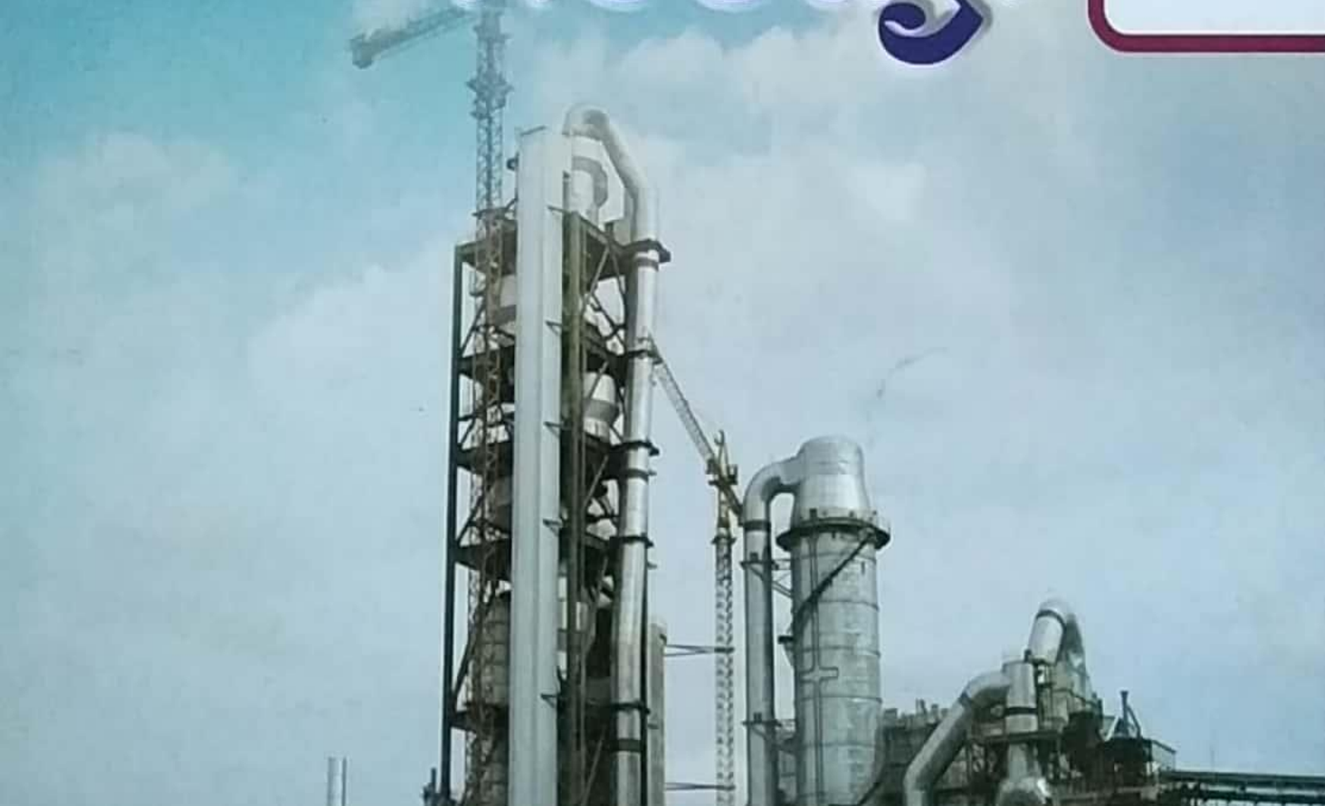
ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

សម្រាប់លក់

# វិទ្យាសាស្ត្រ

# គីមីវិទ្យា ១១



គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ

ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

# គីមីវិទ្យា

## ថ្នាក់ទី ១១

បោះពុម្ពផ្សាយដោយ

**គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ**

អគារ ១៤៨ មហាវិថី ព្រះនរោត្តម ភ្នំពេញ

**គណៈកម្មការនិពន្ធ** លោក សួន សុជាតិ លោកស្រី អន កិត្យាស៊ី
លោក ចាន់ ខេង លោក ម៉ី សុវុឌ្ឍី

**អ្នកខាយអត្ថបទ** លោកស្រី ហាក់ ផាន្នី

**វិចិត្រករ** លោក សិដ្ឋ ចាន់រដ្ឋា

**អ្នករៀបរៀង** លោក ស៊ុន ប៊ុណ្ណា

**អ្នករចនាទំព័រ** លោក ហាក់ វណ្ណថា

**គណៈកម្មការពិនិត្យ** លោក សិត សេង លោក ព្រហ្ម តារិទ្ធ
លោកស្រី វ៉ាយ វ៉ានី លោកស្រី ខេម រមណី

បានទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យបោះពុម្ពផ្សាយពី ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា តាមប្រកាសលេខ ២២៩១ អយក.ប្រក. ចុះថ្ងៃទី ០៨ ខែ ធ្នូ ឆ្នាំ ២០០៨ ដើម្បីប្រើប្រាស់នៅតាមសាលារៀន។

ហាមថតចម្លងសៀវភៅនេះ

រក្សាសិទ្ធិ ©
**គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ពនិងចែកផ្សាយ**

បោះពុម្ពឆ្នាំ ២០១៧

ISBN 9-789-995-000-745

# អារម្ភកថា

សៀវភៅគីមីវិទ្យាសម្រាប់សិស្សថ្នាក់ទី 11 នេះ គណៈកម្មការនិពន្ធបានតាក់តែងឡើង ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការរបស់សិស្សនិងគ្រូ សម្រាប់រៀននិងបង្រៀនស្របតាមកម្មវិធីសិក្សាថ្មី ។

ខ្លឹមសារមេរៀននិងវិធីសាស្ត្រនៅក្នុងជំពូកនីមួយៗ អ្នកនិពន្ធបានរៀបចំដោយអនុលោមទៅតាមកម្មវិធីសិក្សាថ្មី ហើយបានពណ៌នា បកស្រាយពីច្បាប់ ទ្រឹស្តី ការពិសោធព្រមទាំងបង្ហាញពីតួនាទីនៃឧស្សាហកម្មគីមីក្នុងវិស័យសេដ្ឋកិច្ចនិងបរិស្ថាន ។ លើសពីនេះទៀត នៅចុងជំពូកនីមួយៗមានសំណួរ ពហុជ្រើសរើស បំពេញល្បះ សំណួរត្រិះរិះ និងលំហាត់ដែលស្របតាមលំនាំនៃការប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាបឋមភូមិនិងទុតិយភូមិ ។

គណៈកម្មការនិពន្ធសង្ឃឹមថា លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ មិត្តអ្នកអានគ្រប់មជ្ឈដ្ឋាននឹងជួយផ្តល់យោបល់ ជួយរិះគន់ស្ថាបនា ចំពោះកង្វះខាតនិងការភ្លាំភ្លាំងដែលអាចកើតមានឡើងទាំងផ្នែកខ្លឹមសារ បច្ចេកទេស និងគរុកោសល្យ ដើម្បីជួយកែលម្អសៀវភៅនេះឱ្យកាន់តែប្រសើរឡើងថែមទៀត ។

គណៈកម្មការនិពន្ធ

# បញ្ជីអត្ថបទ


ទំព័រ

**ជំពូក1 : ការគណនាក្នុងគីមី** ........ 1

1. រូបមន្តនិងសមីការគីមី ........ 2

2. ចំនួនម៉ូល ........ 14

**ជំពូក2 : លោហៈ** ........ 31

1. លក្ខណៈលោហៈ ........ 32

2. យោបកលោហៈ ........ 46

**ជំពូក3 : អុកស៊ីតកម្ម រេដុកម្ម និងអេឡិចត្រូគីមី** ........ 63

1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម- រេដុកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ........ 64

2. ប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ........ 74

3. ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ........ 84

4. ថ្មពិលអេឡិចត្រូគីមី ........ 94

5. អគ្គិសនីវិភាគ ........ 102

**ជំពូក4 : ប្រតិកម្មគីមីនិងថាមពល** ........ 115

1. ថាមពលគីមី ........ 116

2. កម្តៅប្រតិកម្ម ........ 126

**ជំពូក5 : សមាសធាតុអសរីរាង្គ** ........ 145

1. អាម៉ូញ៉ាក់ ........ 146

2. អាស៊ីតស៊ុលផួរិច ........ 154

3. សមាសធាតុកាល់ស្យូម ........ 160

**ជំពូក6 : ស្តេរ៉េអូគីមី** ........ 171

1. ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល ........ 172

2. រូបសណ្ឋាននិងទ្រង់ទ្រាយនៃម៉ូលេគុល ........ 182

**ជំពូក7 : គីមីសរីរាង្គ** ........ 193

1. អាល់កុលនិងអេទែ ........ 194

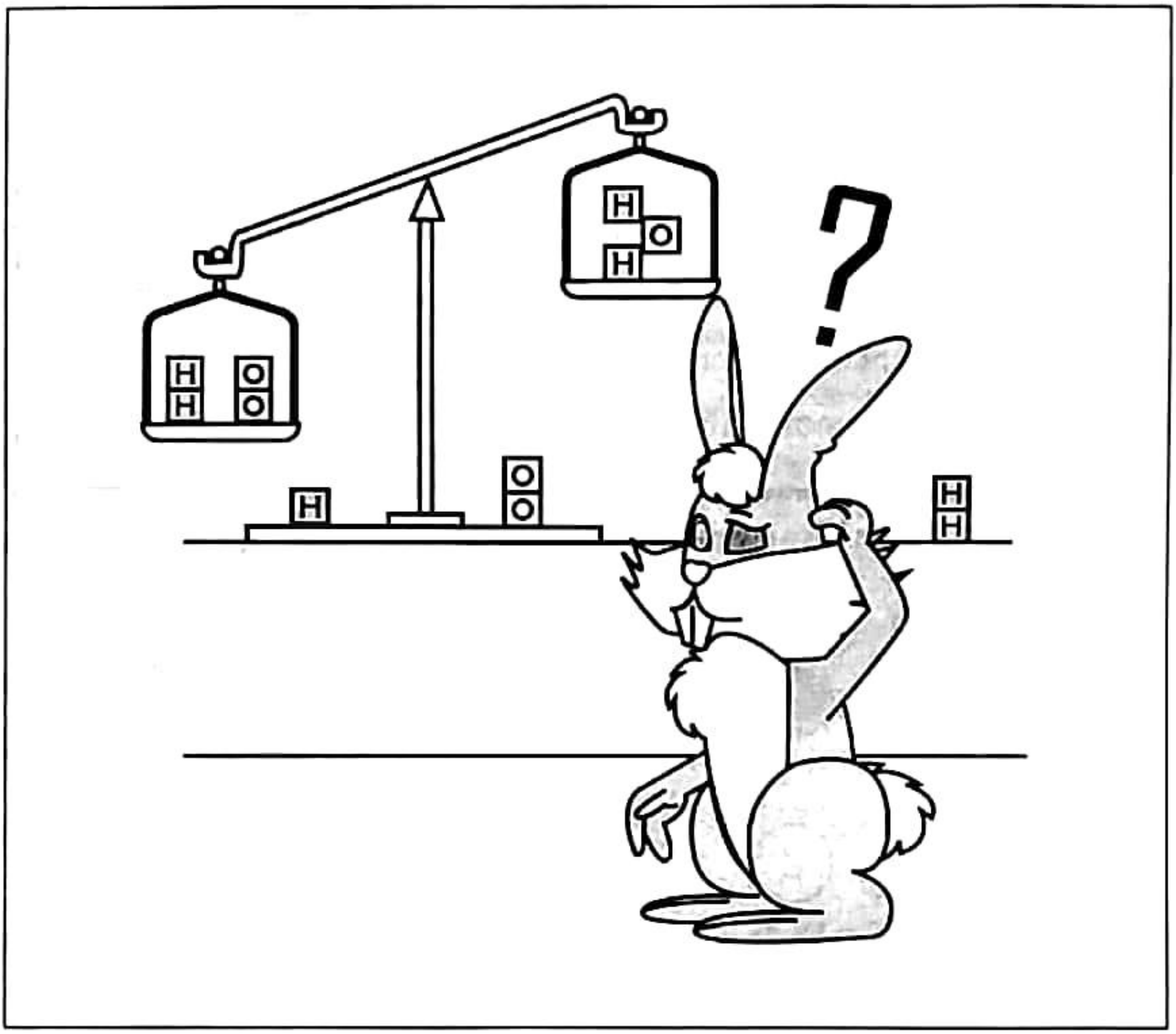
2. អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន ........ 214

3. អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ........ 232

**បទានុក្រម** ........ 249

ជំពូកទី 1

# ការគណនាក្នុងគីមី



ការគណនាក្នុងគីមីមានសារៈសំខាន់ខ្លាំងណាស់ នៅក្នុងការប្រើប្រាស់និងការអនុវត្តក្នុងគីមី ។ យើងត្រូវការគណនារូបមន្តនៃសមាសធាតុ បរិមាណនៃធាតុគីមីដែលចាំបាច់ត្រូវផ្សំជាមួយគ្នា ដើម្បីបង្កើតជាសមាសធាតុថ្មី ឬក៏គណនាម៉ាស ចំនួនម៉ូល មាឌ ព្រមទាំងកំហាប់របស់អង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផលទៀតផង ។ ម្យ៉ាងទៀតតាមរយៈការគណនានេះយើងអាចកំណត់ទិន្នផលនៃប្រតិកម្មបានផងដែរ ។

# 1 រូបមន្តនិងសមីការគីមី

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ ពណ៌នាពីនិមិត្តសញ្ញាគីមីនៃរូបធាតុសាមញ្ញមួយចំនួន ។
- ❑ កំណត់និយមន័យ វ៉ាឡង់ រ៉ាឌីកាល់ ម៉ាសអាតូមធៀប និងម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប ។
- ❑ គណនាម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបនៃសមាសធាតុមួយនិងប្រាប់ម៉ាសអាតូមធៀបរបស់ធាតុបង្ក ។
- ❑ គណនាសមាសភាពសតភាគនៃធាតុក្នុងម៉ូលេគុល ។
- ❑ បង្កើតសមីការអ៊ីយ៉ុងដោយប្រើនិមិត្តសញ្ញា ។

និមិត្តសញ្ញាតាងធាតុគីមីរបស់លោក ដាល់តុន ដែលបង្កើតនៅក្នុងសតវត្សទី 19 ។

## 1. និមិត្តសញ្ញានិងរូបមន្តគីមី

### 1.1. និមិត្តសញ្ញានៃធាតុគីមី

គេតាងអាតូមនៃធាតុគីមីទាំងឡាយដោយនិមិត្តសញ្ញាផ្ទាល់របស់វា ។ ជាទូទៅគេកំណត់និមិត្តសញ្ញានៃធាតុគីមីដោយយកតួអក្សរធំ ដែលជាតួអក្សរទីមួយខាងដើម ឬសរសេរជាមួយអក្សរតូចនៃតួទីពីរឬទីបីនៃឈ្មោះធាតុគីមីជាអក្សរឡាតាំង ឬភាសាអន្តរជាតិដទៃទៀត ។

**តារាងទី 1.1 : តារាងនិមិត្តសញ្ញានៃធាតុគីមីមួយចំនួន**

| និមិត្តសញ្ញាតាងដោយអក្សរខាងដើម | | និមិត្តសញ្ញាតាងដោយអក្សរ 2 តួ | | និមិត្តសញ្ញាតាងដោយអក្សរតួទី 1 និងតួទី 3 | | និមិត្តសញ្ញាពីពាក្យឡាតាំង | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| កាបូន | C | កាល់ស្យូម | Ca | ក្លរ | Cl | ទង់ដែង | Cu |
| Carbon | | Calcium | | Chlorine | | Cuprum | |
| បរ | B | កូបាល់ | Co | ម៉ាញេស្យូម | Mg | មាស | Au |
| Boron | | Cobalt | | Magnesium | | Aurum | |
| ផូស្វរ | P | និកែល | Ni | ម៉ង់កាណែស | Mn | ដែក | Fe |
| Phosphorus | | Nickel | | Manganese | | Ferrum | |
| អ៊ុយរ៉ាញ៉ូម | U | បារ្យ៉ូម | Ba | ក្រូម | Cr | ប៉ូតាស្យូម | K |
| Uranium | | Barium | | Chromium | | Kalium | |

## 1.2. រូបមន្តគីមី

សមាសធាតុគីមីទាំងឡាយតាងដោយរូបមន្តគីមី ហើយដែលសន្ទស្សន៍វាបង្ហាញពីចំនួនអាតូម ឬអ៊ីយ៉ុងដែលចូលផ្សំ ។ រូបមន្តគីមីអាចកំណត់បានតាមពិសោធន៍ ឬដោយប្រើតារាងអ៊ីយ៉ុង ហើយបន្ទុកដែលមាននៅលើអ៊ីយ៉ុងបញ្ជាក់ពីវ៉ាឡង់នៃធាតុនោះ ។ នៅពេលដែលសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងកើតឡើងនោះចាំបាច់មានការផ្ទេរអេឡិចត្រុងបង្កបានជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាននិងអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន ហើយផលបូកចំនួនបន្ទុកអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាននិងអវិជ្ជមានក្នុងសមាសធាតុនោះត្រូវស្មើគ្នា ។ ***ឧទាហរណ៍*** ក្នុងសមាសធាតុសូដ្យូមក្លរួ អ៊ីយ៉ុងសូដ្យូម ($Na^+$) មានបន្ទុក ( +1) និងអ៊ីយ៉ុងក្លរួ ($Cl^-$ ) មានបន្ទុក (−1) ។ ដូចនេះរូបមន្តម៉ូលេគុលវាគឺ NaCl ។ និមិត្តសញ្ញា NaCl នេះហៅថា **រូបមន្តគីមី** ។

រូបមន្តគីមីនៃសារធាតុមួយប្រាប់ឱ្យយើងដឹងពីចំនួនធាតុដែលចូលផ្សំនិងចំនួនអាតូមរបស់ធាតុនីមួយៗ ដែលមាននៅក្នុងម៉ូលេគុលនៃសារធាតុនោះ ។

**តារាងទី 1.2 : អ៊ីយ៉ុងសាមញ្ញមួយចំនួន**

| វ៉ាឡង់ | អ៊ីយ៉ុងបន្ទុកវិជ្ជមាន | | អ៊ីយ៉ុងបន្ទុកអវិជ្ជមាន | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | អ៊ីយ៉ុងសូដ្យូម | $Na^+$ | អ៊ីយ៉ុងក្លរួ | $Cl^-$ |
| | អ៊ីយ៉ុងប៉ូតាស្យូម | $K^+$ | អ៊ីយ៉ុងប្រូមួ | $Br^-$ |
| | អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន | $H^+$ | អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត | $OH^-$ |

| | | |
|---|---|---|
| | អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម $NH_4^+$ | អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែលស៊ុលផាត $HSO_4^-$ |
| 2 | អ៊ីយ៉ុងសំណ (II) $Pb^{2+}$<br>អ៊ីយ៉ុងកាល់ស្យូម $Ca^{2+}$<br>អ៊ីយ៉ុងស័ង្កសី $Zn^{2+}$<br>អ៊ីយ៉ុងដែក (II) $Fe^{2+}$ | អ៊ីយ៉ុងស៊ុលផាត $SO_4^{2-}$<br>អ៊ីយ៉ុងកាបូណាត $CO_3^{2-}$<br>អ៊ីយ៉ុងស៊ុលផួ $S^{2-}$ |
| 3 | អ៊ីយ៉ុងដែក (III) $Fe^{3+}$ | អ៊ីយ៉ុងផូស្វាត $PO_4^{3-}$ |

ក្នុងសមាសធាតុសូដ្យូមកាបូណាតយើងឃើញមានអ៊ីយ៉ុងសូដ្យូម ($Na^+$ ) និងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាត ($CO_3^{2-}$ ) ដែលចូលផ្សំគ្នាតាមបរិមាណចាំបាច់គឺ អ៊ីយ៉ុងសូដ្យូមពីរនិងអ៊ីយ៉ុងកាបូណាតមួយ ។ ដូច្នេះ រូបមន្តគីមីរបស់សូដ្យូមកាបូណាតគឺ $Na_2CO_3$ ។

ចំពោះសមាសធាតុអាលុយមីញ៉ូមនីត្រាត អ៊ីយ៉ុងអាលុយមីញ៉ូម ($Al^{3+}$ ) មួយ ត្រូវការអ៊ីយ៉ុងនីត្រាត ($NO_3^-$ ) បី ដើម្បីឱ្យមានលំនឹងជាមួយនឹងបន្ទុកវិជ្ជមានបីរបស់អាលុយមីញ៉ូម ។ ដូច្នេះរូបមន្តគីមីរបស់វាគឺ : $Al(NO_3)_3$ ។

