិស្សអាចឆ្លើយសំណួរ -អាចដំណើរការបាន -មិនអាចដំណើរការបានទេ
(កម្រិតវិភាគ) -តើប្អូនសង្កេតឃើញដូចម្តេច តាមរយៈការពិសោធន៍? (កម្រិតវាយតម្លៃ) -តើប្អូនអាចរកភាពខុសគ្នារវាងការប្រើប្រាស់ស្ពានអំបិលនិងការមិនប្រើប្រាស់ស្ពានអំបិលនៅក្នុងថ្មពិលបានដែរឬទេ?	តារាងលទ្ធផល	-សិស្សពិភាក្សាតាមក្រុមទៅលើលទ្ធផល ពិសោធន៍ -ប្រសិនបើមិនមានស្ពានអំបិល ថ្មពិលនេះមិនអាចដំណើរការបានទេ។ -ប្រសិនបើមិនមានស្ពានអំបិលទេ ថ្មពិលនេះមិនអាចដំណើរការបានទេ ព្រោះស្ពានអំបិលមាននាទីសម្រាប់បិទសៀគ្វីនិងធានាមិនឱ្យពាក់កណ្តាលពិលទាំងពីរនៅលាយឡំគ្នា។
(កម្រិតវាយតម្លៃ) -ក្រៅពីថ្មពិលដាញែ៉លតើប្អូនអាចបង្កើតថ្មពិលពីគូរេដុកនៃលោហៈផ្សេងទៀតបានដែរឬទេ?	ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (រយៈពេល៨នាទី)	-ក្រៅពីថ្មពិលដាញែ៉លយើងអាចបង្កើតថ្មពិលអាលុយមីញ៉ូម/ទង់ដែង។ $2Al + 3Cu^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$ គំនូសបំព្រួញនៃថ្មពិល: $\ominus\ Al/Al^{3+}//\ Cu^{2+}/Cu\ \oplus$
-ចូរប្អូនធ្វើលំហាត់លេខ៥៨ទំព័រទី ៨៣	ជំហានទី៥ បណ្តាំផ្ញើ (រយៈពេល២នាទី)	-សិស្សស្តាប់ដោយយកចិត្តទុកដាក់។

សន្លឹកកិច្ចការ

ពិសោធន៍៖ទង្វើថ្មពិលជាញ៉ែល

សំណួរគន្លឹះ:

ហេតុអ្វីចាំបាច់ត្រូវប្រើស្ពានអំបិល ប្រសិនបើគ្មានស្ពានអំបិលតើថ្មពិលនេះអាចដំណើរការបានដែរឬទេ?

១.ការបង្កើតសម្មតិកម្ម:(ចូរសាកល្បងឆ្លើយសំណួរគន្លឹះខាងលើ)

....

....

....

២.ផែនការពិសោធ (ដើម្បីបញ្ជាក់ថាសម្មតិកម្មឬចម្លើយសាកល្បងដែលបានបង្កើតត្រូវឬខុស តើយើងគួរធ្វើពិសោធបែបណាដើម្បីរកការពិត?)

-សម្ភារ: (ឧបករណ៍ និង សារធាតុគីមី)

....

....

....

ដំណើរការ

....

....

....

....

....

....

....

៣.ការសង្កេត និងលទ្ធផល

-ករណីប្រើស្ពានអំបិល៖ វ៉ុលមែត្រមានតម្លៃ........នៅពេលប៉ូលបូក (+) របស់វាភ្ជាប់ជាមួយលោហៈ........... ឯប៉ូលដក (-) របស់វាភ្ជាប់ជាមួយលោហៈ..................។

-ករណីមិនប្រើស្ពានអំបិល៖វ៉ុលមែត្រមានតម្លៃ..........នៅពេលប៉ូល (+) របស់វាភ្ជាប់ជាមួយលោហៈ.......... ឯប៉ូលដក(-)របស់វាភ្ជាប់ជាមួយលោហៈ.....................។

៤.ការពិភាក្សានិងសន្និដ្ឋាន

....

....

....

កិច្ចតែងការបង្រៀនគំរូទី៣

កាលបរិច្ឆេទ ៖ ថ្ងៃទី..........ខែ..........ឆ្នាំ.............

មុខវិជ្ជា ៖ គីមីវិទ្យា

មេរៀន ៖ រូបសណ្ឋាន និងទ្រង់ទ្រាយម៉ូលេគុល

1. អ៊ីសូមែ
2. អ៊ីសូមែប្លង់

រយៈពេល ៖ ៥០នាទី

I. វត្ថុបំណង

- វិជ្ជាសម្បទា ៖ ពណ៌នាពីនិយមន័យ អ៊ីសូមែនិងអ៊ីសូមែប្លង់បានត្រឹមត្រូវតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀន។
- បំណិនសម្បទា ៖ សរសេរនិងហៅឈ្មោះព្រមទាំងញែកសម្គាល់ប្រភេទអ៊ីសូមែប្លង់នីមួយៗតាមរយៈការពិភាក្សាក្រុមបានត្រឹមត្រូវ។
- ឥរិយាបថសម្បទា ៖ មានការប្រុងប្រយ័ត្នក្នុងការសរសេរទម្រង់ទាំងបីរបស់អ៊ីសូមែ។

II. សម្ភារឧបទេស

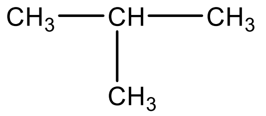
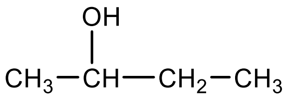
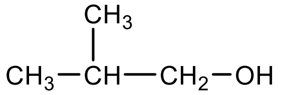
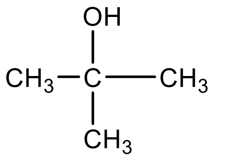
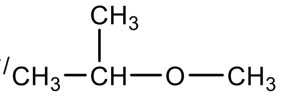
- សៀវភៅសិស្សទំព័រទី១៨២ដល់១៨៣

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន៖

- តាមបែបរិះរក(ដោយបញ្ច្រាប Bloom's Taxonomy)

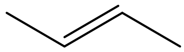
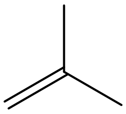
IV. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
-ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្ដាប់ធ្នាប់និងអវត្តមាន	ជំហានទី១ **រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន** (រយៈពេល៣នាទី)	-សិស្សស្វាមស្វាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
(កម្រិតចងចាំ) -ចូរប្អូនប្រាប់ពីរបៀបនៃការសរសេរទម្រង់ឡឺវីស។ (កម្រិតយល់ដឹង) -ចូរប្អូនសរសេរទម្រង់ឡឺវីសនៃម៉ូលេគុល CH_4 ។	ជំហានទី២ **រំលឹកមេរៀនចាស់** (រយៈពេល៧នាទី)	-របៀបនៃការសរសេរទម្រង់ឡឺវីស • របៀបបន្តអាតូម • របាយទ្វេតាអេឡិចត្រុង • ការកំណត់បន្ទុកជាក់លាក់ • លក្ខណៈវិនិច្ឆ័យ សរសេរទម្រង់ឡឺវីស $\begin{array}{c} H \\ \vert \\ H-C-H \\ \vert \\ H \end{array}$
-សិស្សអានសៀវភៅទំព័រ១៨២ (កម្រិតចងចាំ)	ជំហានទី៣ **មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ**	

-ដូចម្តេចហៅថា អ៊ីសូមែ? -តើអ្វីទៅជាអ៊ីសូមែប្លង់? (កម្រិតយល់ដឹង) -ចូរប្អូនលើកឧទាហរណ៍បង្ហាញពីអ៊ីសូមែដែលប្អូនបានឱ្យនិយមន័យខាងលើ។ (កម្រិតអនុវត្ត) -ចូរសរសេររូបមន្តស្ទើរលោតដែលអាចមាននៃ $C_4H_{10}O$ ។	(រយៈពេល៣០នាទី) មេរៀនទី2 ៖ រូបសណ្ឋាន និង ទ្រង់ទ្រាយម៉ូលេគុល 1. អ៊ីសូមែ 2. អ៊ីសូមែប្លង់ -សិស្សឡើងសរសេរអ៊ីសូមែលើក្តារខៀន	-សមាសធាតុពីរដែលមានរូបមន្តដុលដូចគ្នាគេហៅថាអ៊ីសូមែ។ -អ៊ីសូមែគឺសមាសធាតុទាំងឡាយដែលមានរូបមន្តស្ទើរលោតខុសគ្នាប៉ុន្តែមានរូបមន្តដុលដូចគ្នា។ -សមាសធាតុទាំងពីរនេះមានរូបមន្តដុល C_4H_{10} ដូចគ្នា $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$  -រូបមន្តស្ទើរលោតដែលអាចមាននៃ $C_4H_{10}O$ ក/ $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ butan-1-ol ខ/  butan-2-ol គ/  2-methylpropan-1-ol ឃ/  2-methylpropan-2-ol ង/ $CH_3-CH_2-CH_2-O-CH_3$ 1-methoxypropane ច/  2-methoxypropane ឆ/ $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ ethoxyethane

សំណួរគន្លឹះ:

តាមរយៈរូបមន្តស្ទើរលោតខាងលើ តើគេបែកអ៊ីសូមែប្លង់ជាប៉ុន្មានប្រភេទ? អ្វីខ្លះ ?

(កម្រិតវិភាគ) -តើប្អូនអាចប្រៀបធៀបលក្ខណៈខុសគ្នារវាងសមាសធាតុខាងលើដោយរបៀបណា? (កម្រិតវាយតម្លៃ) -តើប្អូនអាចសន្និដ្ឋានបានយ៉ាងដូចម្ដេចចំពោះប្រភេទអ៊ីសូមែ?	-ចែកសិស្សជាក្រុមដើម្បីពិភាក្សា	-ក ជាមួយ ខ ខ្ញុំពិនិត្យឃើញថាវាមានការខុសគ្នាតែទីតាំងនៃបង្គុំនាទី។ -ក ជាមួយ គ ខ្ញុំពិនិត្យឃើញថាវាមានការខុសគ្នាតែខ្សែកាបូន។ -ក ជាមួយ ង ពិនិត្យឃើញថាវាមានការខុសគ្នាតែបង្គុំនាទី។ -យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាអ៊ីសូមែមានបីប្រភេទគឺ: អ៊ីសូមែខ្សែកាបូន ទីតាំង និង បង្គុំនាទី។
(កម្រិតវាយតម្លៃ) -ចូរសរសេរអ៊ីសូមែនៃ C_4H_8 ព្រមទាំងបញ្ជាក់ពីប្រភេទអ៊ីសូមែនីមួយៗ ។	ជំហានទី៤ **ពង្រឹងពុទ្ធិ** (រយៈពេល៨នាទី)	-សរសេរអ៊ីសូមែនៃ C_4H_8 ព្រមទាំងបញ្ជាក់ពីប្រភេទអ៊ីសូមែនីមួយៗ A/ but-1-ene B/  but-2-ene C/  2-methylprop-1-ene A និង B ជាអ៊ីសូមែទីតាំង។ A, B និង C អ៊ីសូមែខ្សែកាបូន។
(កម្រិតបង្កើតថ្មី) -ចូរប្អូនតម្លើងម៉ូលេគុលដែលមានរូបមន្តដុល C_5H_{10} ដើម្បីបង្ហាញពីប្រភេទអ៊ីសូមែដោយប្រើគំរូអាតូម?	ជំហានទី៥ **បណ្ដាំផ្ញើ** (រយៈពេល២នាទី)	-សិស្សស្ដាប់និងកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន

មេរៀនទី៣ ៖ វិធីបង្រៀនតាមបញ្ញាបការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព

៣.១. បញ្ញត្តិទូទៅនៃការអប់រំ(ESD)

ការអប់រំ គឺជាឧបករណ៍ដ៏សំខាន់មួយសម្រាប់ការសម្រេចបាននូវនិរន្តរភាព។ ប្រជាជននៅជុំវិញពិភពលោកបានទទួលស្គាល់ថា និន្នាការនៃការអប់រំនាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ គឺមានគោលដៅអភិវឌ្ឍសេដ្ឋកិច្ចប្រកបដោយចីរភាព ព្រមទាំងការយល់ដឹងពីបច្ចេកវិទ្យាដែលជាគន្លឹះក្នុងការផ្លាស់ប្តូរសង្គមឆ្ពោះទៅរកនិរន្តរភាព។ កិច្ចប្រជុំនៅ Toolkit ប្រទេសថៃបានលើកឡើងពីបញ្ញត្តិ៣គឺ៖

- និរន្តរភាពនៃការអប់រំ Sustainability Education (SE) ៖គឺជាការរៀនពេញមួយជីវិត និងជាផ្នែកមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់ការអប់រំប្រកបដោយគុណភាព។
- ការអប់រំសម្រាប់និរន្តរភាព Education for Sustainability (EfS) ៖គឺជាការអភិវឌ្ឍន៍វិស័យអប់រំ ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការនាពេលបច្ចុប្បន្ន ដោយមិនចាំបាច់ធ្វើឱ្យមនុស្សជំនាន់ក្រោយមានការលំបាក។
- ការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព Education for Sustainable Development (ESD) ៖ គឺជាការផ្តល់ឱកាសដល់អ្នកសិក្សាដើម្បីធ្វើការសម្រេចចិត្ត និងចាត់វិធានការប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវលើការថែរក្សាបរិស្ថាន ការអភិវឌ្ឍន៍សេដ្ឋកិច្ច និងសុខមាលភាពសង្គមប្រកបដោយតម្លាភាព និងយុត្តិធម៌សម្រាប់មនុស្សនាពេលបច្ចុប្បន្ន ក៏ដូចជាអនាគតដោយគោរពនូវភាពចម្រុះខាងវប្បធម៌។ ជាងនេះទៀត ការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាព គឺជាការអប់រំដ៏ទូលំទូលាយមួយក្នុងការផ្លាស់ប្តូរមនុស្ស និងសង្គម តាមរយៈការប្រើប្រាស់ខ្លឹមសារមេរៀន លទ្ធផលសិក្សា និងវិធីសាស្ត្រនានា ដើម្បីលើកកម្ពស់បរិស្ថាន សេដ្ឋកិច្ច និងសង្គម។

ការអប់រំបានផ្តោតយ៉ាងសំខាន់លើការអភិវឌ្ឍន៍ ដែលជាប្រយោជន៍សម្រាប់មនុស្ស និងសង្គមឱ្យល្អប្រសើរក្នុងពេលអនាគត។ លោក Ian Boyne បានលើកឡើងថា ការអប់រំ គឺជាធាតុចម្បងសម្រាប់អភិវឌ្ឍការបង្កើតសង្គមដ៏ពិសិដ្ឋមួយ និងការអភិវឌ្ឍន៍ទីផ្សារការងារនាពេលបច្ចុប្បន្ន។ UNESCO បានពន្យល់ក្នុងសៀវភៅមួយ "រៀនដើម្បីរស់" ដែលមានន័យថា ស្វែងរកវិធីនៃការអភិវឌ្ឍន៍ឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងនូវគុណភាពជីវិតរបស់យើងទាំងអស់គ្នាដោយមិនបំផ្លាញបរិស្ថាន។ Education for Sustainable Development (ESD) គឺជាដំណើរការបង្រៀន-រៀនដែលផ្អែកលើទស្សនៈ និងគោលការណ៍ជានាបាននូវនិរន្តរភាពដែលមានទំនាក់ទំនងនៅគ្រប់កម្រិតភូមិសិក្សាតាមរយៈការផ្តល់នូវគុណភាពអប់រំ និងជំរុញនូវការអភិវឌ្ឍន៍ធនធានមនុស្សប្រកបដោយនិរន្តភាព។

សកម្មភាពសំខាន់ៗនៃ ESD រួមមាន៖

- មនុស្សធ្វើការអភិវឌ្ឍន៍ខ្លួនឯង
- សិស្សត្រូវបានរៀបចំឱ្យក្លាយទៅជាមនុស្សដែលមានទំនុកចិត្ត និងឯករាជ្យ
- សមភាព និងសមធម៌ត្រូវបានលើកកម្ពស់
- អ្នកសិក្សាត្រូវមានសកម្មភាពអាទិភាពផ្ទាល់ខ្លួន
- អ្នកសិក្សាត្រូវគិតអំពីការអភិវឌ្ឍន៍ផ្នែកដទៃទៀត
- អ្នកសិក្សាត្រូវអភិវឌ្ឍជាអចិន្ត្រៃយ៍។

៣.២.ប្រវត្តិនៃការអប់រំប្រកបដោយនិរន្តរភាព(ESD)

ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តភាព (ESD)ចាក់ឬសនៅក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្រនៃអង្គការសហប្រជាជាតិនៅក្នុងចលនាបរិស្ថាន។ នៅពាក់កណ្តាលឆ្នាំ១៩៨០ អង្គការសហប្រជាជាតិបានដាក់ចេញជាយុទ្ធសាស្ត្រធំៗដើម្បីដោះស្រាយពីតម្រូវការក្នុងសង្គម និងបរិស្ថាន។ ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៨៧ដល់ឆ្នាំ២០០៥អង្គការ(UNESCO) បានពិភាក្សាអំពីការអប់រំសម្រាប់ការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តភាពដោយផ្តោតទៅលើធាតុសំខាន់ៗចំនួនបីសម្រាប់ការអនុវត្តជាសកល។ ធាតុសំខាន់ទាំងបីនោះរួមមាន៖ បរិស្ថាន សង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច ហើយបានដាក់ឱ្យអនុវត្តពេញលេញចាប់ពីឆ្នាំ២០០៥ មក។

អង្គការUNESCOបានកំណត់នូវមូលដ្ឋានគ្រឹះសម្រាប់ការអប់រំ ប្រកបដោយនិរន្តរភាពមាន៥ គឺ (Five Pillars of ESD)

១.រៀនដើម្បីឱ្យមានចំណេះដឹង(Learn to know)

- ស្គាល់ពីធម្មជាតិ និងវិវត្តន៍របស់វា
- ឆ្លុះបញ្ចាំងពីតម្រូវការដែលមិនធ្លាប់មានក្នុងសង្គម
- ទទួលស្គាល់ពីតម្រូវការក្នុងស្រុក និងផលប៉ះពាល់ពីអន្តរជាតិ
- ដោះស្រាយបញ្ហាជាសកលនិងអាទិភាពក្នុងស្រុក។

២.រៀនដើម្បីឱ្យមានចំណេះធ្វើ (Learn to do)

- រួមចំណែកដល់ការស្វែងរកការងារសម្រាប់ជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ និង សម្មភាពកសាងពិភពលោកមួយប្រកបដោយនិរន្តរភាព និង មានសុវត្ថិភាពសម្រាប់មនុស្សគ្រប់គ្នា។

៣. រៀនដើម្បីឱ្យស្គាល់ខ្លួនឯង (Learn To Be)

- កសាងគោលការណ៍ និង តម្លៃនៃការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយចីរភាព
- ដោះស្រាយបញ្ហាសុខុមាលភាពក្នុងវិស័យទាំងបីនៃនិរន្តរបរិស្ថាន សង្គមនិង សេដ្ឋកិច្ចកម្ពុជា
- រួមចំណែកដល់ការអភិវឌ្ឍន៍ពេញលេញរបស់មនុស្សលើចិត្ត និងរាងកាយ បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ និង សាសនា ។