**តារាងទី1.3 : រូបមន្តគីមីរបស់សមាសធាតុមួយចំនួន**

| សមាសធាតុ | អ៊ីយ៉ុងចូលផ្សំ | | រូបមន្តគីមី |
|---|---|---|---|
| អាស៊ីតនីទ្រិច | $H^+$ | $NO_3^-$ | $HNO_3$ |
| ប្រាក់ក្លរួ | $Ag^+$ | $Cl^-$ | $AgCl$ |
| សូដ្យូមក្លរួ | $Na^+$ | $Cl^-$ | $NaCl$ |
| សូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត | $Na^+$ | $OH^-$ | $NaOH$ |
| អាស៊ីតកាបូនិច | $H^+$ | $CO_3^{2-}$ | $H_2CO_3$ |
| អាស៊ីតស៊ុលផួរិច | $H^+$ | $SO_4^{2-}$ | $H_2SO_4$ |
| កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត | $Ca^{2+}$ | $OH^-$ | $Ca(OH)_2$ |
| អាម៉ូញ៉ូមកាបូណាត | $NH_4^+$ | $CO_3^{2-}$ | $(NH_4)_2CO_3$ |

ដើម្បីសរសេររូបមន្តគីមីនៃសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងយើងត្រូវសរសេរឈ្មោះរបស់សារធាតុ សរសេរអ៊ីយ៉ុងដែលចូលផ្សំ លៃយ៉ាងណាឱ្យចំនួនបន្ទុកវិជ្ជមាន(+)ស្មើនឹងចំនួនបន្ទុកអវិជ្ជមាន (-) ។

យើងត្រូវចងចាំរូបមន្តគីមីរបស់សមាសធាតុកូវ៉ាឡង់មួយចំនួនដែលមិនបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង ។

**តារាងទី1.4 : រូបមន្តម៉ូលេគុលកូវ៉ាឡង់មួយចំនួនដែលមិនបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង**

| ម៉ូលេគុលកូវ៉ាឡង់ | រូបមន្ត | ម៉ូលេគុលកូវ៉ាឡង់ | រូបមន្ត |
|---|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | $H_2$ | កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត | $CO$ |
| អុកស៊ីសែន | $O_2$ | កាបូនឌីអុកស៊ីត | $CO_2$ |
| ក្លរ | $Cl_2$ | ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត | $SO_2$ |
| អាសូត | $N_2$ | ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត | $SO_3$ |
| ទឹក | $H_2O$ | អាសូតឌីអុកស៊ីត | $NO_2$ |
| អាម៉ូញាក់ | $NH_3$ | អ៊ីដ្រូសែនក្លរួ | $HCl$ |

# 2. វ៉ាឡង់និងរូបមន្តគីមី

## 2.1. វ៉ាឡង់

គេអាចកំណត់រូបមន្តគីមីបានដោយប្រើវ៉ាឡង់របស់អាតូមឬរ៉ាឌីកាល់ (ក្រុមអាតូម) ដែលចូលផ្សំ ។ ចំនួនវ៉ាឡង់នៃធាតុស្មើនឹងបន្ទុកនៅលើអ៊ីយ៉ុង ។

**វ៉ាឡង់** គឺជាលទ្ធភាពចូលផ្សំរវាងអាតូម ឬរ៉ាឌីកាល់ជាមួយធាតុដទៃទៀត ។ ជានិច្ចកាលវ៉ាឡង់ជាចំនួនគត់តូច ឬសូន្យតាងដោយលេខរ៉ូម៉ាំង ។ ធាតុដែលមានវ៉ាឡង់សូន្យ (ពពួកឧស្ម័នកម្រ) មិនអាចបង្កើតជាសមាសធាតុបានទេ ។ ធាតុខ្លះមានវ៉ាឡង់ច្រើនជាងមួយ ។ វ៉ាឡង់នៃធាតុអាចប្រែប្រួលនិងអាចឱ្យដឹងពីលក្ខណៈប្លែកៗរបស់ធាតុ ។ ***ឧទាហរណ៍ :*** អ៊ីយ៉ុងទង់ដែង (I) មានលក្ខណៈខុសប្លែកពីអ៊ីយ៉ុងទង់ដែង (II) អ៊ីយ៉ុងដែក (II) មានលក្ខណៈខុសប្លែកពីអ៊ីយ៉ុងដែក (III) ។

## 2.2. រ៉ាឌីកាល់

រ៉ាឌីកាល់ គឺជាក្រុមអាតូមដែលចូលរួមក្នុងរូបមន្តម៉ូលេគុលនៃអង្គធាតុសមាសមួយចំនួន ។
***ឧទាហរណ៍ :*** ក្នុងសមាសធាតុសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($NaOH$) និងអាលុយមីញ៉ូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត $Al(OH)_3$ មានបណ្តុំអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($OH$) ដូចគ្នា ។

ការាងទី 1.5 : វ៉ាឡង់នៃធាតុនិងរ៉ាឌីកាល់មួយចំនួន

| ឈ្មោះធាតុ | និមិត្តសញ្ញា | វ៉ាឡង់ | ឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់ | និមិត្តសញ្ញា | វ៉ាឡង់ |
|---|---|---|---|---|---|
| អេល្យូម | He | 0 | អ៊ីដ្រុកស៊ីត | OH | 1 |
| នេអុង | Ne | 0 | នីត្រាត | $NO_3$ | 1 |
| អ៊ីដ្រូសែន | H | 1 | អាម៉ូញ៉ូម | $NH_4$ | 1 |
| លីចូម | Li | 1 | កាបូណាតអាស៊ីត | $HCO_3$ | 1 |
| សូដ្យូម | Na | 1 | កាបូណាត | $CO_3$ | 2 |
| ម៉ាញេស្យូម | Mg | 2 | ស៊ុលផាត | $SO_4$ | 2 |
| សង្កសី | Zn | 2 | ផូស្វាត | $PO_4$ | 3 |
| ដែក | Fe | 2 ឬ 3 | | | |
| ស្ពាន់ធ័រ | S | 2 4 6 | | | |

## 2.3. ការសរសេររូបមន្តគីមី

កាលណាធាតុគីមីចូលផ្សំគ្នា ជាសមាសធាតុ វ៉ាឡង់សរុបនៃធាតុឬរ៉ាឌីកាល់នីមួយៗត្រូវស្មើគ្នា (ឬចំនួនបន្ទុកលើអ៊ីយ៉ុងក៏ត្រូវស្មើគ្នាដែរ) ។ ***ឧទាហរណ៍*** ពេលអាតូមទង់ដែងនិងអុកស៊ីសែនចូលផ្សំគ្នា នោះរូបមន្តនៃសមាសធាតុដែលផ្សំមានពីរប្រភេទអាស្រ័យតាមវ៉ាឡង់របស់ទង់ដែង ។ បើទង់ដែងវ៉ាឡង់ (I) យើងបានរូបមន្ត $Cu_2O$ ព្រោះអុកស៊ីសែនវ៉ាឡង (II) តែបើទង់ដែងវ៉ាឡង់ (II) យើងបានរូបមន្ត CuO ព្រោះអុកស៊ីសែននិងទង់ដែងមានវ៉ាឡង់ (II) ដូចគ្នា ។

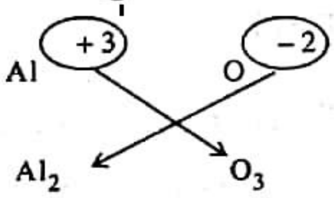
ជាទូទៅវិធីងាយគឺ វ៉ាឡង់ x → ធាតុ B ; វ៉ាឡង់ y → ធាតុ A } រូបមន្តគីមីគឺ $A_yB_x$

បើ x = y គេសរសេរ AB

***ឧទាហរណ៍ :*** អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតផ្សំដោយកាចុង $Al^{3+}$ និងអាញ៉ុង $O^{2-}$ ។

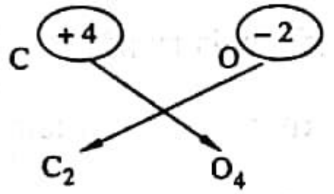
ផលបូកបន្ទុកទាំងអស់គឺ : $2(+3)+3(-2) = 0$

ដូច្នេះ រូបមន្តអាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតគឺ $Al_2O_3$




ក្នុងករណីដែលវ៉ាឡង់នៃធាតុមួយ ជាពហុគុណនៃវ៉ាឡង់របស់ធាតុមួយទៀត យើងត្រូវសម្រួលលេខសន្ទស្សន៍ឱ្យនៅតូច ។

*ឧទាហរណ៍*




$\longrightarrow C_2O_4 \longrightarrow CO_2$

ផ្អែកតាមគំនូសតាងឡឺវីសនៃអាតូម : ចំនួនសម្ព័ន្ធដែលអាតូមអាចបង្កើតស្មើនឹងវ៉ាឡង់អេឡិចត្រុងសេរី ។ ***ឧទាហរណ៍ :***

- អាតូមអ៊ីដ្រូសែន (H•)អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធបានតែមួយ (H—) វាមានវ៉ាឡង់ 1 ។
- អាតូមអុកស៊ីសែន (•O•)អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធបាន 2 (—O—) វាមានវ៉ាឡង់ 2 ។
- អាតូមអាសូត (•Ṅ•) អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធបាន 3 (—N(—)—) វាមានវ៉ាឡង់ 3 ។
- អាតូមកាបូន (•Ċ•) អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធបាន 4 (—C(—)(—)—) វាមានវ៉ាឡង់ 4 ។

# 3. ម៉ាសធៀប

## 3.1. ម៉ាសអាតូមធៀប ($A_r$)

ម៉ាសរបស់អាតូមតូចណាស់ ។ អាតូមដែលស្រាលជាងគេគឺ អាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលមានម៉ាសប្រហែល$10^{-24}$g ។ អាតូមដែលមានម៉ាសធំជាងគេគឺអ៊ុយរ៉ាញ៉ូម(ធំជាងម៉ាសអាតូមអ៊ីដ្រូសែន 300 ដង) ។ ក្នុងការគណនា ដោយម៉ាសអាតូមតូចខ្លាំងពេកគេពុំអាចប្រើតម្លៃម៉ាសនេះបានទេ ចាំបាច់ត្រូវធ្វើការប្រៀបធៀបម៉ាសអាតូមហៅថា **ម៉ាសអាតូមធៀប** ($A_r$) ។ ពេលដែលអ្នកគីមីផ្តើមប្រៀបធៀបម៉ាសរបស់អាតូមខុសៗគ្នានោះ ដំបូងគេធៀបវាជាមួយនឹងម៉ាសរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែន ។ ដូចជាអាតូមអាសូតមួយធ្ងន់ជាងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន 14 ដង គេថាអាសូតមានម៉ាសអាតូមធៀបស្មើនឹង 14 ។ អាតូមដែកធ្ងន់ជាងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន 56 ដង ដូចនេះដែកមានម៉ាសអាតូមធៀប 56 ។