៤. រៀនរស់នៅជាមួយគ្នាឱ្យមានសុខដុមរមនា (Learn To Live Together)

- កសាងសមត្ថភាពសម្រាប់ធ្វើការនៅតាមសហគមន៍ ការសម្រេចចិត្ត ការអត់អោនក្នុងសង្គម ការថែរក្សាបរិស្ថាន និង គុណជីវិត ។

៥ . រៀនដើម្បីផ្លាស់ប្តូរខ្លួនឯង និង សង្គម (Learn To Transform Oneself And Society)

- ឱ្យតម្លៃលើមរកតវប្បធម៌ដើម្បីការអភិវឌ្ឍប្រកបដោយចីរភាពទៅក្នុងគ្រប់ទិដ្ឋភាពទាំងអស់នៃការសិក្សា
- ផ្តល់អំណាចដល់ប្រជាពលរដ្ឋដើម្បីឱ្យទទួលការខុសត្រូវលើការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាពនាពេលអនាគត។

អង្គការ(UNESCO) បានកំណត់យក (ESD)ដាក់បញ្ចូលក្នុងកម្មវិធីសិក្សាដើម្បីផ្តល់នូវការអភិវឌ្ឍន៍ជំនាញវិជ្ជាជីវៈសម្រាប់គ្រូបង្រៀន សិស្ស អ្នកអភិវឌ្ឍន៍កម្មវិធីសិក្សា អ្នកបង្កើតគោលនយោបាយអប់រំ អ្នកនិពន្ធសៀវភៅសិក្សា និង អ្នកផលិតសម្ភារឧបទេសសម្រាប់បង្រៀន និងរៀន ។

ការយល់ដឹងពីការអភិវឌ្ឍន៍ប្រកបដោយនិរន្តរភាព

មុំទាំងបី ឬសសរទាំងបីរបស់ ESD

១. បរិស្ថាន

- ថាមពលមិនចេះរីងស្ងួត
- ជីវៈចម្រុះ
- បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ
- ការសង្រោះកាកសំណល់
- ធនធានធម្មជាតិ
- ការកាប់បំផ្លាញព្រៃឈើ
- ទឹកសាប
- ការបំពុលបរិយាកាស
- គ្រោះមហន្តរាយធម្មជាតិ

២. សង្គម

- សន្តិភាព និងសន្តិសុខ
- សមភាពយេនឌ័រ
- សុខភាព
- អភិបាលកិច្ចល្អ
- សិទ្ធិមនុស្ស
- ភាពចម្រុះវប្បធម៌
- ការកិច្ចរើសអើង
- ចំណាកស្រុក

៣. សេដ្ឋកិច្ច

- ការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រ

- ការបែងចែកប្រាក់ចំណូលស្មើៗគ្នា
- ការទទួលខុសត្រូវរួមគ្នា
- ទេសចរណ៍ និងការប្រើប្រាស់ដីប្រកបដោយនិរន្តរភាព
- ឱកាសសេដ្ឋកិច្ច
- ការផ្តល់ការងារ
- ការអភិវឌ្ឍន៍ជនបទ និងទីក្រុង ។

៣.៣ ខ្លឹមសារបញ្ជ្រាបការអប់រំ

ឧទាហរណ៍ទី១៖ ក្នុងជំពូកទី៤ គីមីសរីរាង្គ មេរៀនទី១ ប្រេងកាត និងឥន្ធនៈដែលនិយាយអំពីប្រភពនៃប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិ ការចម្រាញ់ប្រេងកាត និងឥន្ធនៈតាមវិធីក្រាគិញ និងការប្រើប្រាស់ធនធានធម្មជាតិទាំងនោះ យើងអាចបញ្ជ្រាបសំណួរខាងក្រោមក្នុងជំហានទី៣ ។

" តើការប្រើប្រាស់ធនធានធម្មជាតិដោយមិនសន្សំសំចៃប៉ះពាល់អ្វីខ្លះចំពោះសង្គម បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច?"

- សង្គម៖ អាចបាត់បង់ធនធានធម្មជាតិសម្រាប់អ្នកប្រើប្រាស់ជំនាន់ក្រោយ។
- បរិស្ថាន ៖ បំពុលបរិយាកាស បង្កើតកម្តៅនៃផែនដី ។
- សេដ្ឋកិច្ច៖ ចំណាយថវិកាច្រើនក្នុងការទិញប្រភពថាមពល។

ឧទាហរណ៍ទី២៖ ក្នុងជំពូកទី៤ គីមីសរីរាង្គ មេរៀនទី៣ ជីអាសូត។ ក្នុងមេរៀននេះយើងអាចសួរសំណួរបញ្ជ្រាបនៅជំហានទី៣ ដូចខាងក្រោម៖

" តើការប្រើប្រាស់ជីគីមីអាចប៉ះពាល់អ្វីខ្លះចំពោះសង្គម បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច?"

-សង្គម៖ អាចប៉ះពាល់ដល់សុខភាពអ្នកប្រើប្រាស់។

-បរិស្ថាន៖បំពុលបរិយាកាស ខូចដី និង ទឹកបឹង ស្ទឹងតាមរយៈការហូរចូលនៃជាតុគីមី។

-សេដ្ឋកិច្ច៖ ចំណាយថវិកាច្រើនក្នុងការទិញជីគីមីមកប្រើប្រាស់។

សំណួរ

១.តើសកម្មភាពសំខាន់ៗរបស់ ESD មានអ្វីខ្លះ ?

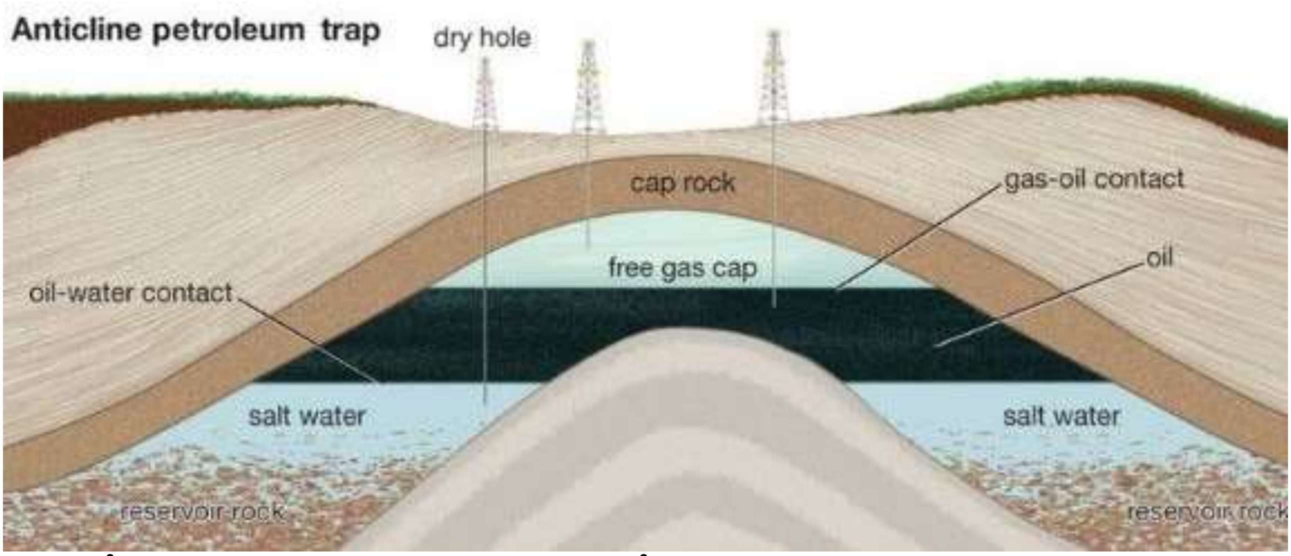
២.តើមុំទាំងបីរបស់ ESD មានអ្វីខ្លះ ?

៣. តើយើងអាចបញ្ជ្រាប ESD បានយ៉ាងដូចម្តេចនៅក្នុងកិច្ចតែងការបង្រៀន។

មេរៀនទី៤ ៖ ប្រេងកាត និងឥន្ធនៈ (សម្រាប់ធ្វើកិច្ចតែងការ)

៤.១ ប្រេងកាត (ប្រភពនៃអ៊ីដ្រូកាបួ)

ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិមានដើមកំណើតមកពីមីក្រូសារពាង្គកាយដែលរស់នៅក្នុងសមុទ្ររាប់លានឆ្នាំកន្លងមកហើយ។



ដំបូងសាកសពមីក្រូសារពាង្គកាយធ្លាក់ទៅគរផ្ដុំគ្នានៅបាតសមុទ្រ ជាមួយកំទេចកំណាផ្សេងៗ។ ក្រោមអំពើនៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធខ្ពស់ព្រមទាំងគ្មានអុកស៊ីសែន សាកសពនៃមីក្រូសារពាង្គកាយត្រូវបានបំបែកជាធាតុយឺតៗ ហើយបំប្លែងជាប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិ។ ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិដែលកើតមកនេះស្ថិតនៅចន្លោះស្រទាប់សិលាមិនជ្រាបទឹក និងក្រោមសម្ពាធខ្លាំង។ ដោយសារមានចលនាសំបកផែនដីវាក៏ផ្ដុំគ្នាក្នុងសិលាខ្លាំង។

ប្រេងកាត ឧស្ម័នធម្មជាតិ និងធ្យូងថ្ម ហៅថាឥន្ធនៈផូស៊ីល ដោយសារវាកកើតយឺតៗក្នុងធរណីកាល។ ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិ ជាប្រភពថាមពល និងវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតវត្ថុប្រើប្រាស់យ៉ាងច្រើន។

ប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិកាលណាវារីងស្ងួតវាមិនកើតសារជាថ្មីទេ។ តម្រូវការប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិកើនឡើងជារៀងរាល់ថ្ងៃ។ សព្វថ្ងៃនេះគេកំពុងស្វែងរកថាមពលផ្សេងដើម្បីជំនួសថាមពលឥន្ធនៈផូស៊ីល ដូចជាថាមពលដែលបានមកពី ជីវឧស្ម័ន អេតាណុល អេស្ទែ។

៤.១.១ ធាតុបង្កប្រេងកាត

ប្រេងកាតឆៅជាសារធាតុខ្មៅអន្ទិល។ វាជាល្បាយសុំាញ៉ាំនៃអ៊ីដ្រូកាបួ ច្រើនប្រភេទដែលមានសមាសភាពប្រែប្រួលមិនកំណត់។ ម៉ូលេគុលនៃអ៊ីដ្រូកាបួនៅក្នុងប្រេងកាតមានអាតូមកាបូនចាប់ពី១ រហូតដល់ច្រើនជាង ៥០។ អ៊ីដ្រូកាបួដែលជាធាតុបង្កទាំងឡាយនៃប្រេងកាតឆៅមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខុសៗគ្នា។ ដូចនេះគេបានអ៊ីដ្រូកាបួទាំងនោះដោយធ្វើបំណិតប្រភាគ។

៤.១.២ ធាតុបង្កឧស្ម័នធម្មជាតិ

ឧស្ម័នធម្មជាតិជាល្បាយនៃអ៊ីដ្រូកាបួដែលម៉ូលេគុលវាមានអាតូមកាបូនចាប់ពី ១ ដល់ទៅ ៤ ធាតុបង្កនៃឧស្ម័នធម្មជាតិគឺមេតាន(ប្រហែល៩០%)។

សមាសសភាពប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិប្រែប្រួលតាមទីកន្លែងកកើតរបស់វា។

៤.២ ការចម្រាញ់ប្រេងកាត

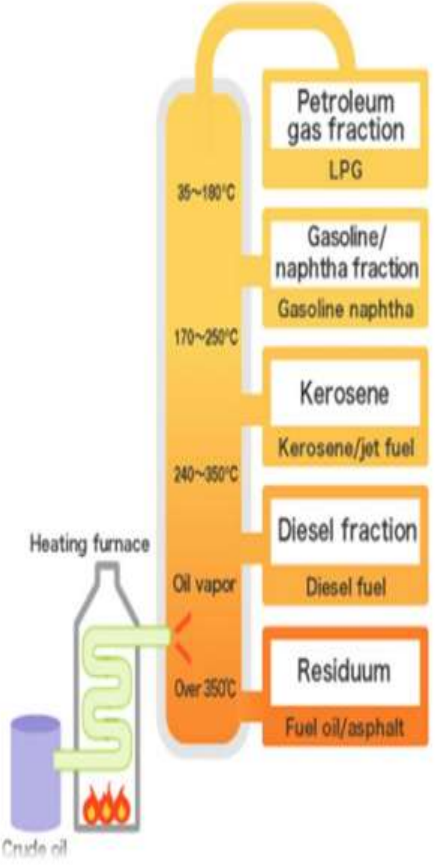
ប្រេងកាតឆៅដែលបូមពីអណ្តូងរ៉ែមិនអាចប្រើការបានទេ។ ដូចនេះគេចាំបាច់ត្រូវចម្រាញ់វាគឺត្រូវជម្រះភាពមិនសុទ្ធ(ខ្សាច់ ទឹកប្រៃ និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ) បន្ទាប់មកញែកប្រភេទអ៊ីដ្រូកាបួ និងបំលែងម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូកាបួ។

៤.២.១ បំណិតប្រភាគនៃប្រេងកាត

ប្រេងកាតជាល្បាយអ៊ីដ្រូកាបួច្រើនយ៉ាង។ ដំណាក់កាលដំបូងនៃដំណើរការចម្រាញ់ប្រេងកាតគឺគេញែកអ៊ីដ្រូកាបួជាក្រុមតូចៗដែលមានសីតុណ្ហភាពរំពុះប្រហាក់ប្រហែលគ្នា។ លំនាំនេះប្រព្រឹត្តទៅតាមបច្ចេកទេសដែលហៅថាបំណិតប្រភាគ ។

បំណិតប្រភាគ គឺជាលំនាំបន្សុទ្ធដែលក្នុងនោះសូលុយស្យុងត្រូវបានដុតកម្តៅរហូតដល់រូបធាតុដែលមានចំណុចរំពុះទាបជាងគេពុះ ហើយភាយចេញពីសូលុយស្យុង និងកជាតំណក់អង្គធាតុរាវ។ គេប្រើសម្រាប់ញែកវត្ថុករឹងរលាយពីវត្ថុរាវ ឬវត្ថុរាវពីវត្ថុរាវទៅតាមចំណុចរំពុះ។

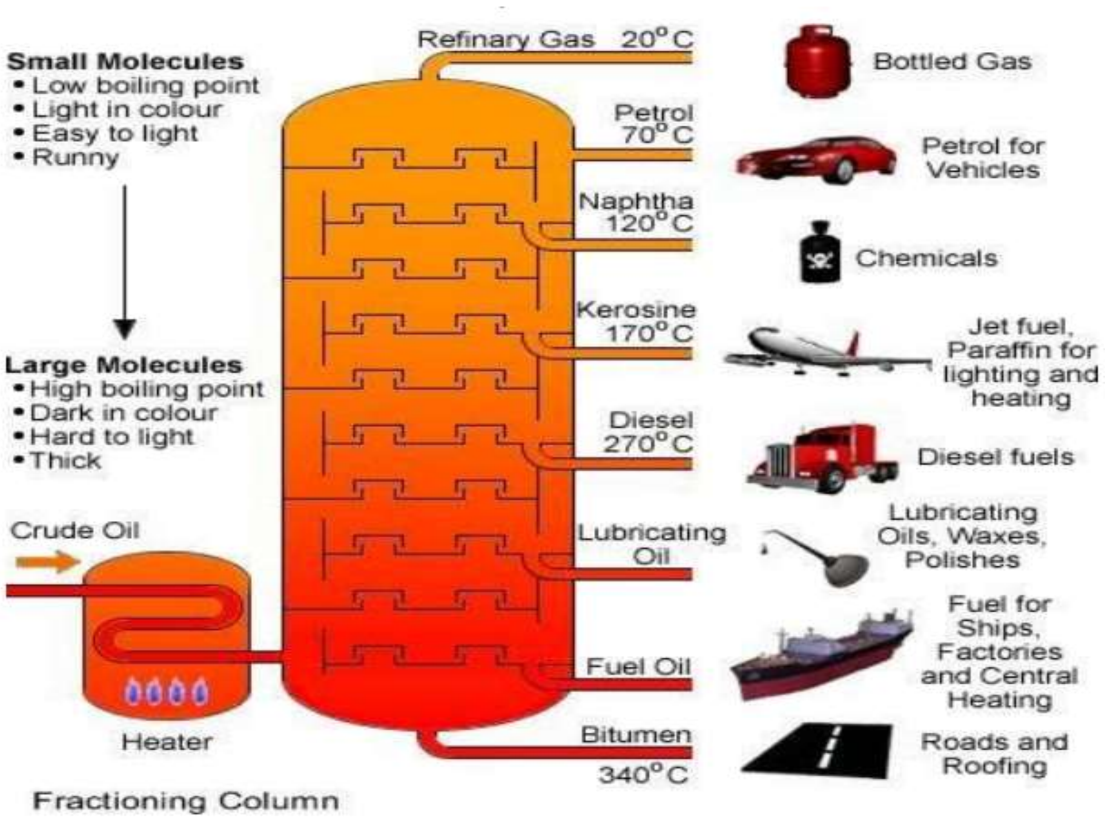
ក្នុងឧស្សាហកម្មចម្រាញ់ប្រេងកាតគេធ្វើបំណិតដែលមានថាសជាច្រើន។ គេដុតកម្តៅប្រេងកាតនៅសីតុណ្ហភាព380°C ហើយបញ្ជូនទៅក្នុងបំពង់បំណិត។ ចំហាយដែលភាយឡើងកជាញើសនៅក្នុងថាសដែលមាននៅតាមថ្នាក់នីមួយៗ។ ក្នុងបំពង់បំណិតមានសីតុណ្ហភាពចុះជាលំដាប់ពីក្រោមឡើងទៅលើ។ នៅកំពូលបំពង់បំណិតគេទទួលបានឧស្ម័ន។



ប្រេងកាតឆៅត្រូវបានគេបិតជាពីរដំណាក់កាលគឺបំណិតក្នុងបរិយាកាស និងបំណិតក្នុងសុញ្ញាកាស។ បំណិតក្នុងបរិយាកាសជាបំណិតក្នុងសម្ពាធ ក្នុងសម្ពាធបរិយាកាស។ បំណិតក្នុងសញ្ញកាសជាបំណិតក្រោមសម្ពាធខ្សោយ។

កាកសំណល់ដែលមិនអាចញែកបាននៅបំណិតក្នុងបរិយាកាស គេបញ្ជូនទៅក្នុងបំពង់បំណិតក្នុងសុញ្ញាកាសដើម្បីបំណិតបន្តទៀត។