ក្រោយមកនៅឆ្នាំ1961 អ្នកគីមីពីបណ្តាប្រទេសជាច្រើនបានសម្រេចប្រៀបធៀបម៉ាសអាតូមទាំងឡាយជាមួយនិងម៉ាសអាតូមកាបូនវិញ ។ អាតូមកាបូនមាន 12 ដងម៉ាសអាតូមអ៊ីដ្រូសែន ដូចនេះ $\frac{1}{12}$ នៃអាតូមកាបូនមានម៉ាសស្មើនឹងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ ។ ដូច្នេះជាទូទៅម៉ាសអាតូមធៀបនៃធាតុមួយ គឺជាផលធៀបម៉ាសមធ្យមរបស់អាតូមនៃធាតុនោះជាមួយនិង $\frac{1}{12}$ ម៉ាសអាតូមកាបូន 12 ($^{12}_{6}C$) ។

$$A_r = \frac{\text{ម៉ាសមធ្យមរបស់អាតូមនៃធាតុមួយ}}{\text{ម៉ាសនៃ } \frac{1}{12} \text{ របស់អាតូមកាបូន 12}}$$

ម៉ាសអាតូមធៀបគឺជាចំនួនគ្មានខ្នាត ។

តារាងទី1.6 : ម៉ាសអាតូមធៀបរបស់ធាតុមួយចំនួន

| ឈ្មោះធាតុ | និមិត្តសញ្ញា | ម៉ាសអាតូមធៀប | ឈ្មោះធាតុ | និមិត្តសញ្ញា | ម៉ាសអាតូមធៀប |
|---|---|---|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | H | 1 | កាល់ស្យូម | Ca | 40 |
| អេល្យូម | He | 4 | ដែក | Fe | 56 |
| កាបូន | C | 12 | ទង់ដែង | Cu | 64 |
| អាសូត | N | 14 | ស័ង្កសី | Zn | 65 |
| អុកស៊ីសែន | O | 16 | ប្រាក់ | Ag | 108 |
| សូដ្យូម | Na | 23 | អ៊ីយ៉ូត | I | 127 |
| ម៉ាញេស្យូម | Mg | 24 | សំណ | Pb | 207 |
| ក្លរ | Cl | 35.5 | | | |

## 3.2. ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប ($M_r$)

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់សារធាតុមួយ គឺជាផលធៀបម៉ាសម៉ូលេគុលមធ្យមរបស់សារធាតុនោះជាមួយ $\frac{1}{12}$ ម៉ាសអាតូមកាបូន 12 ។

$$M_r = \frac{\text{ម៉ាសម៉ូលេគុលមធ្យមរបស់សារធាតុ}}{\frac{1}{12}\times \text{ម៉ាសអាតូមកាបូន 12}}$$

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប គឺជាចំនួនគ្មានខ្នាត ។

ក្នុងការអនុវត្តម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់ម៉ូលេគុលមួយ អាចគណនាតាមផលបូកនៃម៉ាសអាតូមធៀបនៃធាតុបង្កក្នុងម៉ូលេគុលនោះ ។

***ឧទាហរណ៍ទី 1*** : គណនាម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់អុកស៊ីសែន ($O_2$) ។

ម៉ាសអាតូមធៀបរបស់អុកស៊ីសែន $A_r(O) = 16$

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់អុកស៊ីសែន $M_r(O_2) : 2\times A_r(O) \Rightarrow 2\times 16 = 32$

***ឧទាហរណ៍ទី 2*** : គណនាម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់អាស៊ីតស៊ុលផួរិច ($H_2SO_4$) ។

ម៉ាសអាតូមធៀប $A_r(H) = 1$ , $A_r(S) = 32$ , $A_r(O) = 16$

$$M_r(H_2SO_4) = (\underset{\uparrow H_2}{2\times 1}) + \underset{\uparrow S}{32} + (\underset{\uparrow O_4}{4\times 16})$$

$$= 98$$

# 4. សមាសភាពសតភាគ

## 4.1. សមាសភាពសតភាគនៃធាតុបង្កក្នុងម៉ូលេគុល

សមាសភាពសតភាគ (ភាគរយ) នៃសារធាតុសុទ្ធមិនប្រែប្រួលទេ ។ ***ឧទាហរណ៍*** ម៉ូលេគុលទឹកជាសមាសធាតុដែលផ្សំដោយធាតុពីរប្រភេទគឺ អ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែន ។ ដូចនេះមួយម៉ូលេគុលទឹកជានិច្ចកាលមានអ៊ីដ្រូសែន 11.11 % និងអុកស៊ីសែន 88.89 % ។

***ឧទាហរណ៍ :*** សូដ្យូមក្លរួមានរូបមន្ត NaCl ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់ NaCl : $A_r(Na) + A_r(Cl) = 23 + 35.5 = 58.5$

ភាគរយរបស់អាតូមសូដ្យូម (Na) ក្នុង $NaCl = \frac{A_r(Na)}{M_r(NaCl)} \times 100\% = \frac{23}{58.5} \times 100 = 39.32\%$

ភាគរយរបស់ក្លរ (Cl) ក្នុង $NaCl = \frac{A_r(Cl)}{M_r(NaCl)} \times 100\% = \frac{35.5}{58.5} \times 100 = 60.68\%$

ផលបូកភាគរយរបស់ Na និង Cl ស្មើនិង 100 % ។ លទ្ធផលនេះអាចឱ្យយើងប្រើសម្រាប់ផ្ទៀងផ្ទាត់ការគណនារបស់យើងឱ្យបានត្រឹមត្រូវ ។

## 4.2. គណនាម៉ាសនៃធាតុបង្កក្នុងសមាសធាតុមួយ

បើយើងស្គាល់រូបមន្តនៃធាតុក្នុងសមាសធាតុមួយ យើងមានការងាយស្រួលក្នុងការគណនាម៉ាសរបស់ធាតុបង្កក្នុងសមាសធាតុនោះ ។

$$\text{ម៉ាសធាតុបង្ក} = \frac{\text{ចំនួនអាតូមធាតុបង្កក្នុងរូបមន្ត} \times A_r \text{ របស់ធាតុ}}{M_r \text{ របស់សមាសធាតុ}} \times \text{ម៉ាសភាគសំណាក}$$

***ឧទាហរណ៍ :*** គណនាម៉ាសរបស់ទង់ដែងដែលមានក្នុង 32g នៃក្រាមទង់ដែង (II) ស៊ុលផាត $CuSO_4$ ។ ម៉ាសអាតូមធៀប O = 16 , S = 32 , Cu = 64 ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ក្នុងរូបមន្ត $CuSO_4$ មាន Cu មួយអាតូម

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់ $CuSO_4 = 64 + 32 + (4 \times 16) = 160$

ម៉ាសទង់ដែង $= \frac{64}{160} \times 32g = 12.8g$

## 5. គណនាម៉ាសទឹកក្នុងសមាសធាតុ

សមាសធាតុក្រាមទាំងឡាយណាដែលមានទឹកក្នុងម៉ូលេគុលរបស់វាហៅថា សមាសធាតុអ៊ីដ្រាតេ ។ *ឧទាហរណ៍ :* ក្រាមទង់ដែង (II) ស៊ុលផាតបង់តាអ៊ីដ្រាតេមានរូបមន្ត : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

$$\text{ម៉ាសទឹកក្នុងសមាសធាតុ} = \frac{\text{ចំនួនម៉ូល } H_2O \text{ ក្នុងរូបមន្ត } \times M_r \text{ នៃ } H_2O}{M_r \text{ នៃសមាសធាតុ}} \times \text{ម៉ាសភាគសំណាក}$$

*ឧទាហរណ៍ :* គណនាម៉ាសទឹកដែលមានក្នុង 10g នៃក្រាមសូដ្យូមកាបូណាតដេកាអ៊ីដ្រាតេ ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) ។ ម៉ាសអាតូមធៀប : Na = 23 , 0 = 16 , C = 12 , H = 1 ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសទឹកក្នុងរូបមន្ត $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ $= 10 \times 18 = 180$

ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបនៃ $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O = 286$

ម៉ាសទឹកក្នុង 10g នៃក្រាមសូដ្យូមកាបូណាត $= \frac{180}{286} \times 10 = 6.29g$

## 6. រូបមន្តងាយ

រូបមន្តងាយរបស់សមាសធាតុគីមី គឺជារូបមន្តបង្ហាញពីចំនួនអាតូមធៀបនៃធាតុខុសៗគ្នា ។ គេអាចកំណត់រូបមន្តងាយបាន កាលណាគេស្គាល់ភាគរយ ឬម៉ាសរបស់ធាតុនីមួយៗ ។

*ឧទាហរណ៍ :* សមាធាតុមួយមានអុកស៊ីសែន 88.89 % និងអ៊ីដ្រូសែន 11.11 % ។ ចូររករូបមន្តងាយរបស់វា ។

| | H | O |
|---|---|---|
| - ចែក % ដោយ $A_r$ | $\frac{11.11}{1} = 11.11$ | $\frac{88.89}{16} = 5.55$ |
| - ចែកជាមួយលទ្ធផលដែលតូចជាងគេ | $\frac{11.11}{5.55} = 2$ | $\frac{5.55}{5.55} = 1$ |
| - រូបមន្តងាយ | $H_2$ | O |

រូបមន្តងាយក្នុងករណីនេះដូចគ្នានិងរូបមន្តគីមីដែរគឺ $H_2O$ ។ ម៉ូលេគុល $H_4O_2$ , $H_6O_3$ ឬ $H_8O_4$ គឺមានសមាសភាពភាគរយនិងមានរូបមន្តងាយដូចគ្នាដែរគឺ $H_2O$ ។ ចំពោះទឹកមានម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប 18 ដូចនេះរូបមន្តម៉ូលេគុលវាគឺ $H_2O$ តែបើម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបស្មើនិង 36 នោះរូបមន្តម៉ូលេគុលទៅជា $H_4O_2$ ។

## 7. សមីការគីមី

ក្នុងប្រតិកម្មគីមីសារធាតុមួយបានប្តូរទៅជាសារធាតុផ្សេងទៀត ។ គេប្រើសមីការគីមីដើម្បីបង្ហាញពីអ្វីដែលកើតមានក្នុងពេលប្រតិកម្ម ។ ក្នុងសមីការគីមី ធាតុឬសមាសធាតុនៅផ្នែកខាងឆ្វេងសញ្ញាព្រួញហៅថា **អង្គធាតុប្រតិករ** ហើយសារធាតុថ្មីដែលកកើតនៅផ្នែកខាងស្តាំសញ្ញាព្រួញ **អង្គធាតុកកើត ឬ ផលិតផល** ។