៤.២.២ គំនូសបំព្រួញលំនាំបំណិតប្រេងភាគក្នុងឧស្សាហកម្ម



៤.៣. ក្រាគិញនៃផលិតផលប្រេងកាត

ការធ្វើបំណិតប្រភាគប្រេងកាត គេបានផលិតផលធ្ងន់(ប្រភាគធ្ងន់) ច្រើនហួសពីសេចក្តីត្រូវការតែគេត្រូវការ ផលិតផលស្រាល(ប្រភាគស្រាល) ច្រើនជាង។ ដើម្បីបំលែងផលិតផលធ្ងន់ទៅជាផលិតផលស្រាល គេត្រូវអនុវត្តវិធីក្រាគិញ។

៤.៣.១ និយមន័យ

ក្រាគិញជាដំណើរការបំបែកម៉ូលេគុលធ្ងន់ទៅជាម៉ូលេគុលស្រាលជាង។

ឧទាហរណ៍៖ ក្រាគិញប៉ង់តាន $C_5H_{12} \rightarrow C_4H_8 + CH_4$

$$2C_5H_{12} \rightarrow 2C_2H_8 + C_2H_6 + H_2$$

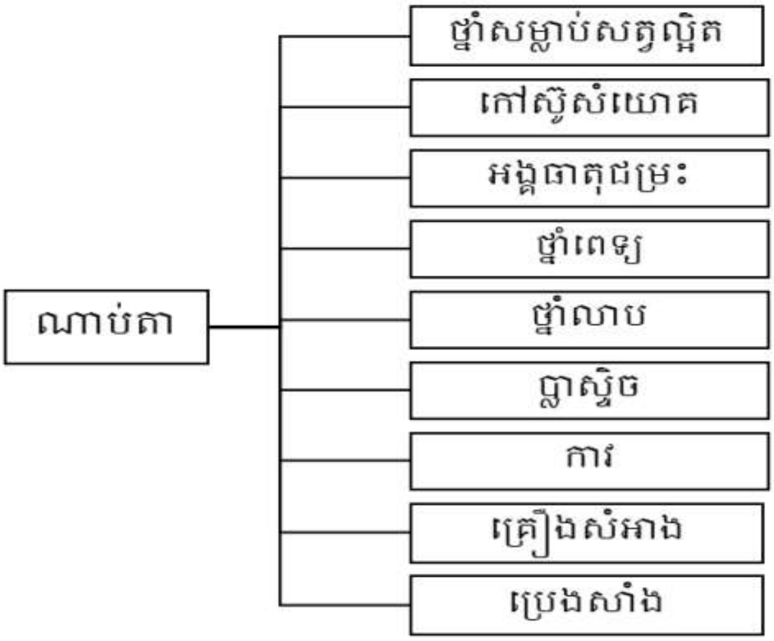
៤.៣.២ អនុវត្ត

ការធ្វើក្រាគិញផលិតផលធ្ងន់នៅសីតុណ្ហភាព500ºC ក្រោមសម្ពាធនិងចំពោះមុខកាតាលីករ គេទទួលបានផលិតផលសំខាន់ៗគឺ៖

*ប្រេងសាំង

*មេតាន អេតាន ប្រប៉ាន ប៊ុយតាន ជាឧស្ម័នឆេះ។

*អេតែន ប្រូប៉ែន ប៊ុយតែន ប៊ុយតាដ្យែន ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ឧស្សាហកម្ម៖ ប្លាស្ទិច សរសៃសំយោគ កៅស៊ូ អង្គធាតុជម្រះ ថ្នាំពេទ្យ...។



សំណួរ

1. ចូររាប់ឈ្មោះឥន្ធនៈផូស៊ីលទាំងបី។
2. តើអ៊ីដ្រូកាបួផ្សំដោយធាតុគីមីអ្វីខ្លះ ?
3. តើប្រេងកាតជាធាតុសុទ្ធ ឬជាល្បាយ ?
4. តើបំណិតប្រភាគប្រេងកាតគេបានប្រភាគសំខាន់អ្វីខ្លះ ?
5. ចូរឱ្យនិយមន័យក្រាគិញ។
6. តើណាប់តាជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ធ្វើអ្វីខ្លះ ?
7. ចូរពណ៌នាពីការកកើតនៃប្រេងកាតឆៅ និងឧស្ម័នធជាតិ។
8. តើអ៊ីដ្រូកាបួជាអ្វី? ចូរឱ្យឧទាហរណ៍ម៉ូលេគុលជាអ៊ីដ្រូកាបួឱ្យបានពីរ។
9. តើប្រេងកាតឆៅជាអ្វី ?
10. តើអ្វីជាធាតុបង្កសំខាន់បំផុតនៃឧស្ម័នធម្មជាតិ ?
11. ចូរគូសសញ្ញា √ មុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវ។

១.ប្រេងកាតជាឥន្ធនៈផូស៊ីល ពីព្រោះវាបានកកើតរាប់លានឆ្នាំកន្លងមកហើយពី៖

□ក.រុក្ខជាតិ □ខ.សត្វស្លាប
□គ.ដាយណូសឺ □ឃ.មីក្រូសារពាង្គកាយ ។

២. ប្រេងឆៅជា៖

□ក.សមាសធាតុសរីរាង្គសុទ្ធ □ខ.ល្បាយអ៊ីដ្រូកាបួរាវ
□គ.ប្រេងកាតសម្រាប់ដុតបំភ្លឺ □ឃ.ល្បាយសុាំញ៉ាំនៃអ៊ីដ្រូកាបួ ។

៣. ក្នុងចំណោមសារធាតុខាងក្រោមនេះតើណាមួយអាចកើតឡើងវិញបាន ?

□ក.ជីវៈឧស្ម័ន □ខ.ធ្យូងថ្ម
□គ.ឧស្ម័នធម្មជាតិ □ឃ.ប្រេងកាត ។

12. គេដុតកាបូន100g ឱ្យឆេះជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងផើងមួយ ក្រោយប្រតិកម្មគេទទួលបានឧស្ម័នម្យ៉ាង ដែលអាចធ្វើឱ្យទឹកកំបោរថ្លាប្រែជាល្អក់។
   ក.តើឧស្ម័ននោះមានរូបមន្ត និងឈ្មោះដូចម្ដេច?
   ខ.ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិម្ម។
   គ.គណនាមាឌរបស់ឧស្ម័នដែលទទួលបាននៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា។
   ឃ.ពេលឧស្ម័នឆ្លងកាត់ទឹកកំបោរថ្លាដោយបរិមាណគ្រប់គ្រាន់ គេទទួលបានកករពណ៌ស។ ចូរគណនាម៉ាសកករដែលទទួលបាន។ (Ca =40 ,C =12, H =1, O =16) g/mol
13. កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតជាឧស្ម័នពុលដែលកើតពីចំហេះមិនសព្វនៃប្រេងសាំងក្នុងម៉ាស៊ីន។ ពេលឧស្ម័ន បញ្ចេញមកខាងក្រៅមានពណ៌ខ្មៅ។ កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់បង្កើត បានជាកាបូនឌីអុកស៊ីត។
   ក.ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្ម។
   ខ.បើកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតមាន 11.2L នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា។
      ១.ចូរគណនាមាឌអុកស៊ីសែន និងមាឌខ្យល់ដែលត្រូវប្រើ។
      ២.ចូរគណនាមាឌកាបូនឌីអុកស៊ីតដែលទទួលបានពីប្រតិម្ម។
14. គេឱ្យម៉ូលេគុលសមាសធាតុ: C_2H_4, CH_2Cl_2, CH_2O, CH_3COOH, C_6H_6, C_8H_{18}។ តើម៉ូលេគុលណាខ្លះ ជា អ៊ីដ្រូកាបួ?
15. អ៊ីដ្រូកាបួឆ្អែតមានរូបមន្តទូទៅ:C_nH_{2n+2} ដែល(n) ជាចំនួនអាតូមកាបូន។ តើម៉ូលេគុលខាងក្រោមណាខ្លះ ជាអ៊ីដ្រូកាបួឆ្អែត? គេឲ្យ:CH_4 ,C_2H_4 ,C_2H_2 ,C_3H_8, C_7H_{16}, C_5H_8។
16. អាល់សែន និងអាល់ស៊ីនជាអ៊ីដ្រូកាបួមិនទាន់ឆ្អែតមានរូបមន្តទូទៅC_nH_{2n} និងC_nH_{2n-2}តាមរៀង។ ចូររៀប ម៉ូលេគុលតាមប្រភេទរបស់វា។ គេឱ្យៈC_2H_2, C_4H_8, C_8H_{16}, C_6H_{10}, C_3H_4, C_3H_6។
17. ក្រាគិញអាល់កានមួយតាងដោយសមីការ: អាល់កាន(ធំ) → អាល់កាន(តូច) + អាល់សែន។ ចូរបំពេញចំនួនអាតូមក្នុងសមីការក្រាគិញខាងក្រោម:

   ក. $C_{10}H_{22} \longrightarrow C_7H_{\square} + C_{\square}H_{\square}$ ខ. $C_{10}H_{\square} \longrightarrow C_8H_{\square} + C_{\square}H_{\square}$

   គ. $C_{12}H_{\square} \longrightarrow C_{\square}H_{\square} + C_4H_8$ ឃ. $C_{15}H_{\square} \longrightarrow C_{\square}H_{\square} + C_{\square}H_{\square}$។
18. ក្រាគិញដេកាន គេអាចទទួលបានផលិតផលផ្សេងៗដូចខាងក្រោមៈចូរបំពេញចំនួនអាតូមក្នុង សមីការនីមួយៗ:

   ក.$C_{12}H_{26} \rightarrow \rightarrow C_8H_{\square} + C_{\square}H_6$ ខ.$C_{10}H_{22} \rightarrow C_5H_{\square} + C_{\square}H_{\square} + C_{\square}H_{\square}$

   គ. $C_{\square}H_{\square} \rightarrow C_6H_{12} + C_4H_8 + H_2$ ឃ. $C_{15}H_{32} \rightarrow 2C_2H_4 + C_{\square}H_{\square} + C_8H_{\square}$
19. ក្រាគិញដេកាន ($C_{10}H_{22}$) គេទទួលបានអេទីឡែន (C_4H_8) ប្រូពីឡែន (C_3H_6) និងសមាសធាតុX។ កំណត់រូបមន្តនៃសមាសធាតុ។
20. ក្រាគិញដេកាន ($C_{10}H_{22}$) គេទទួលបាន ប៊ុយតែន (C_4H_8) អ៊ីដ្រូសែន (H_2) និងសមាសធាតុX។ កំណត់រូបមន្តនៃសមាសធាតុ

កិច្ចតែងការគំរូទី១

កាលបរិច្ឆេទ៖ ថ្ងៃ……………..ខែ………..ឆ្នាំ………..ព.ស………..
ថ្ងៃទី……………ខែ…………ឆ្នាំ…………..

មុខវិជ្ជា៖ គីមីវិទ្យា

ថ្នាក់ទី៖ ១០

ជំពូកទី៤៖ គីមីសរីរាង្គ

មេរៀនទី១៖ ប្រេងកាត និងឥន្ធនៈ
១.ប្រេងកាត: អ៊ីដ្រូកាបួ

រយៈពេល៖ ៥០នាទី

I. វត្ថុបំណង៖

- វិជ្ជាសម្បទា៖ រៀបរាប់អំពីកំណកំណើតប្រេងកាត និងការចម្រាញ់ប្រេងកាតបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀន។
- បំណិនសម្បទា៖ ពន្យល់ពីផលប៉ះពាល់ទៅលើបរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ចបណ្ដាលមកពីចំហេះឥន្ធនៈបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈការពិភាក្សាតាមក្រុម។
- ចរិយាសម្បទា៖ បណ្ដុះស្មារតីឱ្យចេះសន្សំសំចៃធនធានធម្មជាតិមិនកើតឡើងវិញ។

II. សម្ភារឧបទេស៖

- សៀវភៅសិស្ស និងគ្រូទំព័រទី៧៨ ដល់៧៩
- ផ្ទាំងរូបភាពអណ្ដូងប្រេងកាត
- ហ្វឺត ក្ដារខៀន

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន៖

- តាមបែប 5Es (ដោយបញ្ជ្រាប ESD)

IV. ដំណើរការបង្រៀន៖

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (រយៈពេល៣នាទី)		
- ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្ដាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន		- សិស្សស្មៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍

ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (រយៈពេល៧នាទី)

- តើនៅក្នុងសហគមន៍របស់យើងប្រើប្រាស់មធ្យោបាយធ្វើដំណើរអ្វីខ្លះ ? - តើមធ្យោបាយធ្វើដំណើរទាំងនេះប្រើប្រាស់អ្វីជាប្រភពថាមពល ?	- កង់ ម៉ូតូ ឡាន គោយន្ត - ប្រេងកាត សាំង ម៉ាស៊ូត	- សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សឆ្លើយសំណួរ
ជំហានទី៣ មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ (រយៈពេល៣០នាទី)		
ENGAGA គ្រូបំផុសសំណួរពាក់ព័ន្ធមេរៀនថ្មី តើប្រេងកាត សាំង ម៉ាស៊ូត គេចាត់ទុកវាជាឥន្ទនៈដែលឬទេ ? EXPLORE ចែកសិស្សជាក្រុមមានគ្នាបួននាក់ដែលក្រុមនីមួយៗមានសំណួរពិភាក្សាដូចខាងក្រោម៖ ១. តើឥន្ទនៈផូស៊ីលមានអ្វីខ្លះ ? មានប្រភពនៅទីណាខ្លះ ? គេអាចទាញយកធនធានទាំងនេះបានដោយរបៀបណា ? ២. ក្នុងលំនាំពីការទាញយកធនធានរហូតដល់ការប្រើប្រាស់ឥន្ទនៈផូស៊ីលទាំងនេះ តើមានបំពុល ឬប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថានរស់នៅដែរឬទេ ? ចូរពន្យល់	១.ប្រេងកាតៈ អ៊ីជ្រូកាបួ ប្រេងកាត សាំង ម៉ាស៊ូត គេចាត់ទុក វាជាឥន្ទនៈ។ ១. ឥន្ទនៈផូស៊ីលមានដូចជា ធ្យូងថ្ម ប្រេងកាតឆៅ និងឧស្ម័នធម្មជាតិ។ ឥន្ទនៈផូស៊ីលភាគច្រើនមាននៅក្នុងស្រទាប់ដីជ្រៅៗ។ គេអាចទាញយក ធនធានទាំងនេះបានដោយការជីក ខួង ទៅក្នុងស្រទាប់ដីដ៏ជ្រៅ។ ២. ការប្រើប្រាស់ប្រេងឥន្ទនៈផូស៊ីលទាំងនេះមានការប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថានរស់នៅដូចជា៖ -ការទាញយកធនធានទាំងនេះពីក្នុងដីដោយគ្មានការត្រួតពិនិត្យច្បាស់លាស់បង្កឱ្យខូចសណ្ឋានដី និងប្រព័ន្ធជីវចម្រុះ បំពុលដល់ខ្សែបណ្ដាញទឹក ប៉ះពាល់ដល់ព្រៃឈើ ឬផ្ទៃលំហសមុទ្រ និងតំបន់ឆ្នេរ។	-សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សពិភាក្សាក្រុម ឆ្លើយសំណួរ -សិស្សពិភាក្សាក្រុម ឆ្លើយសំណួរ

៣. តើយើងអាចមានមធ្យោបាយអ្វីជំនួសឱ្យការប្រើឥន្ធនៈផូស៊ីលដែរឬទេ? ចូរលើកឧទាហរណ៍។ EXPLAIN -ក្រោយពេលសិស្សពិភាក្សាគ្នា ហើយឱ្យក្រុមនីមួយៗឡើងបង្ហាញលទ្ធផល	-ការប្រើប្រាស់ប្រេងឥន្ធនៈផូស៊ីលទាំងនេះក្នុងរោងចក្រដើរដោយធ្យូងថ្ម និងប្រេងម៉ាស៊ូតបានបញ្ចេញឧស្ម័នបំពុលបរិយាកាស និងកាកសំណល់ប៉ះពាល់ដល់បរិស្ថាន។ ចំហេះក្នុងយានយន្តដ៏ច្រើន ក៏បានបំពុលដល់បរិស្ថានរស់នៅក៏ដូចជាការកើនឡើងកម្ដៅលើផែនដីជាដើម។ ៣. ការរីកចម្រើនផ្នែកបច្ចេកវិជ្ជាបានជួយសម្រួល និងកាត់បន្ថយយ៉ាងច្រើនក្នុងការប្រើប្រាស់ឥន្ធនៈផូស៊ីលដោយជំនួសមកវិញនូវប្រភពដូចជាថាមពលពន្លឺព្រះអាទិត្យ វារីអគ្គិសនីថាមពលខ្យល់បក់ ថាមពលទឹករលកជាដើម។	-សិស្សពិភាក្សាក្រុម ឆ្លើយសំណួរ
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (រយៈពេល៨នាទី)		
ELABRATE ឥន្ធនៈដូចជា ប្រេងសាំង ម៉ាស៊ូត ប្រើក្នុងយានយន្ត ឧស្ម័នប្រើសម្រាប់ចម្អិនអាហារត្រូវបានគេចម្រាញ់ចេញពីប្រេងកាតឆៅដែលជាធនធានមិនងាយកកើតឡើងវិញ។ តើមានអ្វីដែលគេអាចយកមកប្រើជំនួសឥន្ធនៈទាំងនេះបាន? EVALUATE តើគួរបន្តប្រើឥន្ធនៈផូស៊ីល ឬមិនគួរបន្តប្រើ? ចូរលើកអំណះអំណាងមកបញ្ជាក់។	-បច្ចុប្បន្នប្រទេសមួយចំនួនបានប្រើ Biodiesel និង អាល់កុលជាឥន្ធនៈក្នុងយានយន្ត(ប្រទេសប្រេស៊ីល)ដែលឥន្ធនៈទាំងនេះអាចផលិតបានពីរុក្ខជាតិ។ យើងមិនគួរប្រើឥន្ធនៈផូស៊ីលតទៅទៀតទេ វារឹងស្ងួតវាមិនកើតឡើងសារជាថ្មីទេ។ តម្រូវការប្រេងកាត និងឧស្ម័នធម្មជាតិកើនឡើងជារៀងរាល់ថ្ងៃ។ សព្វថ្ងៃគេកំពុងស្វែងរកប្រភពថាមពលផ្សេង ដើម្បីជំនួសថាមពលឥន្ធនៈផូស៊ី	-សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សឆ្លើយសំណួរ

	លដូចជាថាមពលដែលបានមកពីជីវឧស្ម័នអេតាណុលអេស្ទែ។	
ជំហានទី៥ បណ្តាំផ្ញើ (រយៈពេល២នាទី)		
-ចូររៀបរាប់ពីឈ្មោះផូស៊ីលទាំងបី? -តើអ៊ីដ្រូកាបួផ្សំពីជាតុអ្វីខ្លះ?		-សិស្សកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន

កិច្ចតែងការគំរូទី២

កាលបរិច្ឆេទ៖ ថ្ងៃ..................ខែ................ឆ្នាំ ....ព.ស..................

ថ្ងៃទី...............ខែ................ឆ្នាំ ....

មុខវិជ្ជា៖ គីមីវិទ្យា

ថ្នាក់ទី៖ ១១

ជំពូកទី៣៖ អុកស៊ីតកម្ម រេដុកម្ម និងអេឡិចត្រូគីមី

មេរៀនទី៤៖ ថ្មពិលអេឡិចត្រូគីមី

១. ថ្មពិលឡឺក្លង់សេ ឬថ្មពិលអំបិល

រយៈពេល៖ ៥០នាទី

I. វត្ថុបំណង

- វិជ្ជាសម្បទា៖ ពណ៌នាអំពីជាតុបង្ករបស់ថ្មពិលឡឺក្លង់សេបានយ៉ាងត្រឹមត្រូវតាមរយៈរូបភាព។
- បំណិនសម្បទា៖ ពន្យល់អំពីដំណើរការរបស់ថ្មពិលឡឺក្លង់សេ និងសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មពេលពិលដំណើការតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀន។
- ចរិយាសម្បទា៖ បណ្តុះស្មារតីឱ្យស្រលាញ់ធម្មជាតិ និងវេចខ្ចប់ថ្មពិលដែលខូច ឬប្រើប្រាស់រួចបានត្រឹមត្រូវ។

II. សម្ភារឧបទ្ទេស

សៀវភៅសិស្ស និងគ្រូទំព័រទី៩៤ដល់៩៦

ផ្ទាំងរូបភាពថ្មពិលឡឺក្លង់សេ

ហ្វឺត ក្តារខៀន បន្ទាត់ ស្លាយ LED សម្រាប់ចាក់វីដេអូ

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

វិធីសាស្ត្រតាមបែបសហការ ដោយបញ្ញាប ESD

IV. ដំណើកនាំមេរៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសារមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (រយៈពេល៣នាទី)		
ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្តាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន		សិស្សស្ងៀមស្ងាត់ អង្គុយ តាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធាន ថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (រយៈពេល៧នាទី)		

តើក្នុងសហគមន៍របស់យើងប្រើប្រាស់អ្វីខ្លះសម្រាប់ធ្វើជាប្រភពថាមពល?	ក្នុងសហគមន៍របស់យើងគេប្រើសាំង ប្រេងកាត ប្រេងម៉ាស៊ូត ចរន្តអគ្គិសនី ថ្មពិល អាគុយ ហ្គាស...។	សិស្សឆ្លើយ សំណួរ
តើគេប្រើថ្មពិល ឬអាគុយជាប្រភពថាមពលសម្រាប់ធ្វើអ្វី?	គេប្រើសម្រាប់ជាប្រភពផ្តល់ចរន្តអគ្គិសនី ហើយសម្រាប់ភ្ជាប់ជាមួយឧបករណ៍មួយចំនួនដូចជា អំពូល ទូរទស្សន៍ ម៉ាញ៉េ កង្ហា...។	សិស្សឆ្លើយសំណួរ
ជំហានទី៣ មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ (រយៈពេល៣០នាទី)		
<u>សំណួរសម្រាប់ភ្ជាប់ខ្លឹមសារមេរៀនមុនចូលមេរៀនថ្មី</u> តើប្អូនដែលចាប់អារម្មណ៍ដែរ ឬទេថា តើថ្មពិលដែលប្អូនប្រើរាល់ថ្ងៃមានដំណើរការយ៉ាងដូចម្តេច? <u>បែងចែកសិស្សជាក្រុម ចែករូបភាពថ្មពិលឡឺក្លង់សេទៅឱ្យសិស្ស និងចែកបណ្ណសំណួរឱ្យសិស្ស</u> 1. តើថ្មពិលឡឺក្លង់សេមានធាតុបង្កអ្វីខ្លះ? តើគេប្រើអ្វីជាអេឡិចត្រូលីត? 2. តើផ្នែកខាងក្រៅរបស់ថ្មពិលឡឺក្លង់សេត្រូវបានស្រោបដោយលោហៈអ្វី? 3. សរសេរគូរេដុកដែលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មរបស់ថ្មពិលឡឺក្លង់សេ។ 4. តើផ្នែកអាណូត ឬប៉ូលដកនៃថ្មពិលរងលំនាំអ្វី? ចូរសរសេរសមីការបញ្ជាក់ ។	 1.ថ្មពិលឡឺក្លង់សេមានធាតុបង្កដូចជា អាណូត Zn, NH_4Cl, C, MnO_2។ អេឡិចត្រូលីតក្នុងថ្មពិលឡឺក្លង់សេ គឺ NH_4Cl។ 2. ផ្នែកខាងក្រៅបំផុតដែលគេស្រោបថ្មពិលគឺលោហៈស័ង្កសី Zn។ 3.គូរេដុកចូលរួមប្រតិកម្មគឺ $MnO_2/MnO(OH)$ Zn^{2+}/Zn 4.ផ្នែកអាណូតនៃថ្មពិលរងលំនាំអុកស៊ីតកម្ម សមីការតាងប្រតិកម្ម $Zn \quad \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ 5.ផ្នែកកាតូតនៃថ្មពិលរងលំនាំរេដុកម្ម	សិស្សឆ្លើយតាមកម្រិតចំណេះដឹងផ្ទាល់ខ្លួន ចូលតាមក្រុមដែលគ្រូបានបែងចែកបន្ទាប់មកពិភាក្សារកចម្លើយដែលសមស្របមួយ សិស្សឡើងបកស្រាយចម្លើយរបស់ខ្លួន និងមើលគ្រូពន្យល់បន្ថែម

5. តើផ្នែកកាតូត ឬប៉ូលបូកនៃថ្មពិលរងលំនាំអ្វី? ចូរសរសេរសមីការបញ្ជាក់។ 6. ចូរសរសេរសមីការតុល្យការពេលពិលដំណើការ។ <u>ឱ្យសិស្សឡើងធ្វើបទបង្ហាញ</u> ចាក់វីដេអូឱ្យសិស្សមើលអំពីផលប៉ះពាល់ថ្មពិល https://youtu.be/vQ6gJDKfKW4 បន្ទាប់មកសួរសំណួរទៅកាន់សិស្ស តើការបោះចោលថ្មពិលដែលខូចដោយគ្មានការវេចខ្ចប់បានត្រឹមត្រូវមានផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះដល់ បរិស្ថាន សង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច?	សមីការតាងប្រតិកម្ម $MnO_2 + H^+ + e^- \rightarrow MnO(OH)$ 6. សមីការតុល្យការពេលពិលដំណើរការ អាណូត(-) $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ កាតូត(+) $MnO_2 + H^+ + e^- \rightarrow MnO(OH)$ $Zn + 2MnO_2 + 2H^+ \rightarrow 2MnO(OH) + Zn^{2+}$ គ្រូតពិនិត្យចម្លើយរបស់សិស្ស បន្ទាប់មកពណ៌នាអំពីដំណើការរបស់ថ្មពិលឡឺក្លង់សេ https://youtu.be/lSq_WVC6Hiw ការបញ្ញាប ESD ចម្លើយ ការបោះចោលថ្មពិលដែលខូចដោយគ្មានការវេចខ្ចប់បានត្រឹមត្រូវមានផលប៉ះពាល់ បរិស្ថាន៖ ធ្វើឱ្យដីខូចដីរជាតិ រុក្ខជាតិលូតលាស់មិនបានល្អ បំពុលប្រភពទឹកដែលនៅក្បែរនោះ (ថ្មពិលមួយគ្រាប់បំពុលដី$20m^2$ និងទឹក $400L$)។ សង្គម៖ ធ្វើឱ្យកើតជម្ងឺផ្សេងៗ។ សេដ្ឋកិច្ច៖ កាលណាមានជម្ងឺនោះធ្វើឱ្យបាត់បង់កម្លាំងពលកម្ម នាំឱ្យបាត់បង់ប្រាក់ចំណូល។	បន្ទាប់ពីមើលវីដេអូចប់ សិស្សឆ្លើយសំណួររបស់គ្រូ
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (រយៈពេល៨នាទី)		
សួរសំណួរទៅកាន់សិស្ស 1. តើប៉ូលបូកនៃថ្មពិលរងលំនាំប្រតិកម្មអ្វី និងប៉ូលដកនៃថ្មពិលរងលំនាំប្រតិកម្មអ្វី? 2. តើមូលហេតុអ្វីដែលធ្វើឱ្យថ្មពិលឡឺក្លង់សេឆ្លុះឆ្លាយ?	ចម្លើយ 1. ប៉ូលបូក រងលំនាំរេដុកម្ម ចំណែកប៉ូលដក រងលំនាំអុកស៊ីតកម្ម។ 2. មូលហេតុដែលធ្វើឱ្យថ្មពិលឡឺក្លង់សេឆ្លុះឆ្លាយព្រោះ អេឡិចត្រូត	សិស្សឆ្លើយសំណួរដែលគ្រូបានសួរ

3. តើប្អូនគួរធ្វើយ៉ាងណាដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ថ្មពិលបរិស្ថាន?	ស័ង្កសីអាចមានប្រតិកម្មជាមួយ H^{+}ដែលបានមកពីអេឡិចត្រូលីត NH_4Clដោយបង្កើតជាឧស្ម័នH_2 ធ្វើឱ្យសម្ពាធនៃឧស្ម័នកើនឡើង។ 3. ដើម្បីកាត់បន្ថយផលប៉ះពាល់ថ្មពិលលើបរិស្ថានយើងត្រូវរួមគ្នា • កាត់បន្ថយកាប្រើប្រាស់ថ្មពិល វេចខ្ចប់ថ្មពិលឱ្យបានល្អ និងបោះចោលក្នុងធុងសម្រាម ជៀសវាងបោះចោលផ្តេសផ្តាសដោយគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់។	
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ (រយៈពេល២នាទី)		
ថ្មពិលឡឺក្លង់សេមួយបង្កឡើងពីលោហៈស័ង្កសី 30g ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីដែលបានបញ្ចេញដោយថ្មពិលតាមទ្រឹស្តី។ គេឱ្យ $M_{Zn} = 65g/mol$ $F = 96500C$		កត់ត្រាលំហាត់ដាក់ក្នុងសៀវភៅ

កិច្ចតែងការគំរូទី៣

កាលបរិច្ឆេទ៖ ថ្ងៃ.....................ខែ............ឆ្នាំ..............ព.ស................
ថ្ងៃទី...................ខែ............ឆ្នាំ..............

មុខវិជ្ជា៖ គីមីវិទ្យា

ថ្នាក់ទី៖ ១០

ជំពូកទី៤៖ គីមីសរីរាង្គ

មេរៀនទី៥៖ ដីគីមី

១. សមាសភាពដី

រយៈពេល៖ ៥០នាទី

I. វត្ថុបំណង

- វិជ្ជាសម្បទា៖ ពណ៌នាពីសមាសជាតុផ្សំរបស់ដីតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀនឱ្យបានត្រឹមត្រូវ។
- បំណិនសម្បទា៖ បកស្រាយពីលក្ខណៈដីសរីរាង្គ និងដីអសរីរាង្គតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀនឱ្យបានត្រឹមត្រូវ។
- ចរិយាសម្បទា៖ បណ្តុះស្មារតីសិស្សឱ្យមានការប្រុងប្រយ័ត្នពេលប្រើប្រាស់ដីគីមី ជាពិសេសយល់ដឹងអំពីឥទ្ធិពលដីគីមីទៅលើបរិស្ថាន។

II. សម្ភារឧបទេស

- សៀវភៅសិស្ស និងគ្រូទំព័រទី១១៦ ដល់ ១១៧
- ផ្ទាំងរូបភាពដីគីមី
- ហ្វឺត ក្តារខៀន

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

- តាមបែបសហការ ដោយបញ្ញាប ESD

IV. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសាមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (រយៈពេល៣នាទី)		
-ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្តាប់ធ្នាប់ និងអវត្តមាន		-សិស្សស្ងៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (រយៈពេល៧នាទី)		
-តើប្អូនៗធ្លាប់ដាំដំណាំបន្លែ ផ្កា ឬផ្លែឈើឬទេ?	-ធ្លាប់/មិនធ្លាប់	-សិស្សឆ្លើយសំណួរ

-ជាជម្មតាប្អូនៗគិតថាតើធ្វើដូចម្តេចដើម្បីបានទិន្នផលដំណាំក្នុងការផ្គត់ផ្គង់តម្រូវការប្រចាំថ្ងៃ ?	-ប្រើជី/ផ្តល់សារជាតុចិញ្ចឹមបន្ថែមទៅលើដំណាំ	-សិស្សឆ្លើយសំណួរ
ជំហានទី៣ មេរៀនប្រចាំថ្ងៃ (រយៈពេល៣០នាទី)		
<u>បញ្ញាបព័ត៌មានមួយចំនួនដល់សិស្ស</u> បច្ចុប្បន្ន ជីត្រូវបានប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយនៅក្នុងវិស័យកសិកម្មដើម្បីបង្កើនទិន្នផលកសិកម្ម ក៏ដូចជាជួយដល់បន្លែផ្លែឈើឱ្យមានសុខភាពល្អរីកលូតលាស់ មានផ្លែធំៗ និងមានពណ៌សម្បុរល្អ។ ចែកសិស្សជាក្រុម និងចែកសំណួរទៅឱ្យសិស្ស ១. តើជីមានជាតុបង្កសំខាន់អ្វីខ្លះ ? ២. ជាទូទៅជីត្រូវបែងចែកប៉ុន្មានប្រភេទ ?អ្វីខ្លះ ? ៣. ដូចម្តេចដែលហៅថាជីសរីរាង្គ ? ចូរលើកឧទាហរណ៍ ? ៤. តើជីអសរីរាង្គចែកចេញជាប៉ុន្មានប្រភេទ ?អ្វីខ្លះ ? - ឱ្យសិស្សឡើងបកស្រាយ - គ្រូសម្របសម្រួលរាល់ចម្លើយរបស់សិស្ស	១.សមាសភាពជី ១. ជាតុបង្កសំខាន់របស់ជីមានអាសូត (N) ផូស្វរ(P) និងប៉ូតាស្យូម(K)។ ២. ជីចែកចេញជា២ប្រភេទសំខាន់ៗ៖ - ជីសរីរាង្គ - ជីអសរីរាង្គ ៣. ជីសរីរាង្គមានប្រភពមកពីកម្ទេចកម្ទីពុកផុយនៃរុក្ខជាតិ កាកសំណល់សត្វដូចជាលាមកសត្វ ឆ្អឹង ស្បែក ជាដើម។ជីសរីរាង្គបំលែងទៅជាសារជាតុខនិជ ក្រោមអំពើនៃបាក់តេរីដើម្បីឱ្យរុក្ខជាតិស្រូបវាបាន។ ឧទាហរណ៍ជីអ៊ុយរ៉េ មាននៅក្នុងទឹកនោម។ ៤. ជីអសរីរាង្គចែកជា៖ -ជីទោល៖ ជាតុបង្កក្នុងជីមានតែមួយប្រភេទ N, P, ឬK -ជីសមាសៈ ផ្តល់នូវជាតុបង្កជីយ៉ាងហោចណាស់ពីរយ៉ាងនៃN P ឬK។ • ជីទ្វេជា NP NK ឬPK	 -សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សឆ្លើយសំណួរ -សិស្សឆ្លើយសំណួរ មើលនិងកត់ត្រាមេរៀន

	• ជីត្រីធា NPK	
ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ (រយៈពេល៨នាទី)		
តើការប្រើប្រាស់បរិមាណជីមិនត្រូវស្តង់ដា(ប្រើលើសបរិមាណកំណត់) ទៅលើដំណាំប៉ះពាល់អ្វីខ្លះដល់សង្គម បរិស្ថាន និងសេដ្ឋកិច្ច?	<u>បញ្ញាប ESD</u> -សង្គម៖ ប៉ះពាល់សុខភាពមនុស្ស -បរិស្ថាន៖ បំពុលដល់ប្រភពទឹក ដី -សេដ្ឋកិច្ច៖ ចំណាយថវិកាច្រើនក្នុងការទិញជីគីមី។	-សិស្សឆ្លើយសំណួរ
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ (រយៈពេល២នាទី)		
តើជីអសរីរាង្គចែកចេញជាប៉ុន្មានប្រភេទ?អ្វីខ្លះ?		សិស្សកត់ត្រាដោយប្រុងប្រយ័ត្ន

កិច្ចតែងការគំរូទី៤

កាលបរិច្ឆេទ៖ ថ្ងៃ.....................ខែ............ឆ្នាំ..............ព.ស................

ថ្ងៃទី...................ខែ............ឆ្នាំ..............