សមីការអាចសរសេរជាអក្សរហៅថា **សមីការពាក្យ** តែគេច្រើនសរសេរដោយប្រើនិមិត្តសញ្ញាគីមីហៅថា **សមីការគីមី** ។ ការសរសេរសមីការគីមីត្រូវគោរពតាមវិធានដូចខាងក្រោម :

- សរសេរសមីការពាក្យតាមព័ត៌មានដែលផ្តល់ឱ្យ ឬដោយចំណេះដឹងគីមីរបស់ខ្លួន
- សរសេរសមីការដោយប្រើនិមិត្តសញ្ញាគីមី ចំពោះអង្គធាតុប្រតិករសរសេរផ្នែកខាងឆ្វេងសញ្ញាព្រួញ ហើយអង្គធាតុកកើត (ឬផលិតផល) សរសេរនៅផ្នែកខាងស្តាំសញ្ញាព្រួញ ។
- ថ្លឹងសមីការប្រតិកម្មដោយលៃយ៉ាងណាឱ្យចំនួនអាតូមនៃធាតុទាំងអស់ (មុននិងក្រោយប្រតិកម្ម) មានចំនួនស្មើគ្នាដោយអនុវត្តតាមច្បាប់រក្សាម៉ាស ។
- ចុងបញ្ចប់ដាក់និមិត្តសញ្ញាភាពរូបឱ្យគ្រប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើត ដោយអង្គធាតុរឹង (solid) តាង (s) រាវ (liquid) តាង (l) ឧស្ម័ន (gas) តាង (g) និងសារធាតុរលាយក្នុងទឹក (aqueous) តាង (aq) ។

***ឧទាហរណ៍*** : ម៉ាញេស្យូមឆេះនៅក្នុងអុកស៊ីសែនបង្កើតបានជាម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត ។ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មនេះ ។

សមីការពាក្យ : $\underbrace{\text{ម៉ាញេស្យូម} + \text{អុកស៊ីសែន}}_{\text{អង្គធាតុប្រតិករ}} \longrightarrow \underbrace{\text{ម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត}}_{\text{អង្គធាតុកកើត}}$

សមីការគីមី : $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$

ដើម្បីថ្លឹងសមីការ យើងបន្ថែមមេគុណ 2 នៅមុខអាតូម Mg ហើយបន្ថែមមេគុណ 2 នៅមុខ MgO ដែរ ធ្វើបែបនេះទើបសមីការមានលំនឹង : $2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$ ។

## ៨. សមីការអ៊ីយ៉ុង

សមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងកើតឡើងដោយកាចុង (អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន) និងអាញ៉ុង (អ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន) ។ កាចុងកើតពីអាតូមលោហៈ លើកលែងតែអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម $NH_4^+$ អ៊ីដ្រូសែន $H^+$ ... ។ អង្គធាតុដែលអាចរលាយនៅក្នុងប្រតិកម្មគីមីអាចសរសេរជាអ៊ីយ៉ុងបាន ចំណែកអង្គធាតុរឹងមិនអាចសរសេរជាអ៊ីយ៉ុងបានទេ ។ ពីមុនយើងសរសេរសមីការពេញលេញ ដើម្បីបង្ហាញពីប្រតិកម្មគីមីមួយ ។ បើសមីការបានពីអ៊ីយ៉ុងចូលផ្សំគ្នាក្នុងសូលុយស្យុង យើងអាចសរសេរជា **សមីការអ៊ីយ៉ុង** បាន ។

***ឧទាហរណ៍*** : យើងដាក់សូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតចូលក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែង(II) ស៊ុលផាត យើងទទួលបានទង់ដែង (II) អ៊ីដ្រុកស៊ីត(រឹង)និងសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាត ។

សមីការពាក្យ :សូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត + ទង់ដែង (II) ស៊ុលផាត → ទង់ដែង(II) អ៊ីដ្រុកស៊ីត + សូដ្យូមស៊ុលផាត

សមីការគីមី : $2NaOH(aq) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(OH)_2(s) + Na_2SO_4(aq)$

សមីការអ៊ីយ៉ុង:

$$2Na^+(aq) + 2OH^-(aq) + Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow Cu(OH)_2(s) + 2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

យើងឃើញថាអ៊ីយ៉ុង ($Na^+$) និងអ៊ីយ៉ុង ($SO_4^{2-}$) មាននៅក្នុងអង្គទាំងសងខាងនៃសមីការ ហៅថា **អ៊ីយ៉ុងទស្សនិក** ព្រោះវាមិនចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មនេះទេ គេអាចសម្រួលចោលបាន ។ ដូចនេះ សមីការអ៊ីយ៉ុងខាងលើអាចសរសេរជា $Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Cu(OH)_2(s)$ ។

### មេរៀនសង្ខេប

- និមិត្តសញ្ញាគីមីកំណត់ដោយតួអក្សរធំខាងដើមឬអក្សរពីរតួដំបូង ឬអក្សរធំនៃតួទី1 និងអក្សរតូចនៃតួទី3 របស់ឈ្មោះធាតុជាភាសាបារាំង ឡាតាំង ឬក្រិច ។
- វ៉ាឡង់ជាលទ្ធភាពចូលផ្សំនៃអាតូមឬរ៉ាឌីកាល់ ជាមួយធាតុដទៃទៀត ។ ចំពោះសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង វ៉ាឡង់ស្មើនឹងបន្ទុកនៅលើអ៊ីយ៉ុង ។
- ក្នុងរូបមន្តគីមីនៃសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងមួយ ចំនួនបន្ទុក (+) សរុបស្មើនឹងចំនួនបន្ទុក (-)សរុប ។
- $$\text{ភាគរយនៃធាតុ} = \frac{A_r \text{ របស់ធាតុ} \times \text{ចំនួនអាតូមរបស់ធាតុក្នុងរូបមន្ត}}{M_r \text{ របស់សមាសធាតុ}} \times 100\ \%$$
- សមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួលជាសមីការដែលបង្ហាញតែពីអ៊ីយ៉ុងដែលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្ម ។

. $Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \longrightarrow Cu(OH_2)(s)$

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចហៅថា ម៉ាសអាតូមធៀប ? ដូចម្តេចហៅថា ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប ?
2. ចូរគណនាម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់សារធាតុទាំងនេះ : $ZnO$ $CO_2$ $CH_4$ $(NH_4)_2SO_4$ $O_2$ $Cl_2$ ។
3. ចូរសរសេររូបមន្តម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុខាងក្រោម

   ក. ម៉ាញេស្យូមស៊ុលផាត  គ. សំណ (II) ក្លរួ

   ខ. ស័ង្កសីអុកស៊ីត  ឃ. ដែក (III) ស៊ុលផាត
4. ចូរថ្លឹងសមីការខាងក្រោម :

   ក. $Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow CuO(s)$

   ខ. $Mg(s) + HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

   គ. $Fe_2O_3(s) + Al(s) \longrightarrow Al_2O_3(s) + Fe(s)$

   ឃ. $Na(s) + H_2O\ (l) \longrightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$
5. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មគីមីខាងក្រោម:

   ក. ដែក + អាស៊ីតស៊ុលផួរិច ⟶ ដែក (II) ស៊ុលផាត + អ៊ីដ្រូសែន

   ខ. កាបូន + អុកស៊ីសែន ⟶ កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត

   គ. ដែក (III) អុកស៊ីត + កាបូន ⟶ ដែក + កាបូនឌីអុកស៊ីត
6. គណនាម៉ាសទឹកដែលមានក្នុង $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 12.3g និង $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 54.1g ។
7. ចូរគណនាភាគរយរបស់

   ក. ទង់ដែង Cu ក្នុងទង់ដែង (II) អុកស៊ីត CuO

   ខ. ម៉ាញេស្យូម Mg ក្នុងម៉ាញេស្យូមស៊ុលផាត $MgSO_4$

   គ. សូដ្យូម Na ក្នុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត NaOH
8. ចូរគណនាម៉ាស

   ក. កាល់ស្យូមមានក្នុង 25g នៃកាល់ស្យូមកាបូណាត $CaCO_3$

   ខ. ក្លរមានក្នុង 27g នៃទង់ដែង (II) ក្លរួ $CuCl_2$ ។
9. ចូរកំណត់រូបមន្តងាយរបស់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូកាបូខាងក្រោមដោយប្រើសមាសភាពសតភាគនៃធាតុដែលផ្តល់ឱ្យ  ក. 75 % C និង 25 % H  ខ. 80 % C និង 20 % H

   គេឱ្យ $A_r$ : C = 12 , H = 1 ។

មេរៀនទី

# 2 ចំនួនម៉ូល

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ កំណត់និយមន័យម៉ូល ។
- ❑ កំណត់ម៉ាសនិងចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូក្នុងមួយម៉ូលនៃសារធាតុ ។
- ❑ កំណត់កំហាប់សូលុយស្យុងនិងមាឌឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ។
- ❑ ប្រើដំណោះស្រាយសមាមាត្រដើម្បីរកផលធៀបម៉ូល ។
- ❑ ដោះស្រាយលំហាត់ដោយប្រើម៉ាសម៉ូលនិងចំនួនម៉ូល ។

## 1. ម៉ូល

***រូបទី 2.1 : ខ្នាតសម្រាប់រាប់វត្ថុតាតាមួយចំនួន***

ក្នុងជីវភាពរស់នៅយើងប្រើឯកតា គូ សម្រាប់រាប់ស្បែកជើងឬស្រោមដៃ ឡូ សម្រាប់ស៊ុត ឬផ្លែឈើ រ៉ាម សម្រាប់ក្រដាស . . . ។ គូ ឡូ រ៉ាម ជាចំនួនកំណត់នៃវត្ថុ មានន័យថា : មួយគូស្មើនិងពីរ មួយឡូមាន 12 ឯមួយរ៉ាមមាន 500 សន្លឹក ។ នៅក្នុងគីមីយើងសិក្សាពីភាគល្អិតដូចជា អាតូម អ៊ីយ៉ុង និងម៉ូលេគុល ។ អ្នកគីមីបានកំណត់យកឯកតាស្រដៀងគ្នានេះដែរ សម្រាប់កំណត់បរិមាណនៃភាគល្អិតទាំងនេះ ។ ឯកតាដែលប្រើនេះគឺ ម៉ូល ដែលតាងដោយនិមិត្តសញ្ញា mol ។

***ឧទាហរណ៍ :*** 1mol អាតូមមានចំនួន $6.02 \times 10^{23}$ អាតូម

1mol ម៉ូលេគុលមានចំនួន $6.02 \times 10^{23}$ ម៉ូលេគុល

1mol អេឡិចត្រុងមានចំនួន $6.02 \times 10^{23}$ អេឡិចត្រុង

ជាទូទៅ 1mol ភាគល្អិតមាន $6.02 \times 10^{23}$ ភាគល្អិត

ចំនួន $6.02 \times 10^{23}$ នេះហៅថា **ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ** ដែលតាងដោយ $\mathcal{N} = 6.02 \times 10^{23}$ ។