មុខវិជ្ជា៖ គីមីវិទ្យា

ថ្នាក់ទី៖ ១២

ជំពូកទី៣៖ អាស៊ីត-បាស

មេរៀនទី១៖ ទ្រឹស្តីអាស៊ីត-បាស

រយៈពេល៖ ៥០នាទី

I. **វត្ថុបំណង៖** ក្រោយពេលបញ្ចប់មេរៀនត្រង់ចំណុចនេះសិស្សអាច

- វិជ្ជាសម្បទា៖ ពន្យល់អំពីទំនាក់ទំនងកំហាប់ អាស៊ីតខ្លាំង-បាសខ្លាំងតាមរយៈខ្លឹមសារមេរៀនបានត្រឹមត្រូវ

- បំណិនសម្បទាៈ គណនាតម្លៃ pH នៃសូលុយស្យុងដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មរវាងអាស៊ីតខ្លាំង-បាសខ្លាំងបានត្រឹមត្រូវតាមរយៈការដោះស្រាយលំហាត់។
- ចរិយាសម្បទាៈ បណ្តុះស្មារតីសិស្សឱ្យសង្កេតពីផលប៉ះពាល់នៃការបញ្ចេញកាកសំណល់ អាស៊ីតដែលបានប្រើប្រាស់ក្នុងទីពិសោធន៍ និងក្នុងឧស្សាហកម្ម។

II. សម្ភារឧបទេស

- សៀវភៅសិស្សទំព័រ ៨៨ ដល់ ៩២
- សៀវភៅគ្រូទំព័រ ៨៨ ដល់ ៩២

III. វិធីសាស្ត្របង្រៀន

- ដោះស្រាយបញ្ហា(ដោយបញ្ញាបESD)

IV. ដំណើរការបង្រៀន

សកម្មភាពគ្រូ	ខ្លឹមសាមេរៀន	សកម្មភាពសិស្ស
ជំហានទី១ រដ្ឋបាលថ្នាក់រៀន (រយៈពេល៣នាទី)		
-ពិនិត្យឯកសណ្ឋាន អនាម័យ វិន័យ សណ្តាប់ធ្នាប់ និង អវត្តមាន		-សិស្សសៀមស្ងាត់ អង្គុយតាមកន្លែងរៀងខ្លួន ប្រធានថ្នាក់ឡើងរាយការណ៍
ជំហានទី២ រំលឹកមេរៀនចាស់ (រយៈពេល៧នាទី)		
១.សរសេរសមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងក្នុងទឹកនៃ $NaOH$ និង HCl ។ ២.ឱ្យនិយមន័យpH និងរូបមន្តរបស់វា	១.សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $HCl_{(aq)} + H_2 \rightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$ $NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$ ២.pH គឺជាទំហំផ្ទុយនឹងឡូតការីតគោលដប់នៃកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម[H_3O^+]។ រូបមន្ត $pH = -log[H_3O^+]$	សិស្សឡើងឆ្លើយសំណួរដែលគ្រូបានសួរ និងសរសេររូបមន្តរបស់pH ។
ជំហានទី៣ ខ្លឹមសារមេរៀនថ្មី (រយៈពេល៣០នាទី)		
ប្រធានលំហាត់ គេយកសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច(H_2SO_4)ដែលមានកំហាប់ $0.2M$ មានមាឌ $500ml$ ដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ូត($NaOH$) កំហាប់ និងមាឌដូចគ្នានឹងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ ក្រោយប្រតិកម្មចប់គេទទួលបានសូលុយស្យុងអំបិល។ ក.គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម[H_3O^+] ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ ខ.គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត[OH^-] ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងស៊ូត។		

គ.គណនា pH នៃសូលុយស្យុងដែលទទួលបាន។		
គ្រូផ្តល់លំហាត់ឱ្យសិស្ស បែងចែកសិស្សជាក្រុម និងផ្តល់សន្លឹកកិច្ចការដើម្បីរកចម្លើយ	**១.ការយល់ពីបញ្ហា** **អានសំណួររបស់ប្រធានលំហាត់ និងគូសបន្ទាត់ពីក្រោមពាក្យគន្លឹះ** គេយកសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច (H_2SO_4)ដែលមានកំហាប់ $0.2M$ មានមាឌ $500ml$ ដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ូត($NaOH$) កំហាប់ និងមាឌដូចគ្នានឹងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ ក្រោយប្រតិកម្មចប់គេទទួលបានសូលុយស្យុងអំបិល។ ក.គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម[H_3O^+]ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច។ ខ.គណនាកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត[OH^-] ដែល មាននៅក្នុងសូលុយស្យុងស៊ូត។ គ.គណនា pH នៃសូលុយស្យុងដែលទទួលបាន។	សិស្សឆ្លើយតាមកម្រិតចំណេះដឹងផ្ទាល់ខ្លួន។ ចូលតាមក្រុមដែលគ្រូបានបែងចែកបន្ទាប់មកពិភាក្សារកចម្លើយដែលសម្របសម្រួល
ឱ្យសិស្សឡើងធ្វើបទបង្ហាញ និងធ្វើការសម្របសម្រួលចម្លើយ	**២.ការបង្កើតផែនការគូសរូបតាង** $0.2M$　　$0.2M$　　$pH=?$ $500ml$　　$500ml$ $[OH^-]=?$　　$[H_3O^+]=?$ **ការគិតដល់រូបមន្ត និងទំនាក់ទំនងរវាងរូបមន្តដើម្បីដោះស្រាយ** ក.ឱអាស៊ីតខ្លាំង　$\Rightarrow [H_3O^+]=2C_a$ ខ.ម៉ូណូបាសខ្លាំង　$\Rightarrow [OH^-]=C_b$ **គ.សមីការតាងប្រតិកម្ម** $2NaOH_{(aq)}+H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)}+H_2O_{(l)}$ $n_{H_3O^+}=2n_a=2(C_a\times V_a)$ $n_{OH^-}=n_b=C_b\times V_b$	

	ប្រៀបធៀបចំនួនម៉ូល $n_{H_3O^+}$ និង n_{OH^-} $n_{H_3O^+} = n_{OH^-}$ សូលុយស្យុងណឺត $pH = 7$ $n_{H_3O^+} > n_{OH^-}$ សូលុយស្យុងអាស៊ីត $[H_3O^+]_{សល់} = \frac{n_{H_3O^+សល់}}{V_s}$ តាមរូបមន្ត $pH = -log[H_3O^+]$ • $n_{H_3O^+} < n_{OH^-}$ សូលុយស្យុងទទួលបានគឺបាន $[OH^-]_{សល់} = \frac{n_{OH^-សល់}}{V_s}$ $pH = 14 - pOH$ $pH = 14 + log\,[OH^-]$ **៣.អនុវត្តផែនការ** **ក.គណនាកំហាប់**$[H_3O^+]$ $H_2SO_{4(aq)} + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+{}_{(aq)} + SO_4{}^{2-}$ ដោយ H_2SO_4 ជាឌីអុកស៊ីតខ្លាំង $\Rightarrow [H_3O^+] = 2C_a = 2(0.2M) = 0.4M$ ខ.គណនាកំហាប់ $[OH^-]$ $NaOH_{(aq)} \rightarrow Na^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$ ដោយ $NaOH$ ជាម៉ូណូបាសខ្លាំង $\Rightarrow [OH^-] = C_b = 0.2M$ គ.គណនា pH នៃសូលុយស្យុងដែលទទួលបានសមីការតាងប្រតិកម្ម $2NaOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$ – រកចំនួនម៉ូលរបស់ OH^- $n_{OH^-} = n_{NaOH} = C_b \times V_b$ $= 0.2M \times 0.5L = 0.1mol$ – រកចំនួនម៉ូលរបស់ H_3O^+ $n_{H_3O^+} = 2n_{H_2SO_4}$ $= 2(0.2M \times 0.5L)$ $= 0.2mol$ ដោយ $n_{H_3O^+} > n_{OH^-}$ នោះសូលុយស្យុងដែលទទួលបានគឺជាសូលុយស្យុងអាស៊ីត។ $[H_3O^+]_{សល់} = \frac{n_{H_3O^+សល់}}{V_s}$	

<table>
<tr>
<td></td>
<td>$n_{H_3O^+\text{សល់}} = n_{H_3O^+\text{ដើម}} - n_{OH^-\text{ប្រតិកម្ម}}$
ដោយ $n_{H_3O^+\text{សល់}} = 0.2mol - 0.1mol = 0.1mol$
$V_s = V_a + V_b = 0.5L + 0.5L = 1L$
$[H_3O^+]_{\text{សល់}} = \frac{0.1mol}{1L} = 0.1M$ ឬ$10^{-1}M$
តាមរូបមន្ត $pH = -log[H_3O^+]$
$pH = -\log[10^{-1}M]$
$pH = 1$
៤.ការពិនិត្យមើលឡើងវិញ
ដោយ បរិមាណអាស៊ីតលើសនោះសូលុយស្យុងដែលទទួលបានមានមជ្ឈដ្ឋានជាអាស៊ីត ⇒ $pH < 7$ ដោយលទ្ធផលនៃការគណនាតម្លៃ pH របស់សូលុយស្យុងដែលទទួលបានស្មើ ១ តូចជាង៧ ដូចនេះការបកស្រាយពិតជាត្រឹមត្រូវ។</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3">ជំហានទី៤ ពង្រឹងពុទ្ធិ
(រយៈពេល៨នាទី)</td>
</tr>
<tr>
<td><u>សួរសំណួរទៅកាន់សិស្ស៖</u>
1.តើអាស៊ីតអ្វីខ្លះដែលគេច្រើនប្រើក្នុងទីពិសោធន៍ និងឧស្សាហកម្ម? ចូររៀបរាប់ពីបម្រើបម្រាស់របស់អាស៊ីត។

2.តើការបញ្ចេញ ឬបោះចោលកាកសំណល់ដែលបានមកពីការប្រើប្រាស់អាស៊ីតទាំងក្នុងទីពិសោធន៍ និងក្នុងឧស្សាហកម្ម</td>
<td>ការបញ្ជ្រាប ESD
1.អាស៊ីតដែលប្រើក្នុងពិសោធន៍ និងក្នុងឧស្សាហកម្មមានដូចជា៖H_2SO_4 HNO_3 HCl H_3PO_4 និង CH_3COOH។
បម្រើបម្រាស់អាស៊ីត
• ប្រើក្នុងអាគុយ
• ធ្វើជាផលិតផលឧស្សាហកម្ម
• ធ្វើជាផលិតផលកៅស៊ូ
• ធ្វើជាផលិតផលថ្នាំពណ៌
• ធ្វើជីគីមី
• ជួយរំលាយអាហារ(អាស៊ីតក្នុងក្រពះគឺ HCl)
• ទាញប្រេះពីដែក.........។
2.ការបញ្ចេញ ឬបោះចោលកាកសំណល់ដែលបានមកពីការប្រើប្រាស់អាស៊ីតទាំងក្នុងទីពិសោធន៍ និងក្នុងឧស្សាហកម្មដែលមិនបានត្រឹមត្រូវផ្តល់ផលប៉ះពាល់</td>
<td></td>
</tr>
</table>

ដែលមិនបានត្រឹមត្រូវផ្តល់ផលប៉ះពាល់អ្វីខ្លះ ដល់ បរិស្ថាន សង្គម និងសេដ្ឋកិច្ច។	• បរិស្ថានៈ បង្កើតឱ្យមានភ្លៀងអាស៊ីត ដែលធ្វើឱ្យដីខូច និងមានឥទ្ធិពលទៅលើប្រព័ន្ធអេកូឡូស៊ី ដូចជាទឹក បរិស្ថាន និងព្រៃឈើ។ • សង្គមៈ បាត់បង់នូវធនធានធម្មជាតិ ម្យ៉ាងទៀតភ្លៀងអាស៊ីតជាបុព្វហេតុធ្វើឱ្យត្រីដែលរស់នៅក្នុងបឹង ទន្លេ និងប្រឡាយថយចុះ ឬងាប់ដែរ។ • សេដ្ឋកិច្ចៈ បាត់បង់ចំណូលដែលបានមកពីធនធានធម្មជាតិ ។	
ជំហានទី៥ កិច្ចការផ្ទះ (រយៈពេល២នាទី)		
13.សូលុយស្យុងអាស៊ីត HCl មួយមានកំហាប់$4.5\times10^{-1}M$ ។ចូរគណនាៈ ក. កំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម [H_3O^+] ខ. កំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត[OH^-] គ. pH របស់សូលុយស្យុង		ស្តាប់ និងអនុវត្តតាមបណ្តាំ

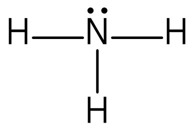
មេរៀនទី៥ ៖ ខ្លឹមសារមេរៀនសម្រាប់ធ្វើកិច្ចតែងការបង្រៀន អាមីន អាមីត និងអាស៊ីតអាមីណេ

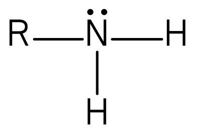
សេចក្តីផ្តើម

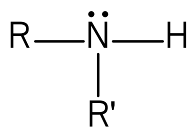
អាមីន អាមីត អាស៊ីតអាមីណេ និងប្រូតេអ៊ីន អាចជាម៉ូលេគុលខ្សែខ្នែង ឬខ្សែកាបូនបើក។ អាមីនអាចជាស្រឡាយនៃអាម៉ូញាក់ដែលមានរូបមន្តទូទៅ $R-NH_2$។ អាមីតមានរូបមន្តទូទៅ$R-CO-NH_2$។ អាស៊ីត អាមីណេ ជាសមាសធាតុដែលមាន បង្គុំនាទីអាមីន ($-NH_2$) និងកាបុកស៊ីល ($-COOH$) នៅក្នុងទម្រង់របស់វា។ ប្រូតេអ៊ីនប្រូតេអ៊ីនបង្កឡើងពីម៉ូលេគុលអាស៊ីតអាមីណេជាច្រើន។

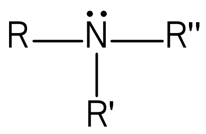
៥.១.អាមីន Amines

អាមីន គឺជាបាសខ្សោយ ដែលគេបានពណ៌នាថា វាជាស្រឡាយនៃអាម៉ូញាក់ ឬ ជាសមាសធាតុ អាល់គីលឡាតអាម៉ូញាក់។ បង្គុំនាទីរបស់អាមីនគឺជាក្រុមអាមីណូ ($-NH_2$)។ អាតូមអាសូត ដែលជាអ៊ីប្រ៊ីត SP^3 ដែលត្រូវបានចងភ្ជាប់មួយ ឬច្រើនរបស់អាតូមកាបូន។ អាមីនត្រូវបានគេធ្វើចំណែកថ្នាក់ជាបី៖ ថ្នាក់I ថ្នាក់II និងថ្នាក់III ដែលក្រុមអាល់គីលនីមួយៗត្រូវបានចងភ្ជាប់គ្នាទៅនឹងអាតូមអាសូត។

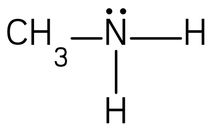

អាម៉ូញាក់
ammonia

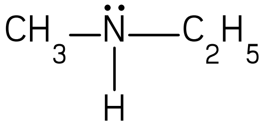

អាមីនថ្នាក់I
primary amine

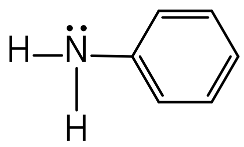

អាមីនថ្នាក់II
secondary amine

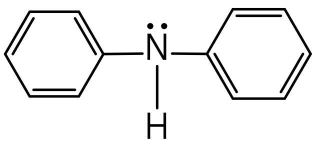

អាមីនថ្នាក់III
tertiary amine

(-R) អាចជាអាល់គីល ឬ ក្រុមអាល់រីល


មេទីលឡាមីន
methylamine


អេទីលមេទីលឡាមីន
ethylmethylamine


ផេនីលឡាមីន
phenylamine


ឌីផេនីលឡាមីន
diphenylamine

៥.២. នាមវលី

ការហៅឈ្មោះនៃអាមីនថ្នាក់I គេត្រូវបានគេហៅ តាមអាល់គីលឡាមីន។

ការហៅឈ្មោះ៖អាមីនខ្សែត្រង់

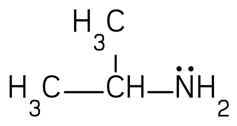
ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R (អ៊ីល) + ឡាមីន

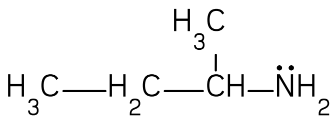
$CH_3-\ddot{N}H_2$ មេទីលឡាមីន

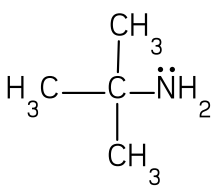
$C_2H_5-\ddot{N}H_2$ អេទីលឡាមីន

$C_3H_7-\ddot{N}H_2$ ប្រូពីលឡាមីន

ករណីអាមីនថ្នាក់I មានខ្នែង







1-មេទីលអេទីលឡាមីន 1-មេទីលប្រូពីលឡាមីន 1,1-ឌីមេទីលអេទីលឡាមីន

ការហៅឈ្មោះអាមីនថ្នាក់២៖

N- + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R (អ៊ីល) + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R (អ៊ីល) + ឡាមីល

$CH_3-\ddot{N}H-CH_2-CH_3$

N-អេទីលមេទីលឡាមីន

$H_3C-CH_2-\ddot{N}H-CH(CH_3)-CH_3$

N-អេទីលអ៊ីសូប្រូពីលឡាមីន

ការហៅឈ្មោះអាមីនថ្នាក់៣៖

N,N-(ឌី) + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R′ ឬR′′ + (អ៊ីល) + ឡាមីល

$CH_3-\ddot{N}(CH_3)-CH_3$

N,N-ឌីមេទីលមេទីលឡាមីន

ឬ ទ្រីមេទីលឡាមីន

$C_2H_5-\ddot{N}(C_2H_5)-C_2H_5$

ទ្រីអេទីលឡាមីន

$C_2H_5-\ddot{N}(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3$

N-អេទីល-N-មេទីលអ៊ីសូប្រូពីលឡាមីន

៥.៣. លក្ខណៈរូប

អាមីនដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលទាប ជាអង្គធាតុរាវ និង រលាយក្នុងទឹក និងអាតូមកាបូនលើសពី៦ វាមិនរលាយក្នុងទឹកទេ ប៉ុន្តែវារលាយក្នុងអង្គធាតុរំលាយសរីរាង្គ។ អាមីនមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់ កាន ប៉ុន្តែទាបជាងអាល់កុលដែលមានម៉ាសម៉ូលប្រហាក់ប្រហែលគ្នា ដោយសារតែវាមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនដែលកើតមានរវាងម៉ូលេគុលអាមីន ហើយអាមីនជាបាសខ្សោយ ដែលមានលក្ខណៈជាអង្គធាតុប្រតិករនុយក្លេអូភីល។ នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់អាមីនមានក្លិនមិនល្អ ក្លិនស្រដៀងទៅនឹងរបស់អាម៉ូញាក់NH_3 និងក្លិនរបស់ត្រីងៀត។

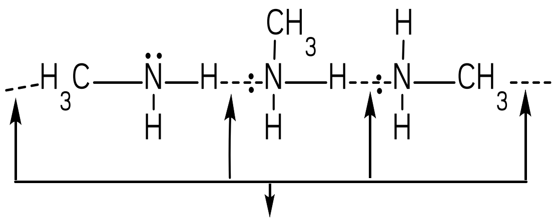
អាមីនជាសមាសធាតុសរីរាង្គមួយដែលមានភាពប៉ូលែបង្គួរ។ ម៉ូលេគុលអាមីនថ្នាក់I និងថ្នាក់II អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនខ្លាំងជាមួយទឹក។ ម៉ូលេគុលអាមីនថ្នាក់៣ មិនអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលនិងម៉ូលេគុលបានទេ ប៉ុន្តែវាអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយម៉ូលេគុលទឹក ឬជាតុរំលាយអ៊ីដ្រុកស៊ីលបាន។

$C_2H_5-O-C_2H_5$	$C_2H_5-NH-C_2H_5$	$C_2H_5-NH-C_2H_5$
diethyl ether	diethyl amine	1-butanol
bp : 54.6 ^oC	bp : 55 ^oC	bp : 118 ^oC

ចំណុចរំពុះរបស់ម៉ូលេគុលអាមីនដែលរលាយក្នុងទឹក៖

$CH_3CH_2CH_2-\ddot{N}H_2$	$C_2H_5-\ddot{N}H-CH_3$	$(CH_3)_3\ddot{N}$
propylamine	methylethylamine	trimethylamine
bp : 40 ^oC	bp : 37 ^oC	bp : 3 ^oC

ក្លិនឆ្អាបរបស់ត្រីជាទ្រីមេទីលឡាមីន



Intermolecular H-bonding in amine

លក្ខណៈរូបរបស់អាមីន					
ឈ្មោះ	ទម្រង់	mp (°C)	bp (°C)	កម្រិតរលាយ 25°C(g.100ml^{-1})	Pka (NH_4^+)
អាមីនថ្នាក់I					
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	$C_6H_{11}NH_2$	-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	$4\text{-}CH_3C_6H_4NH_2$	44	200	រលាយតិច	5.08
4-នីត្រូអានីលីន	$4\text{-}NO_2C_6H_4NH_2$	148	332	មិនរលាយ	1.00
អាមីនថ្នាក់ទីII					
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
អាមីនថ្នាក់ទីIII					
ទ្រីមេទីលអាមីន	$(CH_3)_3N$	-117	3	រលាយខ្លាំង	9.70
ទ្រីអេទីលអាមីន	$(CH_3CH_2)_3N$	-115	56	14	10.76
N,N-ឌីមេទីលអានីលីន	$C_6H_5N(CH_3)_2$	3	302	រលាយតិច	5.06

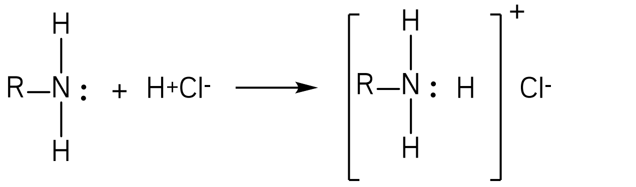
តារាងទី១៖ លក្ខណៈគីមីមួយចំនួននៃអាមីន

Name	Structure	Melting Point(°C)	Boiling Point (°C)	Solubility (g/100ml water)	K_b
Methylamine	CH_3NH_2	-94	-6	រលាយខ្លាំង	4.4×10^{-4}

Ethylamine	$CH_3CH_2NH_2$	-81	17	រលាយខ្លាំង	4.7×10^{-4}
Propylamine	$CH_3CH_2CH_2NH_2$	-83	49	រលាយខ្លាំង	4.0×10^{-4}
Dimethylamine	$(CH_3)_2NH$	-92	7	រលាយតិច	5.0×10^{-4}
Trimethylamine	$(CH_3)_3N$	-117	3	រលាយតិច	6.0×10^{-4}
Aniline	$C_6H_5NH_2$	-6	184	រលាយ	4.2×10^{-4}

៥.៤. លក្ខណៈគីមី

អាមីនមានលក្ខណៈជាបាស ។ លក្ខណៈទាំងនេះមកពី វាបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែន រលាយនៅក្នុងទឹក ពីព្រោះអាតូម អាសូត N របស់អាមីនមានអេឡិចត្រុងទំនេរ ដែលស្រដៀងទៅនឹងអាម៉ូញាក់ NH_3 ។ នេះបានន័យពួកវាអាចបង្កើតជាអំបិលជាមួយអាស៊ីតឡឺវីស៖



amine	alkylammonium chloride salt

អាមីនវាមានលក្ខណៈជាបាសខ្សោយជាងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត (-OH) ពពួកអាល់កុកស៊ីត ($-R-O^-$) ប៉ុន្តែមានលក្ខណៈជាបាសខ្លាំងជាងទឹក។

$$R-NH_2 + H_2O \rightleftarrows [R-NH_3]^+ + OH^- \qquad K_b = \frac{[R-NH_3^+] \bullet [OH^-]}{[R-NH_2]}$$

លំដាប់នៃកម្លាំងបាសនៃអាមីន៖

$$R_3\ddot{N} > R_2\ddot{N}H > R\ddot{N}H_2 > \ddot{N}H_3$$

ដូចនេះយើងអាចនិយាយបានថាអាមីនមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតដើម្បីផលិតអំបិល៖

$$C_3H_7-NH_2 + H^+Cl^- \rightarrow C_3H_7-NH_3^+Cl^-$$

ប្រូពីលឡាមីន	ប្រូពីលឡាញ៉ូមក្លរ

អំបិលអាម៉ូញាក់អាចបំលែងទៅជាអាមីនដោយការដុតកម្តៅជាមួយបាសខ្លាំង៖

$$R-NH_3^+Cl^- + Na^+OH^- \ (heat) \rightarrow R-NH_2 + NaCl + H_2O$$

$$CH_3-NH_3^+Cl^- + Na^+OH^- \ (heat) \rightarrow CH_3-NH_2 + NaCl + H_2O$$

៥.៥. ឧទ្វើអាមីន

ប្រតិកម្មរវាងអាម៉ូញាក់ជាមួយអាល់គីលអាឡូសែន គេទទួលបានអំបិលនៃអាម៉ូញ៉ូម។ បន្ទាប់មក អំបិលវាមានប្រតិកម្មជាមួយបាសបង្កើតជាអាមីនថ្នាក់ទីI។

ប្រសិនបើអាមីនថ្នាក់ទីI ធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាល់គីលអាឡូសែន បង្កើតបានជាអាមីនថ្នាក់ទីII។ ប្រសិនបើអាមីនថ្នាក់ទីII ធ្វើប្រតិកម្មបន្តទៀតគេនឹងទទួលបានអាមីនថ្នាក់ទីIII។

$$NH_3 + R-X \xrightarrow{+OH^-} RNH_2$$

អាមីនថ្នាក់១

$$RNH_2 + R-X \xrightarrow{+OH^-} R_2NH$$

$$R_2NH + R-X \xrightarrow{+OH^-} R_3N$$

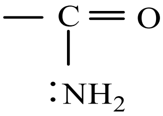
ស្ទើរតែទាំងអស់នៃសមាសធាតុសរីរាង្គ ដែលមានអាសូតនៅក្នុងទម្រង់របស់វា អាចធ្វើរេដុកម្មក្លាយជាអាមីន។ សមាសធាតុអាសូតមិនឆ្អែត(នីទ្រីល) អាចធ្វើរេដុកម្មដោយការបូកបន្ថែមអ៊ីដ្រូសែនដើម្បីទទួលបានជាអាមីនថ្នាក់ I។

$$R-C\equiv N: \; + \; 4\,[H]^{+} \xrightarrow[\text{heat}]{\text{Ni}} RCH_2-\ddot{N}H$$

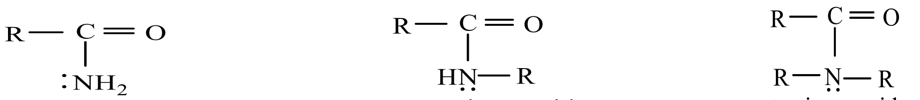
primary amine

អាមីត

អាមីតគឺជាស្រលាយនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច(R-COOH) ដែលក្នុងនោះបង្គុំអ៊ីដ្រុកស៊ីត(-OH)របស់អាស៊ីតត្រូវបានជំនួសដោយបង្គុំអាមីន($-NH_2$)។ ដូចនេះអាមីតមានទម្រង់ ៖



អាមីតគេអាចធ្វើចំណាត់ថ្នាក់ជាថ្នាក់I ថ្នាក់II ឬថ្នាក់III យោងទៅតាមចំនួនក្រុមអាល់គីលដែលចងភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូម -N ។

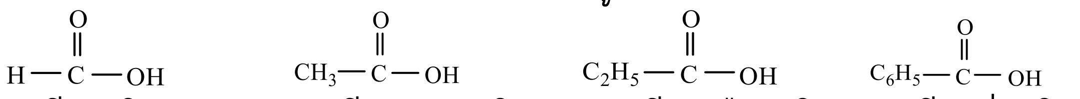


primary amide secondary amide tertiary amide

៥.៥.១. នាមវលីអាមីត

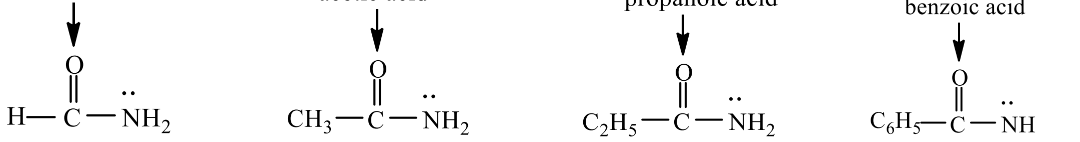
ក. អាមីតថ្នាក់ I

ឈ្មោះរបស់អាមីតបានពីឈ្មោះរបស់អាស៊ីតដោយប្តូរបច្ច័មបទ **អូអ៊ិច** របស់អាស៊ីតទៅជា**អាមីត**។



អាស៊ីតផរមិច អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច

formic acid acetic acid propanoic acid benzoic acid



formamide acetamide propanamide benzamide

ផរម៉ាមីត អាសេតាល់មីត ប្រូប៉ាណាមីត បង់សាមីត

ខ. អាមីតថ្នាក់ II

N + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R’ (អ៊ីល) + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R’ + បុព្វបទ C + អាមីត

N-មេទីលមេតាណាមីត ឬN-មេទីលផរម៉ាមីត N-មេទីលអេតាណាមីត ឬN-មេទីលអាសេតាមីត

គ. អាមីតថ្នាក់ III

N,N (ឌី) + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ RR’ (អ៊ីល) + ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ R + បុព្វបទ C + អាណាមីត

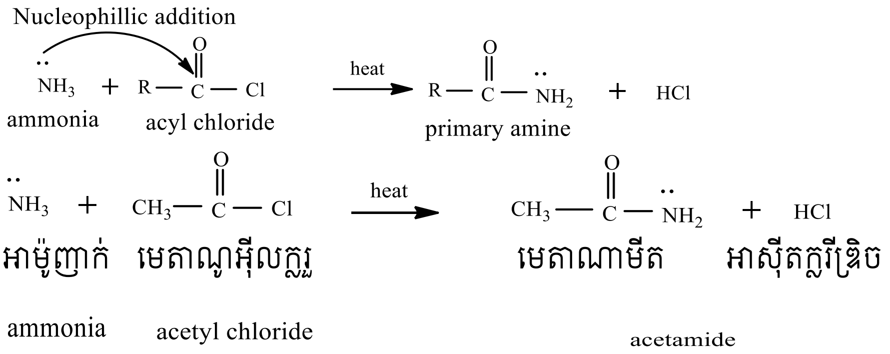
N,N-ឌីមេទីលមេតាណាមីត ឬ N,N-ឌីមេទីលផរម៉ាមីត N,N-ឌីមេទីលអេតាណាមីត

៥.៥.២. លក្ខណៈគីមី

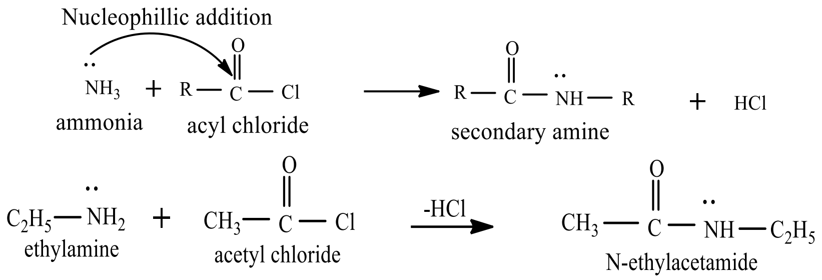
អាមីតមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែននៅក្នុងម៉ូលេគុលរបស់វា ដូច្នេះទើបវាមានចំណុះរំពុះខ្ពស់។ ឧទាហរណ៍ ៖ ផរម៉ាមីត ជាអង្គធាតុរាវដែលមានចំណុចរំពុះ 190 ^{0}C ហើយអាមីតផ្សេងទៀតជាអង្គធាតុរឹងដែលមានក្រាមពណ៌ស។ វាជាសមាសធាតុប៉ូលែ ដូចនេះគឺវារលាយក្នុងទឹក។ អាមីតមិនមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត និង បាសទេ ទោះបីដុតកម្តៅយឺតៗជាមួយទឹកដែលជាអ៊ីដ្រូលីស។

៥.៥.៣. ទទួលអាមីត

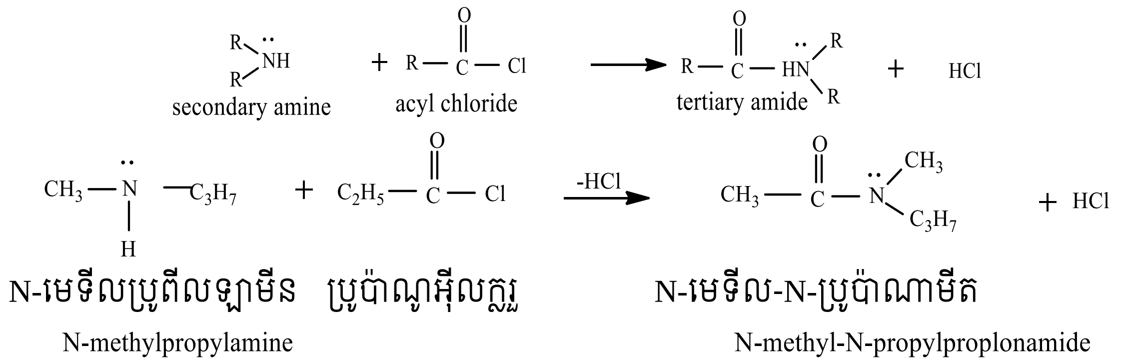
អាមីតត្រូវបានគេរៀបចំដោយប្រតិកម្មនៃអាម៉ូញាក់ អាមីតថ្នាក់ I ឬអាមីតថ្នាក់ II ជាមួយនិងអានីទ្រីតអាស៊ីត អេស្ទែ ឬអាស៊ីលក្លរួ។



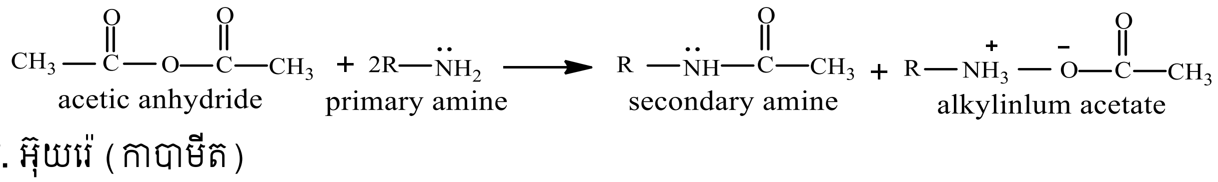
ក. អាល់គីលកម្ម នៃអាមីនថ្នាក់ I ទៅជាអាមីតថ្នាក់ II (Aclylation of primary amines leads to secondary amides)



ខ. អាល់គីលកម្ម នៃអាមីនថ្នាក់ II ទៅជាអាមីតថ្នាក់ III (Acylation of secondary amines produces tertiary amides)

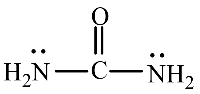


គ. អាមីតធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីលក្លរួ ដែលជាស្រឡាយនៃអាសេទិចដោយទទួលបានអាសេតាមីត។ អាសេតាមីត ជាទូទៅគេផលិតផលពីប្រតិកម្មនៃអានីឌ្រិតអាសេទិច ជាមួយនឹងអាមីត។



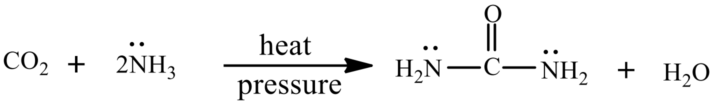
ឃ. អ៊ុយរ៉េ (កាបាមីត)

អ៊ុយរ៉េជាអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមានក្រាមពណ៌ស រលាយក្នុងទឹកមានចំណុចរំពុះ 132 ^{0}C។



urea

អ៊ុយរ៉េត្រូវបានរៀបចំឡើងដោយការយកCO_2 ប្រតិកម្មជាមួយNH_3នៅសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធខ្ពស់។ ហើយវាក៏ត្រូវបានគេទង្វើចេញពីប្រតិកម្មឧស្ម័នផូសែនជាមួយ អាម៉ូញាក់។



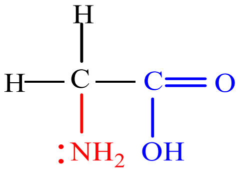
ផូសែន អ៊ុយរ៉េ

phosgene urea

នៅក្នុងដំណាក់កាលសំយោគដំបូងដោយលោក Friedrich Wohler នៅក្នុងឆ្នាំ 1828គាត់បានយកសូលុយស្យុងអាម៉ូញ៉ូមស្យាណាត NH_4CN ទៅរំហួត។ អ៊ុយរ៉េត្រូវបានគេរកឃើញក្នុងបរិមាណតិចតួចនៃឈាមបនិកសត្វ។ នៅក្នុងការអនុវត្តឧស្សាហកម្មរបស់វាគឺស្ថិតនៅការផលិតប្លាស្ទិក(specifically, urea-formaldehyde resin) ហើយវាក៏ជាសមាសធាតុនៃជីជាច្រើនផ្តល់អាសូតសម្រាប់រុក្ខជាតិ។

អាស៊ីតអាមីណេមានក្រុមពីរ ក្រុមអាមីន(-NH_2) និងក្រុមកាបុកស៊ីល (-COOH) នៅក្នុងទម្រង់របស់វា។ អាស៊ីតអាមីណេគឺជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃប្រូតេអ៊ីនដែលជាមូលដ្ឋាននៃសារពាង្គកាយមានជីវិត។ មានអាស៊ីតអាមីណេជាង 700 ដែលកើតឡើងនៅក្នុងធម្មជាតិ។

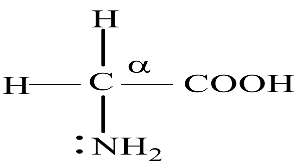
ក្រុមអាមីណូនៅក្នុង អាស៊ីតអាមីណេដែលទទួលបានពីប្រូតេអ៊ីនរបស់រុក្ខជាតិនិងសត្វស្ថិតនៅក្នុងទីតាំងដែលទាក់ទងទៅនឹងក្រុម Carboxyl ។



ក្រុមអាមីន ក្រុមកាបុកស៊ីល

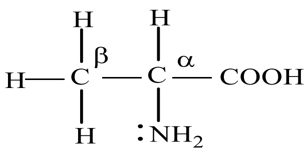
១. នាមវលីអាស៊ីតអាមីណេ

អាស៊ីតអាមីណេត្រូវបានគេចាត់ថ្នាក់របស់វាអាស្រ័យលើទីតាំងនៃក្រុមមុខងាររបស់វា។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោម៖



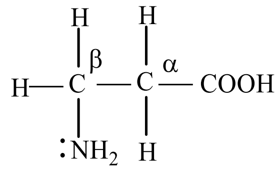
អាស៊ីត α – អាមីណូអេតាណូអ៊ិច ឬគ្លីស៊ីន

α – aminoethanoic acid
glycine



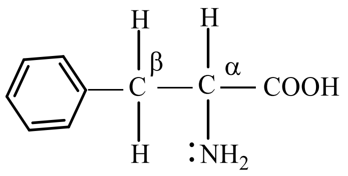
អាស៊ីត α – អាមីណូប្រូប៉ាណូអ៊ិច ឬ α – អាឡានីន

α – aminopropanoic acid
α – alanine



អាស៊ីត β – អាមីណូប្រូប៉ាណូអ៊ិច ឬ β – អាឡានីន

$\beta - aminoprpanoic\ acid$
$\beta - alanine$



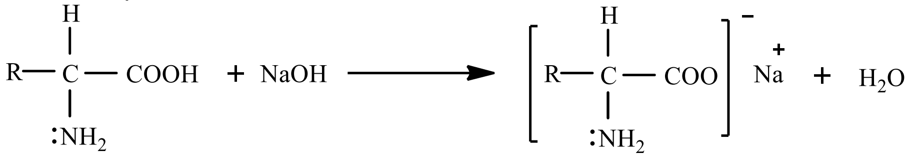
អាស៊ីត α – អាមីណូβ –ផេនីលប្រូប៉ាណូអ៊ិចអាស៊ីត ឬ ផេនីលអាឡានីន