**ម៉ូលគឺ ជាបរិមាណកំណត់នៃសារធាតុមួយដែលបង្កដោយភាគល្អិតចំនួន** $\mathcal{N} = 6.023 \times 10^{23}$ ។

# 2. ម៉ូលនៃអាតូម ម៉ូលេគុល និងឡុស្ម៉ុង

## 2.1. ម៉ូលនៃអាតូម

នៅទីពិសោធន៍ បើយើងថ្លឹងកាបូន 12g នោះមានអាតូមកាបូនស្មើចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូឬស្មើនឹង 1mol ។ ដូចគ្នានេះដែរ ចំពោះសូដ្យូម 23g អាលុយមីញ៉ូម 27g អុកស៊ីសែន 16g ឬអ៊ីដ្រូសែន 1g ក៏មានចំនួនអាតូមស្មើនឹងចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូដែរ ។ ដូចនេះម៉ាសមួយម៉ូលនៃសារធាតុណាមួយ ហៅថា ម៉ាសម៉ូល ។ ម៉ាសម៉ូលគឺ ជាម៉ាសអាតូមធៀបនៃធាតុដែលគិតជាក្រាម ។

តារាងទី 2.1 : ម៉ូលនៃអាតូមមួយចំនួន

| ធាតុគីមី | ម៉ាសអាតូមធៀប | ម៉ាស 1mol | ចំនួនអាតូមក្នុង 1mol |
|---|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | 1 | 1g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| កាបូន | 12 | 12g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| អុកស៊ីសែន | 16 | 16g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| សូដ្យូម | 23 | 23g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| អាលុយមីញ៉ូម | 27 | 27g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| ដែក | 56 | 56g | $6.02 \times 10^{23}$ |
| ស័ង្កសី | 65 | 65g | $6.02 \times 10^{23}$ |

ម៉ាសម៉ូលនៃធាតុណាក៏ដោយតែងមាន 1mol អាតូមនៃធាតុនោះ ។

$$\text{ចំនួនម៉ូល} = \frac{\text{ម៉ាសធាតុជាក្រាម}}{\text{ម៉ាសម៉ូលរបស់ធាតុ}} \Leftrightarrow n = \frac{m}{M}$$ (n គិតជា mol, m គិតជា g, M គិតជា $g.mol^{-1}$)

***ឧទាហរណ៍ទី 1 :*** តើនៅក្នុង 8g ស្ពាន់ធ័រមានប៉ុន្មានម៉ូលអាតូមស្ពាន់ធ័រ? $A_r(S) = 32$ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

$$\text{ចំនួនម៉ូលអាតូមស្ពាន់ធ័រ} = \frac{\text{ម៉ាសស្ពាន់ធ័រជាក្រាម}}{\text{ម៉ាសម៉ូលនៃស្ពាន់ធ័រ}} = \frac{8}{32} = 0.25\text{mol}$$

$$\text{ម៉ាសធាតុជាក្រាម} = \text{ចំនួនម៉ូល} \times \text{ម៉ាសម៉ូលនៃសារធាតុ}$$
$$m = n \times M$$

ចំនួនអាតូមស្ពាន់ធ័រ $= 0.25 \times 6.02 \times 10^{23}$ អាតូម

***ឧទាហរណ៍ទី 2 :*** តើអាតូមដែកចំនួន 0.6mol មានម៉ាសស្មើនិងប៉ុន្មានក្រាម ? $A_r(Fe) = 56$

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសរបស់ដែក = ចំនួនម៉ូល × ម៉ាសម៉ូលរបស់ដែក $= 0.6 \times 56g = 33.6g$ ។

## 2.2. ម៉ូលនៃម៉ូលេគុល

បើយើងថ្លឹង 44g កាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2$ គឺមានម៉ូលេគុលកាបូនឌីអុកស៊ីតចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូឬស្មើនិងមួយ ។ ដូច្នេះ 18g ទឹក 32g ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ឬ 2g ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន . . . ក៏មានម៉ូលេគុលនៃសមាសធាតុនោះស្មើចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូដែរ ។ ដូច្នេះ ម៉ាសម៉ូលនៃម៉ូលេគុលមួយគឺជាម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបនៃម៉ូលេគុលនោះគិតជាក្រាម ។

**តារាងទី 2.2 : ម៉ាសម៉ូលនៃសារធាតុមួយចំនួន**

| សារធាតុ | រូបមន្តម៉ូលេគុល | ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀប | ម៉ាសនៃសារធាតុ 1/mol |
|---|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | $H_2$ | 2 | 2g |
| ទឹក | $H_2O$ | 18 | 18g |
| ប៊ុយតាន | $C_4H_{10}$ | 58 | 58g |
| អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច | $CH_3COOH$ | 60 | 60g |

(2g, 18g, 58g, 60g → ម៉ាសម៉ូលនៃម៉ូលេគុល)

$$\text{ចំនួនម៉ូលនៃសារធាតុ} = \frac{\text{ម៉ាសសារធាតុជាក្រាម}}{\text{ម៉ាសម៉ូលនៃសារធាតុ}} \quad \text{ឬ} \quad n = \frac{m}{M}$$

ម៉ាសសារធាតុ = ចំនួនម៉ូល × ម៉ាសម៉ូលនៃសារធាតុ ឬ $m = n \times M$

***ឧទាហរណ៍ទី 1 :*** គណនាចំនួនម៉ូលេគុលនៃទឹក $H_2O$ 4.5g ។ $A_r(H) = 1$ , $A_r(O) = 16$ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសម៉ូលេគុលរបស់ទឹក $H_2O = 1 + 1 + 16 = 18g/mol$

$$\text{ចំនួនម៉ូលទឹក} = \frac{\text{ម៉ាសទឹកជាក្រាម}}{\text{ម៉ាសម៉ូលទឹកជាក្រាម}} \quad \text{ឬ} \quad n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}}$$

$$= \frac{4.5}{18} = 0.25mol$$

***ឧទាហរណ៍ទី 2 :*** តើ 2mol មេតានមានម៉ាសស្មើនិងប៉ុន្មាន? ( $A_r$ : C=12 , H=1) ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសម៉ូលេគុលរបស់មេតាន $CH_4 = 12+(4\times1) = 16g/mol$

1mol មេតាន ($CH_4$) មានម៉ាស 16g

ដូច្នេះ 2mol មេតាន ($CH_4$) មានម៉ាស $16\times2 = 32g$

## 2.3. ម៉ូលនៃឧស្ម័ន

នៅលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធដូចគ្នា មាឌប៉ុនគ្នារបស់ឧស្ម័នទាំងឡាយតែងមានចំនួនម៉ូលេគុលដូចគ្នា ។ មានន័យថាបើ $10cm^3$ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនមានចំនួនម៉ូលេគុលដូចគ្នានឹងឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត$10cm^3$ដែរ(វាស់នៅលក្ខខណ្ឌដូចគ្នា) ។ សម្មតិកម្មខាងលើនេះហៅថា ច្បាប់អាវ៉ូកាដ្រូ ។ ច្បាប់នេះចែងថា“ ក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធដូចគ្នា មាឌប៉ុនគ្នានៃគ្រប់ឧស្ម័នតែងមានចំនួនម៉ូលេគុលស្មើគ្នា” ។ ដើម្បីយល់ច្បាស់ពីច្បាប់នេះ យើងសិក្សាទៅលើឧស្ម័នបីប្រភេទគឺ អ៊ីដ្រូសែន មេតាន និងឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតផ្ទុកក្នុងដបចំណុះស្មើគ្នានៅក្នុងលក្ខខណ្ឌដូចគ្នានៃសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធ ។ តាមច្បាប់អាវ៉ូកាដ្រូឧស្ម័នក្នុងដបទាំងបីនេះ ត្រូវមានចំនួនម៉ូលេគុលដូចគ្នា ។

ដើម្បីរកចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នក្នុងដបនីមួយៗ យើងអាចថ្លឹងរកម៉ាសរបស់វា ហើយយកម៉ាសនេះទៅចែកនិងម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័ននោះ ។ យើងទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម

| | អ៊ីដ្រូសែន | មេតាន | ឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត |
|---|---|---|---|
| ម៉ាសឧស្ម័នក្នុងដបនីមួយៗ (g) | 0.124 | 1.00 | 2.70 |
| ម៉ាសម៉ូលឧស្ម័ននីមួយៗ ($g.mol^{-1}$) | 2 | 16 | 44 |
| ចំនួនម៉ូលឧស្ម័នក្នុងដបនីមួយៗ (mol) | $\frac{0.124}{2} = 0.062$ | $\frac{1}{16} = 0.063$ | $\frac{2.70}{44} = 0.061$ |

យើងឃើញថាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នទាំងនេះមានតម្លៃស្ទើរតែដូចគ្នា ។

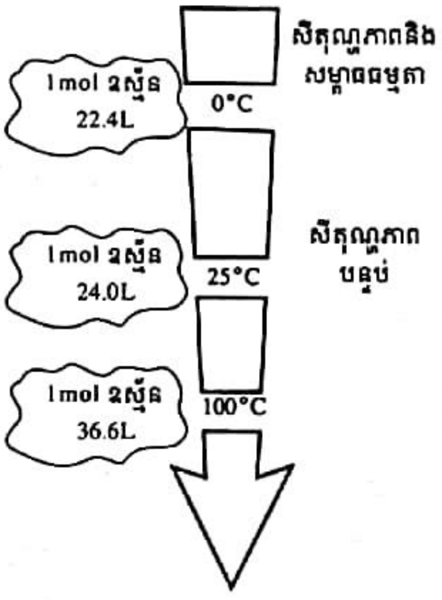
**សំគាល់ :** មាឌប៉ុនគ្នានៃឧស្ម័នផ្សេងៗ (ក្នុងលក្ខខណ្ឌដូចគ្នា) មានចំនួនម៉ូលឬចំនួនម៉ូលេគុលស្មើគ្នា ។ មាឌឧស្ម័នតែងប្រែប្រួលទៅតាមសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** នៅក្រោមសម្ពាធមួយអាត់ម៉ូស្វែ (1atm) ឧស្ម័នមានមាឌ $22.4L.mol^{-1}$ នៅ 0°C $24.0L.mol^{-1}$ នៅ 25°C និង $36.6L.mol^{-1}$ នៅ 100°C ។