$\alpha - amino - \beta - phenylpropanoic\ acid$
$phenyl\ alanine$

២. លក្ខណៈនៃអាស៊ីតអាមីណេ

លក្ខណៈពិសេសនៃអាស៊ីតអាមីណេ($-NH_2$) និង (-COOH) ជាសមាសធាតុអំផូទែ(មានន័យថាមានលក្ខណៈជាបាសផង និងអាស៊ីតផង)។

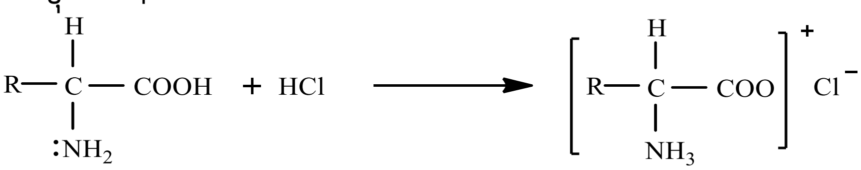
ប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងបាស ៖



អំបិលសូដ្យូមនៃគ្លីស៊ីន

sodium salt of glycine

ប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីត ៖

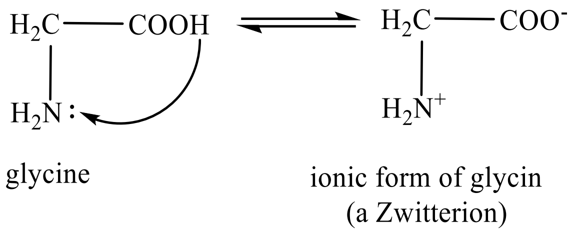


គ្លីស៊ីនអ៊ីដ្រូក្លរីត

glycine hydrochloride

ត្រីជាប្រភពដ៏សំខាន់នៃប្រូតេអ៊ីន

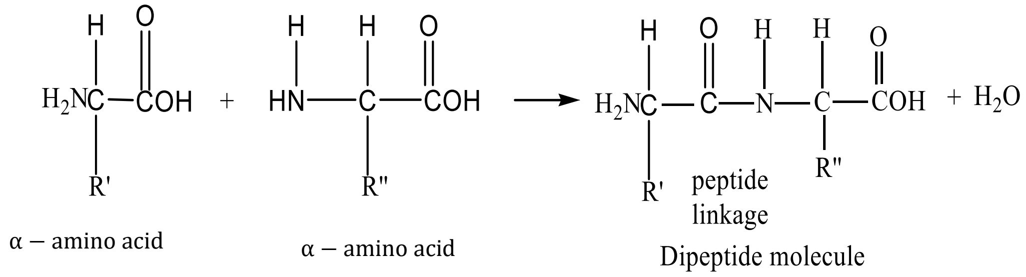
នៅក្នុងស្ថានភាពជាអង្គធាតុរឹងអាស៊ីតអាមីណេមានអ៊ីយ៉ុងប៉ូលែនៅបង្គុំកាបុកស៊ីល ដែលមានវត្តមានជាអ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតនិងបង្គុំអាមីណូមានវត្តមានជាអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម NH_3^+ ។ អ៊ីយ៉ុងប៉ូលែទាំងនេះនៃម៉ូលេគុលត្រូវបានគេស្គាល់ថា ZWITTERION ។



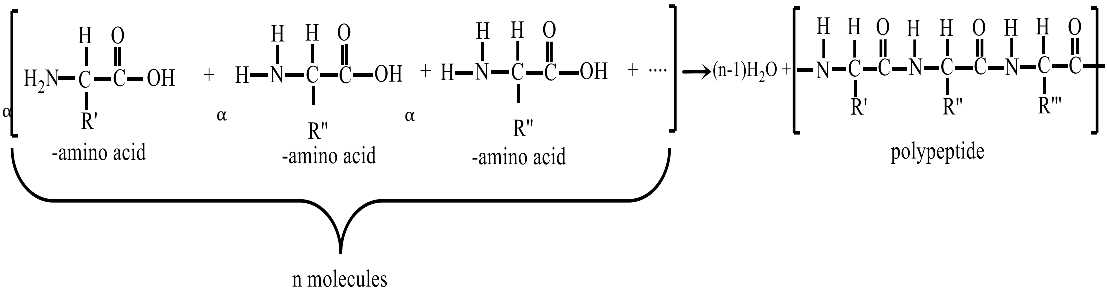
៣.លក្ខណៈសម្ព័ន្ធប៉ិបទីត

ប្រូតេអ៊ីនគឺជាម៉ូលេគុលធំបំផុត និងស្មុគស្មាញបំផុតដែលមាននៅក្នុងកោសិកានៃភាវៈរស់។ ប្រូតេអ៊ីនគឺជាប៉ូលីមែរដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយអាស៊ីតអាមីណេជាច្រើនរយឬរាប់ពាន់។ ម៉ូលេគុលទាំងនេះត្រូវបានតភ្ជាប់ជាមួយគ្នាដោយសម្ព័ន្ធប៉ិបទីតpeptide។ សម្ព័ន្ធប៉ិបទីតគឺជាអាមីនដែលបង្កើតឡើងដោយប្រតិកម្មរបស់ក្រុមអាមីណូជាមួយនឹងក្រុមកាបុកស៊ីលនៃអាស៊ីតអាមីណេ។

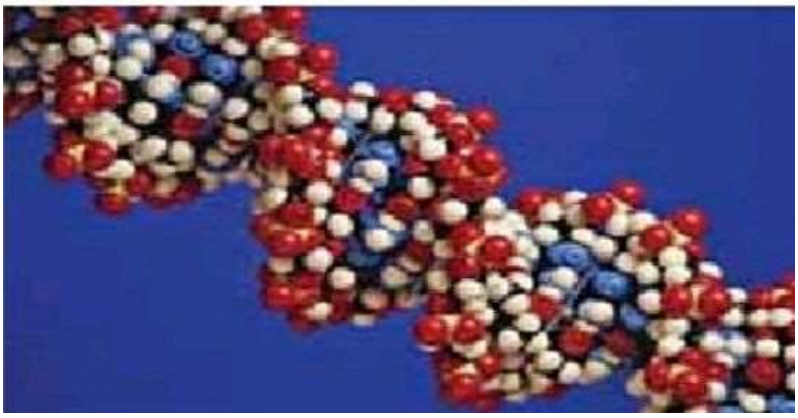
យោងទៅតាមចំនួននៃអាស៊ីតអាមីណេដែលគេត្រូវបានបង្កើតឡើងត្រូវបានគេស្គាល់ថាជា៖ឌីប៉ិបទីត ទ្រីប៉ិបទីតនិងប៉ូលីប៉ិបទីត។



ប្រសិនបើចំនួន អាស៊ីតអាមីណេបង្កើតបានជាសញ្ញាសម្គាល់ peptide គឺ"n", (n – 1) ម៉ូលេគុលទឹកត្រូវបានផលិតក្នុងទ្រង់ទ្រាយ peptide ។



ប្រសិនបើចំនួន អាស៊ីតអាមីណេបង្កើតបានជាសម្ព័ន្ធប៉ិបទីតលើសពី 12.000 នោះប៉ូលីប៉ុបទីតត្រូវបានគេហៅថាប្រូតេអ៊ីន។ ទោះបីជាប្រូតេអ៊ីនមានផ្ទុកតែ អាមីណូអាស៊ីត២០ ប្រភេទតែវា ត្រូវបានរៀបចំតាមលំដាប់លំដោយផ្សេងៗគ្នា។ ហេតុដូចច្នេះ អាស៊ីតអាមីណេមួយចំនួនអាចបង្កើតជាប្រភេទប្រូតេអ៊ីនផ្សេងៗគ្នាជាច្រើន។ ប្រូតេអ៊ីនត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការជួសជុលជាលិកាដែលខូចនៅក្នុងសារពាង្គកាយមានជីវិត។ DNA និង ANAគឺជាប្រូតេអ៊ីនផងដែរ។



The DNA helix is aprotein

អាស៊ីតអាមីណោត្រូវបានផ្សារភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធប៉ិបទីត។ សម្ព័ន្ធប៉ិបទីតទាំងនេះត្រូវបានបង្កើត ឡើងដោយប្រតិកម្មសំយោគក្រុម Carboxyl នៃអាស៊ីតអាមីណោដំបូងនិងក្រុមអាមីណូនៃអាស៊ីតអាមីណោទី2 ។

មេរៀនទី ៦ ៖ ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម (សម្រាប់អនុវត្តកិច្ចតែងការ)

៦.១.ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត

ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត គឺជាប្រតិកម្មដែលប្រព្រឹត្តទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានទឹក និងផ្ដល់សីតុណ្ហភាពខ្ពស់។

៦.១.១.ប្រតិកម្មរវាងម៉ាញេស្យូម និងអុកស៊ីសែន

សមីការតាងប្រតិកម្ម៖ $2Mg_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$

ក្នុងប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្ម អុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត ដោយយើងឃើញថា៖

- Mg រងអុកស៊ីតកម្មក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង Mg^{2+}៖ អុកស៊ីតកម្ម៖ $Mg \longrightarrow Mg^{2+}$ | x 2 −
- O_2 រងរេដុកម្មក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង O^{2-} ៖ រេដុកម្ម៖ $O_2 + 4e^-$ − | + $^{2-}$

សមីការតុល្យការ៖ $Mg + O_2 \longrightarrow 2\,Mg^{2+} + 2O^{2-}$

ឬ $Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$

៦.១.២. ប្រតិកម្មរវាងកាបូន និងអុកស៊ីសែន

សមីការតាងប្រតិកម្ម៖ $C_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)}$

ទោះបីជាប្រតិកម្មនេះមិនអាចបកស្រាយបានតាមរយៈកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង និងការផ្ទេរអេឡិចត្រុងបានក៏ដោយ តែគេអាចចាត់ទុកប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួតបានដែរ ព្រោះក្នុងប្រតិកម្មនេះមានបន្ទេរអេឡិចត្រុងដោយភាគកើតឡើង($O^{\delta^-} = C^{2\delta^+} = O^{\delta^-}$)។

៦.២.អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន

ក.និយមន័យ

- អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃជាតុមួយតាងដោយ ($\varkappa$) គឺជាសម្បទារបស់ជាតុនោះក្នុងការរក្សាអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់របស់វា (អេឡិចត្រុងស្រទាប់ក្រៅ) ឬក្នុងការទាញយកអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់នៃជាតុមួយទៀត។
- អលោហៈជាធាតុដែលងាយចាប់យកអេឡិចត្រុង ($F^-, O^{2-}, Cl^-, S^{2-}$ ...)គេថាវាមានអេ ឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំង។
- លោហៈជាធាតុដែលងាយបោះបង់អេឡិចត្រុង($Li^+, Na^+, Al^{3+}, Zn^{2+}$ ...)គេថាវាមានអេ ឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្សោយ។
-អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃជាតុទាំងឡាយស្ថិតនៅចន្លោះ 0.8 និង 4។
- នៅក្នុងតារាងចំណែកថ្នាក់នសជាតុគីមី អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃជាតុកើនឡើងពីឆ្វេងទៅ ស្ដាំតាមខួប និងពីក្រោមទៅលើតាមក្រុមនីមួយៗ។

តារាងអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុដែលមានក្នុងតារាងខួប

H 2.2																	He
Li 1.0	Be 1.6											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
Na 0.9	Mg 1.3											Al 1.6	Si 1.9	P 2.2	S 2.6	Cl 3.2	Ar
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.4	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.7	Mn 1.6	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 2.0	Zn 1.7	Ga 1.8	Ge 2.0	As 2.2	Se 2.6	Br 3.0	Kr
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.3	Nb 1.6	Mo 2.2	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.3	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.8	Sn 1.8	Sb 2.1	Te 2.1	I 2.7	Xe
Cs 0.8	Ba 0.9	La 1.1	Hf 1.3	Ta 1.5	W 2.4	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.3	Au 2.5	Hg 2.0	Tl 2.0	Pb 1.9	Bi 2.0	Po 2.0	Al 2.2	Rn

ខ.ប៉ូលកម្មនៃសម្ព័ន្ធ និងអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន

- កាលណាអាតូមពីរប្រភេទខុសគ្នាចងសម្ព័ន្ធជាមួយគ្នានោះទ្វេតាអេឡិចត្រុង សម្ព័ន្ធត្រូវ ខិតទៅអាតូមណាដែលមានកម្រិតអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានធំ។

ឧទាហរណ៍៖ $H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$

$\chi_H < \chi_{Cl}$

2.2 3.2

- បើអាតូមA និងអាតូម B ចងសម្ព័ន្ធនិងគ្នាដែលតម្លៃ χ_A និងχ_B រៀងគ្នានោះយើងបាន៖
  - បើ $|\chi_A - \chi_B| \leq 0.5$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ។
  - បើ $|\chi_A - \chi_B| > 1.8$ ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច។
  - បើ $0.5 < |\chi_A - \chi_B| \leq 1.8$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ។

ឧទាហរណ៍៖

- មេតាន(CH_4) : មាន$\chi_c = 2.5$ និង $\chi_B = 2.2$ គេបាន$|\chi_c - \chi_H| = |2.5 - 2.2| = 0.3$

⇒ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ។

- អ៊ីដ្រូសែនក្លរ(HCl):មាន$\chi_H = 2.2$ និង$\chi_{Cl} = 3.2$ គេបាន $|\chi_{Cl} - \chi_H| = |3.2 - 2.2| = 1$

⇒ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ។

- សូដ្យូមក្លរ(NaCl):មាន$\chi_{Na} = 0.9$ និង$\chi_{Cl} = 3.2$ គេបាន $|\chi_{Na} - \chi_{Cl}| = |0.9 - 3.2| = 2.3$

⇒ ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច។

៦.៣.ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

- **និយមន័យ៖** ចំនួនអុកស៊ីតកម្មតាងដោយ(n.o) គឺជាបន្ទុកអគ្គិសនីរបស់អាតូមអង្គធាតុ ទោល ឬ អង្គធាតុសមាស។ ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ជាចំនួនពិជគណិតដែលសម្គាល់ដោយលេខ រ៉ូម៉ាំងមានបន្ទុក។

ចំណាំ ៖

1. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអាតូមក្នុងអង្គធាតុទោលស្មើសូន្យ ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - Na : ⇒ n.o (Na) = 0	- H_2 : ⇒ n.o (H) = 0

- Mg : ⇒ n.o (Mg) = 0	- Cl_2 : ⇒ n.o (Cl) = 0

2. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូមស្មើនឹងបន្ទុករបស់អ៊ីយ៉ុងនោះ ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - K^+ : ⇒ n.o (K) = + I	- Al : ⇒ n.o (Al) = + IIII

- Ca^{2+} : ⇒ n.0 (Ca) = + II	- S^{2-} : ⇒ n.o (S) = - II

- អ៊ីយ៉ុងលោហៈអាល់កាឡាំង (Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+) មានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើ + I ។

- អ៊ីយ៉ុងលោហៈអាល់កាលីណូទែរ៉ឺ (Be^{2+}, Mg^{2+} , Ca^{2+}, Ba^{2+}, Ra^{2+}) មានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើ +II ។

3. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអ៊ីដ្រូសែនក្នុងសមាសធាតុរបស់វាគឺស្មើនឹង + I លើកលែងក្នុងសមាសធាតុអ៊ីដ្រួដែលចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អ៊ីដ្រូសែនស្មើ - I ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - H_2S0_3 : ⇒ n.o (H) = + I	- H_20 : ⇒ n.o (H) = + I

- NaH (សូដ្យូមអ៊ីដ្រួ) : ⇒ n.o (H) = - I	- CaH_2 : ⇒ n.0 (H) = - I 4

4. ក្នុងសមាសធាតុមានអុកស៊ីសែនភាគច្រើនចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អុកស៊ីសែនស្មើ - II លើកលែងតែក្នុងសមាសធាតុពែអុកស៊ីត ដែលចំនួនអុកស៊ីតកម្មអុកស៊ីសែនស្មើ - I ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - Fe_20_3 : ⇒ n.o (0) = - II	- H_20 : ⇒ n.o (0) = -II

- H_20_2 (អ៊ីដ្រូសែនពែអុកស៊ីត) : ⇒ n.o (0) = - I	- Na_20_2 : ⇒ n.o (0) = -I

5. ផលបូកចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ($\sum$n.o) នៃធាតុទាំងអស់ក្នុងអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូម ស្មើនឹងបន្ទុករបស់អ៊ីយ៉ុងនោះ ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - OH^- : ⇒ n.o (0) + n.o (H) = - I	- NH_4^+ : ⇒ n.o (N) + 4 n.o (H) = + I

6. ផលបូកចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ($\sum$n.o) នៃអាតូមទាំងអស់ក្នុងម៉ូលេគុលមួយស្មើនឹងសូន្យជានិច្ច ។

ឧទាហរណ៍ ៖ - H_2O : ⇒ 2 n.o (H) + n.o (0) = 0 - NH_3 : ⇒ n.o (N) + 3 n.0 (H)=0

៦.៤. បម្រើបម្រាស់ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

- ប្រភេទគីមីមួយរងអុកស៊ីតកម្ម កាលណា n.o នៃធាតុមួយរបស់វាកើនឡើង ។
- ប្រភេទគីមីមួយរងរេដុកម្ម កាលណា n.o នៃធាតុមួយរបស់វាថយចុះ ។
- អុកស៊ីតករ គឺជាប្រភេទគីមីដែលធាតុមួយមាន n.o ថយចុះ ។
- រេដុករ គឺជាប្រភេទគីមីដែលធាតុមួយមាន n.o កើនឡើង ។
- ក្នុងប្រតិកម្មរេដុក ផលបូកនៃបម្រែបម្រួល n.o របស់អុកស៊ីតករ និងរេដុករ ស្មើសូន្យ ។

ឧទាហរណ៍ ៖ ចូរថ្លឹងសមីការខាងក្រោមដោយផ្អែកលើចំនួនអុកស៊ីតកម្ម (n.o) ។

ក. Na + Cl_2 ⟶ NaCl

2x Δn.o(Na) = 2 x (+I) = +II

$$\overset{0}{2Na} + \overset{0}{Cl_2} \longrightarrow 2\,\overset{+I}{Na}\,\overset{-I}{Cl}$$

2 x Δn.o(Cl) = 2 x (-I) = -II

ខ. H_2S + Cl_2 $\longrightarrow$ S + 2 HCl

1 x Δn.o(S) = 1 x (+II) = +II

$$\overset{-II}{H_2S} + \overset{0}{Cl2} \longrightarrow \overset{0}{S} + 2\,H\overset{-I}{Cl}$$

2 x Δn.o(Cl) = 2 x (-I) = -II

ក. Cu + HNO_3 $\longrightarrow$ $Cu(NO_3)_2$ + NO + H_2O

3 x Δn.o(Cu) = 3 x (+II) = +VI

$$\overset{0}{Cu} + H\overset{+V}{N}O_3 \longrightarrow \overset{+II}{Cu}(NO_3)_2 + \overset{+II}{N}O + H_2O$$

2 x Δn.o(N) = 2 x (-III) = -VI

៦.៥. របៀបថ្លឹងកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូរេដុក

ក. មជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត

- ថ្លឹងចំនួនអាតូមទាំងឡាយនៅអង្គសងខាងឱ្យស្មើគ្នា ។
- ដើម្បីធ្វើឱ្យអាតូមអុកស៊ីសែន (0) ស្មើគ្នា គេត្រូវថែមទឹក (H_2O) នៅអង្គដែលខ្វះអុកស៊ីសែន (0) ។
- ដើម្បីថ្លឹងអាតូម H ឱ្យស្មើគ្នា គេត្រូវថែមអ៊ីយ៉ុង H^+នៅអង្គដែលខ្វះ H ។
- ថ្លឹងបន្ទុកនៅអង្គទាំងពីរនៃកន្លះសមីការ ដោយថែមចំនួន e ទៅខាងអង្គណាដែលមានបន្ទុកសរុបខ្ពស់ជាងគេ។

ខ. មជ្ឈដ្ឋានបាស

- ថ្លឹងចំនួនអាតូមទាំងឡាយនៅអង្គសងខាងឱ្យស្មើគ្នា ។
- ដើម្បីធ្វើឱ្យអាតូមអុកស៊ីសែន (0) ស្មើគ្នា គេត្រូវថែមទឹក (H_2O) នៅអង្គដែលខ្វះ 0 ។
- ដើម្បីថ្លឹងអាតូម H ឱ្យស្មើគ្នា គេត្រូវថែមអ៊ីយ៉ុង H^+ នៅអង្គដែលខ្វះ H បន្ទាប់មកបំប្លែង H^+ ទៅជា H_2O ដោយ ថែមអ៊ីយ៉ុង OH^- នៅលើអង្គសងខាង ។
- ថ្លឹងបន្ទុកនៅអង្គទាំងពីរនៃកន្លះសមីការ ដោយថែមចំនួន e^- ទៅខាងអង្គណាដែលមានបន្ទុកសរុបខ្ពស់ជាងគេ។

<u>ឧទាហរណ៍</u> ៖ ចូរសរសេរពាក់កណ្ដាលសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូរេដុកដូចតទៅ ៖

ក. MnO_4^- / M^{2+} (មជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត) : $Cr_2O_7^{2-}$ + 14 H^+ +6 e^- $\rightleftharpoons$ 2 Cr^{3+} + 7 H_2O

ខ. $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+} (មជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត) : MnO_4^- + 8 H^+ + 7 e^- $\rightleftarrows$ Mn^{2+} + 4 H_2O

គ. CrO_4^{2-} / CrO_2^- (មជ្ឈដ្ឋានបាស)

CrO_4^{2-} + 4 H^+ + 4OH^- ⇌ CrO_2^- + 2 H_2O + 4 OH^-

CrO_4^{2-} + 4 H_20 ⇌ CrO_2^- + 2 H_2O + 4 OH^-

CrO_4^{2-} + 2 H_20 + 3 e^- ⇌ CrO2 + 4 OH^-

ឃ. ClO^- / Cl^- (មជ្ឈដ្ឋានបាស)

ClO^- + 2 H^+ ⇌ Cl^- + H_2O

ClO^- + 2 H * + 2 OH^- ⇌ Cl^- + H_2O + 2 OH^-

ClO^- + 2 H_20 ⇌ Cl^- + H_2O + 2 OH^-

ClO^- + H_2O + 2 e^- ⇌ Cl^- + 2 OH^-

លំហាត់ ៖ អាស៊ីតនីទ្រិចជាវត្ថុធាតុដើមយ៉ាងសំខាន់សម្រាប់ឧស្សាហកម្មផលិតជីកសិកម្ម ។ គេធ្វើវាដោយប្រព្រឹត្តិទៅ ជាច្រើនដំណាក់កាល ៖

N_2 + 3 H_2 ⟶ 2 NH_3 (1)

2 NH_3 + 5/2 O_2 ⟶ 2 NO + 3 H_2O (2)

2 NO + 0_2 ⟶ 2 NO_2 (3)

2 NO_2 + H_2O ⟶ HNO_2 + HNO_3 (4)

3 HNO_2 ⟶ H_2O + HNO_3 + 2 NO (5)

ក. តើប្រតិកម្មទាំងអស់នេះ ជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែរឬទេ ? ចូរបញ្ជាក់ចម្លើយ ។

ខ. គេចង់ផលិតអាម៉ូញាក់ 1000 kg ។ តើមាឌអីដ្រូសែនចាំបាច់ប៉ុន្មានដែលត្រូវប្រើ បើគេដឹងថាទិន្នផល ប្រតិកម្ម មានតែ 80 % ប៉ុណ្ណោះ ? គេឲ្យមាឌម៉ូល ៖ V_m = 24 $L.mol^{-1}$ ។

សំណួរ និងលំហាត់

1. ក្នុងសមាសធាតុ S_2F_{10} តើស្ពាន់ធ័រមាន n.o ស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ចម្លើយ

កំណត់ចំនួន n.o របស់ S

2 n.o(S) + 10 n.o (F) = 0

2 n.o (S) + 10 x (-1) = 0

2 n.o (S) – 10 = 0 ⇒ n.o (S) = $\frac{10}{2}$ = + 5

ដូចនេះ n.o (S) = + V

2. ប្រតិកម្មមួយតាំងដោយសមីការតុល្យការ ៖

$Al_2O_3 + 3\,C + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,CO$　　　　ក្នុងប្រតិកម្មនេះ ៖

ក. តើជាតុអាលុយមីញ៉ូមរងអុកស៊ីតកម្ម ឬរងរេដុកម្ម ឬមិនរងរេដុកម្ម ?

ខ. តើជាតុក្លររងអុកស៊ីតកម្ម ឬរងរេដុកម្ម ?

ចម្លើយ

ក. $\overset{+III}{Al_2}O_2 + 3\,C + 3\,Cl_2 \longrightarrow 2\,\overset{+III}{Al}Cl_3 + 3\,CO$

ដោយ Al គ្មានការប្រែប្រួលចំនួនអុកស៊ីតកម្ម (n.o) ដូចនេះ Al មិនរងអុកស៊ីតកម្ម ឬរេដុកម្មទេ ។

ខ. $Al_2O_3 + 3\,C + 3\,\overset{0}{Cl_2} \longrightarrow 2\,Al\overset{-I}{Cl_3} + 3\,CO$

ដោយ Cl_2 : n.o (Cl) = 0 និង $AlCl_3$: no (Cl) = - I គឺ Cl_2 ថយចុះ n.o ពី 0 → - I

ដូចនេះ Cl_2 រងរេដុកម្ម ។

3. តើក្នុងលក្ខខណ្ឌណាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់រវាងពីរអាតូម A – B មានភាពប៉ូលកម្ម ?

- លក្ខខណ្ឌដែលសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់រវាងពីរអាតូម A – B មានភាពប៉ូលកម្ម (សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ) កាលណា $0.5 < |X_A - X_B| \leq 1.8$។

4. ក្នុងម៉ូលេគុល ៖ MgO , CO_2 , CaO , Cl_2 , H_2 , CH_3Cl , NaCl , HCl

តើសម្ព័ន្ធរវាងអាតូមក្នុងម៉ូលេគុលខាងលើនេះ ណាខ្លះមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ និងសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច ?

ចម្លើយ

កំណត់ប្រភេទសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ និងសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច

- **MgO** : មាន XMg = 1.3 និង Xo = 3.5 គេបាន $|x_o - X_{Mg}|$ = l 3.5 – 1.3 l = 2.2 ⇒ ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច។
- **CO_2** : មានχ_C = 2.5 និងχ_O = 3.5 គេបាន $|\chi_O - \chi_C|$ = |3.5-2.5|=1 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ។
- **CaO** : មានχ_{Ca} = 1 និងχ_O = 3.5 គេបាន $|\chi_O - \chi_{Ca}|$=|3.5-1| = 2.5 ⇒ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច។
- **Cl_2** : មានχ_{Cl} = 3.2 គេបាន $|\chi_{Cl} - \chi_{Cl}|$=|3.2-3.2| = 0 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ។
- **H_2** : មានχ_H = 2.2 គេបាន $|\chi_H - \chi_H|$ = |2.2-2.2| = 0 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ។
- **CH_3Cl** : មានχ_C = 2.5 , χ_{Cl}=3.2, និងχ_H = 2.2 មានរូបមន្តស្នើលាត

```
     H
     |
  H- C- Cl
     |
     H
```

    - ចំពោះសម្ព័ន្ធ C-H គេបាន $|\chi_H - \chi_C|$=|2.2-2.5|=0.3 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ។
    - ចំពោះសម្ព័ន្ធ C-Cl គេបាន $|\chi_{Cl} - \chi_C|$=|3.2-2.5|=0.7 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ។
- **NaCl** : មានχ_{Na}=0.9 និងχ_{Cl} =3.2 គេបាន $|\chi_{Na}-\chi_{Cl}|$=|0.9-3.2|=3.2 ⇒ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច។
- **HCl** : មាន χ_H=2.2 និងχ_{Cl} =3.2 គេបាន $|\chi_H-\chi_{Cl}|$=|2.2-3.2|=1 ⇒ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ។

5. កំណត់ចំនួន n.o នៃជាតុកាបូនក្នុងប្រភេទគីមី៖ CO, CO_2, C(ពេជ្រ), C (ក្រាភីត), CH_4, CO_3^{2-}។

ចម្លើយ

កំណត់ចំនួន n.o នៃជាតុកាបូន

- CO ⇒ n.o (C) = +II
- CO_2 ⇒ n.o (C) =+IV
- C (ពេជ្រ) ⇒ n.o (C) =0
- C (ក្រាភិត) ⇒ n.o (C) =0
- CH_4 ⇒ n.o (C) =-IV
- CO_3^{-2} ⇒ n.o (C) =+IV

6. កំណត់ចំនួន n.o នៃជាតុទង់ដែងក្នុងប្រភេទគីមី៖ Cu^{2+}, CuO, Cu, $Cu(OH)_2$។

ចម្លើយ

កំណត់ចំនួន n.o នៃជាតុទង់ដែង

- Cu^{2+}⇒ n.o(Cu) = +II
- CuO ⇒ n.o(Cu) = +II

- $Cu \Rightarrow n.o(Cu) = 0$
- $Cu(OH)_2 \Rightarrow n.o(Cu) = +II$

7. កំណត់ចំនួន n.o នៃលោហ: នៅក្នុងអុកស៊ីត៖ ZnO, WO_3, Fe_2O_3, Al_2O_3, Ag_2O, MnO_2, Cu_2O, MgO, TiO_2។

ចម្លើយ

<u>កំណត់ចំនួន n.o នៃលោហ:នៅក្នុងអុកស៊ីត</u>

- $ZnO \Rightarrow n.o(Zn) = +II$
- $WO_3 \Rightarrow n.o(W) = +VI$
- $Fe_2O_3 \Rightarrow n.o(Fe) = +III$
- $Al_2O_3 \Rightarrow n.o(Al) = +III$
- $Ag_2O \Rightarrow n.o(Ag) = +I$
- $MnO_2 \Rightarrow n.o(Mn) = +IV$
- $Cu_2O \Rightarrow n.o(Cu) = +I$
- $MgO \Rightarrow n.o(Mg) = +II$
- $TiO_2 \Rightarrow n.o(Ti) = +IV$

8. ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការខាងក្រោមដោយប្រើ n.o ។

ក. $NO + O_2 \rightarrow NO_2$

ខ. $SO_2 + H_2 \rightarrow S + H_2O$

គ. $P + SO_2 \rightarrow P_2O_4 + S$

ឃ. $HCl + O_2 \rightarrow Cl_2 + H_2O$

ចម្លើយ

<u>ថ្លឹងសមីការតុល្យការខាងក្រោមដោយប្រើ n.o</u>

ក. $NO + O_2 \rightarrow NO_2$

$2\times \Delta n.o(N) = 2\times(+II) = +IV$

$\overset{+II}{N}O + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{+IV}{N}\overset{-II}{O_2}$

$2\times \Delta n.o(O) = 2\times(-II) = -IV$

យើងបាន $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

ខ. $SO_2 + H_2 \rightarrow S + H_2O$

$1\times \Delta n.o(S) = 1\times(-IV) = -IV$

$\overset{+IV}{S}O_2 + \overset{0}{H_2} \rightarrow \overset{0}{S} + \overset{+I}{H_2}O$

$4\times \Delta n.o(H) = 4\times(+I) = +IV$

យើងបាន $SO_2 + 2H_2 \rightarrow S + 2H_2O$

គ. $P + SO_2 \rightarrow P_2O_4 + S$

$2\times \Delta n.o(P) = 2\times(+IV) = +VIII$

$\overset{0}{P} + \overset{+IV}{S}O_2 \rightarrow \overset{+IV}{P_2}O_4 + \overset{0}{S}$

$2\times \Delta n.o(S) = 2\times(-IV) = -VIII$

យើងបាន $2P + 2SO_2 \rightarrow P_2O_4 + 2S$

ឃ. $HCl + O_2 \rightarrow Cl_2 + H_2O$

$4\times \Delta n.o(Cl) = 4\times(+I) = +IV$

$H\overset{-I}{Cl} + \overset{0}{O_2} \rightarrow \overset{0}{Cl_2} + H_2\overset{-II}{O}$

$2\times \Delta n.o(O) = 2\times(-II) = -IV$

យើងបាន $4HCl + O_2 \rightarrow 2Cl_2 + H_2O$

9. ក្នុងចំណោមប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះ តើណាខ្លះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម?

ក. $SO_2 + 2H_2 \rightarrow S + 2H_2O$

ខ. $2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$

គ. $NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

ឃ. $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$

ង. $Ag^+ + 2NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+$

ចម្លើយ

ក. រេដុកម្ម

$\overset{+IV}{S}O_2 + 2\overset{0}{H_2} \rightarrow \overset{0}{S} + 2\overset{+I}{H_2}O$

អុកស៊ីតកម្ម

ដូចនេះប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ។

អុកស៊ីតកម្ម

ខ.

0 +IV +II 0

$2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$

រេដុកម្ម

ដូចនេះប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម។

គ.

មិនប្រែប្រួល

-III +I -III

$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$

ដូចនេះប្រតិកម្មនេះមិនមែនជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មទេ។

ឃ.

មិនប្រែប្រួល

+VI +I +IV +I

$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$

មិនប្រែប្រួល

ដូចនេះប្រតិកម្មនេះមិនមែនជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មទេ។

ង

មិនប្រែប្រួល

+I -III +I -III

$Ag^+ + 2NH_3 \rightarrow Ag(NH_3)_2^+$

មិនប្រែប្រួល

ដូចនេះប្រតិកម្មនេះមិនមែនជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មទេ។

10. ប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះប្រព្រឹត្តទៅតាមផ្លូវស្ងួត ។ ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o ។

ក. $Al_2O_3 + C + Cl_2 \rightarrow AlCl_3 + CO$

ខ. $HNO_3 + C \rightarrow CO_2 + NO_2 + H_2O$

<u>ចម្លើយ</u>

<u>ថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o</u>

ក. $Al_2O_3 + C + Cl_2 \rightarrow AlCl_3 + CO$

$3\times \Delta n.o(C) = 3\times(+II) = +VI$

0 0 -I +II

$Al_2O_3 + C + Cl_2 \rightarrow AlCl_3 + CO$

$6\times \Delta n.o(Cl) = 6\times(-I) = -VI$

យើងបាន $Al_2O_3 + 3C + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3 + 3CO$

ខ. $HNO_3 + C \rightarrow CO_2 + NO_2 + H_2O$

$1\times \Delta n.o(C) = 1\times(+IV)$

$\overset{+V}{HNO_3} + \overset{0}{C} \rightarrow \overset{+IV}{C}O_2 + \overset{+IV}{N}O_2 + H_2O$

$4\times \Delta n.o(N) = 4\times(-I) = -IV$

យើងបាន $4HNO_3 + C \rightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$

11. ប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះប្រព្រឹត្តទៅតាមមជ្ឈដ្ឋានទឹក ។ ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o ។

ក. $SO_2 + MnO_4^- + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H^+$

ខ. $Cl_2 + I_2 + H_2O \rightarrow IO_3^- + Cl^- + H^+$

<u>ចម្លើយ</u>

ថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o

ក. $SO_2 + MnO_4^- + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + H^+$

$5\times \Delta n.o(S) = 5\times(+II) = +VI$

$\overset{+IV}{S}O_2 + \overset{+VII}{Mn}O_4^- + H_2O \rightarrow \overset{+VI}{S}O_4^{2-} + \overset{+II}{Mn^{2+}} + H^+$

$2\times \Delta n.o(Mn) = 2\times = (-V)$

យើងបាន $5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O \rightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 4H^+$

ខ. $Cl_2 + I_2 + H_2O \rightarrow IO_3^- + Cl^- + H^+$

$1\times \Delta n.o(I) = 1\times(+V) = +IV$

$\overset{0}{Cl_2} + \overset{0}{I_2} + H_2O \rightarrow \overset{+V}{I}O_3^- + \overset{-I}{Cl^-} + H^+$

$5\times \Delta n.o(Cl) = 5\times(-I) = -IV$

យើងបាន $5Cl_2 + I_2 + 6H_2O \rightarrow 2IO_3^- + 10Cl^- + 12H^+$

12. ក្នុងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មខ្លះ មានប្រភេទគីមីមួយអាចមានតួនាទីជាអុកស៊ីតករផង និងរេដុករផង។ ដូចក្នុងករណី ClO^- កាលណាវាបំបែកជាតុវាក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងក្លរ៉ាត ClO_3^- និងអ៊ីយ៉ុងក្លរួ (Cl^-)។ ចូរសរសេរ និងថ្លឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មដោយប្រើ n.o។

ចម្លើយ

សរសេរសមីការ និងថ្លឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មដោយប្រើ n.o

$$ClO^- \rightarrow ClO_3^- + Cl^-$$

$1\times \Delta n.o(Cl) = 1\times(+IV) = +IV$

$$\overset{+I}{Cl}O^- \rightarrow \overset{+V}{Cl}O_3^- + \overset{-I}{Cl^-}$$

$2\times \Delta n.o(Cl) = 2\times(-II) = -IV$

យើងបាន　　$3ClO^- \rightarrow ClO_3^- + 2Cl^-$

ឯកសារយោង

១.JICA សៀវភៅជំនួយសម្រាប់វិទ្យាសាស្ត្រ ផ្នែកគីមីវិទ្យា វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ ២០០៧
២.ក្រសួងអប់រំ គីមីវិទ្យា ថ្នាក់ទី ១០ ១១ និង១២ ភ្នំពេញ ២០០៩
៣.ឯកសារប្រើប្រាស់ផ្ទៃក្នុងវិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ (ឯកទេស) បោះពុម្ពឆ្នាំ២០០៤
៤.វិទ្យាស្ថានជាតិអប់រំ សៀវភៅវិធីសាស្ត្របង្រៀន បោះពុម្ពឆ្នាំ២០១៩