គេជ្រើសរើសយកលក្ខខណ្ឌពិសេសមួយឈ្មោះថា លក្ខខណ្ឌស្តង់ដា (0°C និង 1atm) ដើម្បីកំណត់តម្លៃមាឌម៉ូល ដែលមានឈ្មោះថា **មាឌម៉ូលស្តង់ដា** (ឬមាឌម៉ូលធម្មតា) ។

តម្លៃមាឌម៉ូលស្តង់ដាគឺ $\boxed{V = 22.4L\cdot mol^{-1}}$ ។

***សំគាល់*** : មាឌម៉ូលនេះ ពុំអាចអនុវត្តចំពោះអង្គធាតុរឹង ឬរាវបានទេ ។ មាឌម៉ូលនៃឧស្ម័នគឺជាមាឌដែលតាំងនៅដោយឧស្ម័ន 1 ម៉ូល ។ ***ឧទាហរណ៍*** 1 ម៉ូលម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនមានម៉ាស 32g ម៉ាសមាឌ $O_2$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតាគឺ : $d = 1.429g/dm^3$ (តាមពិសោធន៍) ដូច្នេះមាឌនៃ 1 ម៉ូលម៉ូលេគុល $O_2$ គឺ $V = \frac{32g}{1.429g/dm^3} = 22.4dm^3$



*រូបទី 2.3 : បម្រែបម្រួលមាឌតាមសីតុណ្ហភាព*

ម៉ាសម៉ូលឧស្ម័ន CO = 28g , ម៉ាសមាឌ CO គឺ $d = 1.25g/dm^3$

មាឌម៉ូល CO គឺ $V = \frac{28g}{1.25g/dm^3} = 22.4dm^3$

ដូចនេះ យើងបានរូបមន្ត : $\boxed{V = \frac{M}{d} \text{ ឬ } M = V\cdot d}$ ដែល M ជាម៉ាសម៉ូល d ជាម៉ាសមាឌ

**តារាងទី 2.3 : ម៉ាសម៉ូលរបស់ឧស្ម័នមួយចំនួន**

| ឧស្ម័ន | រូបមន្តម៉ូលេគុល | ម៉ាសឧស្ម័នក្នុងមាឌ $24dm^3$ (ម៉ាសម៉ូល) |
|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | $H_2$ | 2g |
| អាម៉ូញាក់ | $NH_3$ | 17g |
| អាសូត | $N_2$ | 28g |
| អុកស៊ីសែន | $O_2$ | 32g |
| កាបូនឌីអុកស៊ីត | $CO_2$ | 44g |
| ប្រូប៉ាន | $C_3H_8$ | 44g |

## 3. ការគណនាដោយប្រើចំនួនម៉ូល

***ឧទាហរណ៍ទី 1*** : តើមានប៉ុន្មានម៉ូលេគុលនៅក្នុង 88g នៃឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតនិង 64g អុកស៊ីសែន ? ($A_r$: C = 12 O = 16 )

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសម៉ូលនៃកាបូនឌីអុកស៊ីត $CO_2 = 12 + (2 \times 16) = 44g/mol$

ចំនួនម៉ូលឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត $n = \frac{m}{M} = \frac{88}{44} = 2mol$

ម៉ាសម៉ូលនៃអុកស៊ីសែន $O_2 = 2 \times 16 = 32g/mol$

ចំនួនម៉ូលឧស្ម័នអុកស៊ីសែន $n = \frac{64}{32} = 2mol$

***ឧទាហរណ៍ទី 2 :*** តើមានម៉ាសប៉ុន្មានក្រាមនៅក្នុង10 mol នៃទឹកនិង0.25 mol នៃអាតូមអុកស៊ីសែន ? ($A_r H = 1$ , $A_r (O) = 16$ )

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសជាក្រាម = ចំនួនម៉ូល × ម៉ាសម៉ូលនៃអាតូមឬម៉ូលេគុល

ម៉ាសម៉ូលរបស់ $H_2O = (2 \times 1) + 16 = 18g/mol$

ម៉ាសទឹក 10 mol= $10 \times 18g = 180g$

ម៉ាសម៉ូលរបស់អាតូមអុកស៊ីសែន $O = 16g/mol$

ម៉ាសអាតូមអុកស៊ីសែន 0.25 mol = $0.25 \times 16g = 4g$

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

1. ក្នុង 0.25mol នៃស្ករមានម៉ាស 45g ។ តើម៉ាសម៉ូលេគុលរបស់ស្ករស្មើនិងប៉ុន្មាន ?
2. តើមានភាគល្អិតប៉ុន្មានឋិតក្នុង 16g ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន ?

## 4. ការគណនាតាមសមីការ

ជាទូទៅសមីការគីមី អាចប្រើសម្រាប់គណនាបរិមាណនៃអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល ។ សមីការគីមីប្រាប់យើងឱ្យដឹងអំពី

- សារធាតុដែលចូលរួមប្រតិកម្មជាមួយគ្នា (ប្រតិករ)
- សារធាតុដែលកកើតពីប្រតិកម្ម (ផលិតផល)

***ឧទាហរណ៍ :*** អ៊ីដ្រូសែនចូលផ្សំជាមួយអុកស៊ីសែន ដើម្បីបង្កើតជាចំហាយទឹក ។

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

$$2 \times (1 \times 2) + 2 \times 16 \longrightarrow 2 \times (2 + 16)$$

$$4g \qquad 32g \qquad 36g$$

មានន័យថា 4g អ៊ីដ្រូសែនត្រូវការ 32g អុកស៊ីសែនដើម្បីផលិតបាន 36g ចំហាយទឹក ។ យើងសង្កេតឃើញថា ម៉ាសអង្គធាតុប្រតិករសរុបតែងតែស្មើនឹងម៉ាសផលិតផលសរុបជានិច្ច ។ តាមរយៈសមាមាត្រនៃអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផលនេះ យើងអាចគណនារកម៉ាសដទៃទៀតបាន ។

***ឧទាហរណ៍ :*** គណនាម៉ាសរបស់ទឹកដែលកកើតពេលគេដុត 0.1g អ៊ីដ្រូសែនជាមួយអុកស៊ីសែន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$

តាមសមីការ

4g អ៊ីដ្រូសែន $\longrightarrow$ 36g ទឹក

បើ 1g អ៊ីដ្រូសែន $\longrightarrow$ $\frac{36}{4} = 9g$ ទឹក

បើ 0.1g អ៊ីដ្រូសែន $\longrightarrow$ $9 \times 0.1 = 0.9g$ ទឹក

ដូចនេះ 4g $H_2$ ត្រូវការ 32g $O_2$ ទទួលបាន 36g $H_2O$

1g $H_2$ ត្រូវការ 8g $O_2$ ទទួលបាន 9g $H_2O$

0.1g $H_2$ ត្រូវការ 0.8g $O_2$ ទទួលបាន 0.9g $H_2O$

## 5. ម៉ូលនិងសមីការ

យើងប្រើសមីការគីមីដើម្បីបង្ហាញពីលំនាំដែលកើតមានក្នុងពេលប្រតិកម្ម ។ តាមរយៈសមីការយើងក៏អាចស្គាល់សារធាតុដែលជាអង្គធាតុប្រតិករ សារធាតុដែលជាអង្គធាតុកកើត ឬផលិតផល ហើយយើងក៏បានដឹងពីសមាមាត្រជាម៉ូលនៃសារធាតុទាំងនោះផងដែរ ។ ការគណនាក្នុងគីមីជាការសិក្សាពីបរិមាណនៃសារធាតុគីមីដែលចូលផ្សំនិងបម្រែបម្រួលបរិមាណដែលកើតមានក្នុងប្រតិកម្មគីមី ។ ចំណេះដឹងនេះ សំខាន់ណាស់សម្រាប់ព្យាករណ៍ពីទិន្នផលនៃផលិតផលកកើត ។ ***ឧទាហរណ៍*** គណនាបរិមាណចាំបាច់នៃឥន្ធនៈអ៊ីដ្រូសែនរាវសម្រាប់ការហោះហើររបស់កាំជ្រួចបាន ។ អ៊ីដ្រូសែនឆេះជាមួយអុកស៊ីសែនបង្កើតបានជាទឹក ។ ដូច្នេះតាមរយៈសមីការតុល្យការបានបង្ហាញឱ្យយើងដឹងពីចំនួនម៉ូលេគុលចាំបាច់ក្នុងប្រតិកម្មនេះ ។

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

តាមសមីការ 2 ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនមានប្រតិកម្មជាមួយ 1 ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនបង្កើតបាន 2 ម៉ូលេគុលចំហាយទឹក ។ បើសិនយើងប្រើម៉ូល ដូចនេះ 2 ម៉ូលអ៊ីដ្រូសែនមានប្រតិកម្មជាមួយ 1 ម៉ូល

អុកស៊ីសែនបង្កើតបាន 2 ម៉ូល ចំហាយទឹក ។ តុល្យការសមីការគីមីនេះបង្ហាញពី សមាមាត្រក្នុងប្រតិកម្មគីមី ( ឬសមាមាត្រស្តូឈ្យូមេទ្រី)ព្រមទាំងផ្តល់បរិមាណកំណត់នៃអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល ។

## 5.1. គណនាម៉ាសផលិតផលកកើតពីបរិមាណអង្គធាតុប្រតិករកំណត់

តើគេទទួលបានទឹកប៉ុន្មាន បើគេឱ្យ10g អ៊ីដ្រូសែនឆេះសព្វនៅក្នុងខ្យល់ ?

សមីការប្រតិកម្ម

$$2H_2(g) \quad + \quad O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

2mol 1mol 2mol

យើងដឹងថា

1 mol អ៊ីដ្រូសែនមានម៉ាស 2g ដូចនេះអ៊ីដ្រូសែន 10g ត្រូវនឹង 5mol

អ៊ីដ្រូសែនអាចផលិតបាន 5 mol ទឹក

ម៉ាសទឹកកកើត

ម៉ាសម៉ូលេគុលទឹក $H_2O = (1 \times 2) + 16 = 18g/mol$

$$m_{H_2O} = 5 \times 18g = 90g$$

ដូច្នេះម៉ាសទឹកដែលទទួលបានមាន 90g ។

## 5.2. គណនាម៉ាសអង្គធាតុប្រតិករដែលចាំបាច់ ដើម្បីទទួលបានម៉ាសផលិតផលកំណត់

***ឧទាហរណ៍ :*** តើគេត្រូវការអុកស៊ីសែនចាំបាច់ប៉ុន្មាន ដាក់ឱ្យមានចំហេះជាមួយអ៊ីដ្រូសែន ដើម្បីបង្កើតបាន 54g ទឹក

✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការប្រតិកម្ម

$$2H_2(g) \quad + \quad O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$$

2mol 1mol 2mol

54g

1 mol ទឹកមានម៉ាស = 18g

ចំនួនម៉ូលទឹក $n = \frac{54}{18} = 3mol$

តាមសមីការ

2mol ទឹក ត្រូវការ 1mol អុកស៊ីសែន

បើ 3mol ទឹក ត្រូវការ $\frac{3}{2} = 1.5mol$ អុកស៊ីសែន

ម៉ាសអុកស៊ីសែនចាំបាច់ $m_{O_2} = 1.5 \times 32 = 48g$

ដូច្នេះម៉ាសអុកស៊ីសែនចាំបាច់ : $m_{O_2} = 48g$

## ៦. គណនាកម្រិតសុទ្ធនិងទិន្នផលជាភាគរយ

ធាតុគីមីភាគច្រើន ដែលយើងប្រើប្រាស់កម្រមានសុទ្ធ 100 % ណាស់ ។ ភាពសុទ្ធរបស់ធាតុគីមីប្រែប្រួលដោយអាស្រ័យទៅនឹងវិធីធ្វើនិងវិធីបន្សុទ្ធវា ។ ពេលធ្វើពិសោធន៍មានបរិមាណធាតុគីមីតិចតួចតែងបាត់បង់ ដែលខ្លះជាចំហាយភាយទៅក្នុងខ្យល់ ឬខ្លះចេញពីស្ងួលុយស្យុងនិងមានអង្គធាតុប្រតិករខ្លះមិនចូលរួមប្រតិកម្ម ។ ជាលទ្ធផល បរិមាណនៃផលិតផលដែលទទួលបានតែងតែតិចជាងបរិមាណដែលគិតតាមទ្រឹស្តី ។ យើងកំណត់ហៅថា **ទិន្នផលជាភាគរយ** ។ ទិន្នផលនេះប្រែប្រួល ឬផ្លាស់ប្តូរដោយកត្តាផ្សេងៗដូចជា : សីតុណ្ហភាព សម្ពាធ កាតាលីករ កម្រិតសុទ្ធនៃសារធាតុ . . . ។

$$\text{ភាគរយកម្រិតសុទ្ធនៃសារធាតុ} = \frac{\text{ម៉ាសសារធាតុសុទ្ធដែលមាន}}{\text{ម៉ាសភាគសំណាក}} \times 100\ \%$$

$$\text{ទិន្នផល} = \frac{\text{ម៉ាសផលិតផលតាមពិសោធ}}{\text{ម៉ាសផលិតផលតាមទ្រឹស្តី}} \times 100\,\% \quad \text{ឬ} \quad Rd = \frac{m_{\text{ពិសោធន៍}}}{m_{\text{ទ្រឹស្តី}}} \times 100\%$$

***ឧទាហរណ៍ទី 1*** : ភាគសំណាកកាល់ស្យូមកាបូណាត $CaCO_3$ មួយមានផ្ទុកធាតុកាល់ស្យូមស៊ុលផាត ជាធាតុមិនសុទ្ធ ។ ពេលគេដាក់អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចចូលទៅក្នុងភាគសំណាកនេះ 6g នោះគេទទួលបានឧស្ម័ន $1200cm^3$ (នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់) ។ ចូរគណនា ភាគរយកម្រិតសុទ្ធរបស់ភាគសំណាកកាល់ស្យូមកាបូណាតខាងលើនេះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការគីមី : $\underset{1mol}{CaCO_3(s)} + \underset{2mol}{2HCl(aq)} \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + \underset{1mol}{CO_2(g)}$

ឧស្ម័នដែលទទួលបាន : ឧស្ម័ន $CO_2$

រកចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន : $n_{\text{ឧស្ម័ន}} = \dfrac{V_{\text{ឧស្ម័ន}}}{V_{\text{ម៉ូល}}} = \dfrac{1200}{24000} = 0.05mol$

តាមសមីការ : ចំនួនម៉ូលរបស់ $CaCO_3$ ស្មើនិងចំនួនម៉ូលរបស់ $CO_2$

ម៉ាស $CaCO_3$ សុទ្ធ $= 0.05 \times 100g = 5.0g$

ដូច្នេះភាគរយកម្រិតសុទ្ធរបស់កាល់ស្យូមកាបូណាតគឺ

$$\text{ភាគរយកម្រិតសុទ្ធ} = \frac{\text{ម៉ាសសារធាតុសុទ្ធដែលមាន}}{\text{ម៉ាសភាគសំណាក}} \times 100\%$$

$$= \frac{5.0}{6.0} \times 100\% = 83.3\%$$

***ឧទាហរណ៍ទី 2*** **:** គេដុតថ្មកំបោរ $CaCO_3$ 50g នៅទីពិសោធន៍ គេទទួលបានកាល់ស្យូមអុកស៊ីត CaO ចំនួន 21g ។ ចូរគណនាទិន្នផលជាភាគរយនៃប្រតិកម្មនេះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

សមីការតីមី : 1mol 1mol 1mol

$$40 + 12 + (3 \times 16) = 100 \quad 40 + 16 = 56 \quad 12 + (2 \times 16) = 44$$

តាមសមីការ :

1mol ឬ 100g $CaCO_3$ គេទទួលបាន 1mol ឬ 56g CaO

0.5mol ម៉ូល ឬ 50g $CaCO_3$ គេទទួលបាន 0.5mol ឬ 28g CaO

ម៉ាស CaO ទទួលបានតាមទ្រឹស្តី : 28g

ម៉ាស CaO ទទួលបានតាមពិសោធន៍ : 21g

$$\text{ទិន្នផល} = \frac{21}{28} \times 100 = 75\%$$

## 7. កំហាប់នៃសូលុយស្យុង

ប្រសិនបើសារធាតុមួយរលាយនៅក្នុងអង្គធាតុរាវ សារធាតុនោះហៅថា ធាតុរលាយ ហើយអង្គធាតុរាវនោះហៅថា ធាតុរំលាយ ចំណែកល្បាយដែលទទួលបានហៅថា សូលុយស្យុង ។

$$\underset{(g)}{\text{ធាតុរលាយ}} + \underset{(dm^3)}{\text{ធាតុរំលាយ}} \longrightarrow \underset{(g/dm^3)}{\text{សូលុយស្យុង}}$$

កំហាប់នៃសូលុយស្យុងប្រាប់ឱ្យយើងដឹងពីបរិមាណនៃធាតុរលាយដែលអាចរលាយក្នុង $1dm^3$ ឬ 1L នៃសូលុយស្យុង ។ តម្លៃនេះមានសារៈសំខាន់ណាស់ ដែលយើងចាំបាច់ត្រូវតែស្គាល់ ។ កំហាប់នៃសូលុយស្យុងអាចគិតជាក្រាមធាតុរលាយក្នុង $1dm^3(g/dm^3)$ ឬជាម៉ូលធាតុរលាយក្នុង $1dm^3(mol/dm^3)$ ។ ***ឧទាហរណ៍ :*** សូលុយស្យុង NaOH មានកំហាប់ $10g/dm^3$ មានន័យថាមាន NaOH 10g រលាយក្នុង $1dm^3$ សូលុយស្យុង ។ បើសូលុយស្យុង NaOH មានកំហាប់ $2mol/dm^3$ មានន័យថាមាន NaOH 2 ម៉ូលរលាយក្នុង $1dm^3$ សូលុយស្យុង ។

| | |
|---|---|
| កំហាប់ជាម៉ូល (mol/dm³) = $\dfrac{\text{ចំនួនម៉ូល}}{\text{មាឌរបស់សូលុយស្យុងជា } dm^3}$ | ឬ $C_{(mol/dm^3)} = \dfrac{n(mol)}{V(dm^3)}$ |

***ឧទាហរណ៍ទី 1*** : $50cm^3$ នៃសូលុយស្យុងមួយមាន 0.2mol រលាយ ។ ចូរគណនាកំហាប់សូលុយស្យុងនោះជា $mol/dm^3$ ?

$$\text{កំហាប់ជាម៉ូល} = \frac{0.2mol}{50cm^3 \times \frac{1dm^3}{1000cm^3}} = 4.0mol/dm^3$$

កំហាប់សូលុយស្យុងជា $g/dm^3$ អាចប្តូរមកជា $mol/dm^3$ បានដោយប្រើរូបមន្ត :

| |
|---|
| កំហាប់ជាម៉ូល = $\dfrac{\text{កំហាប់ជា } g/dm^3}{\text{ម៉ាសម៉ូលនៃធាតុរលាយ}}$ |

***ឧទាហរណ៍ទី 2*** : សូលុយស្យុងមួយមាន 4.9g នៃ $H_2SO_4$ ក្នុង $1dm^3$ ។ ចូរគណនាកំហាប់ជាម៉ូលរបស់សូលុយស្យុង $H_2SO_4$ នេះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ម៉ាសម៉ូលេគុលរបស់ $H_2SO_4 = 1 + 1 + 32 + (4 \times 16) = 98g/mol$

កំហាប់ជាម៉ូលនៃ $H_2SO_4 = \frac{4.9}{98} = 0.05mol/dm^3$

| |
|---|
| ចំនួនម៉ូល = មាឌសូលុយស្យុង × កំហាប់ជាម៉ូល |
| n(mol) V(dm³) $C_{(mol/dm^3)}$ |

***ឧទាហរណ៍ទី 3*** : គណនាចំនួនម៉ូលស្ករដែលមានក្នុង $500cm^3$ សូលុយស្យុងស្ករនៅកំហាប់ $3.0mol \cdot L^{-1}$ ?

✍ ដំណោះស្រាយ

$$\text{ចំនួនម៉ូលស្ករ} = \frac{500}{1000} \times 3.0 = 1.5mol$$

## 8. ពិសោធន៍ពីទំនាក់ទំនងបរិមាណនៅក្នុងប្រតិកម្មគីមី

### ក. វត្ថុបំណង

បញ្ជាក់ពីទំនាក់ទំនងនៃបរិមាណរវាងអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតនៅក្នុងប្រតិកម្មគីមី ។

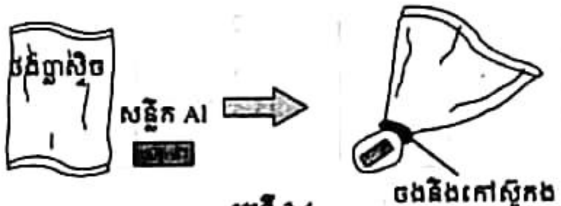
## ខ. សម្ភារពិសោធន៍

ឧបករណ៍ : ថង់ប្លាស្ទិចក្រាស់ ជញ្ជីង គំរបដបទឹកបរិសុទ្ធ ស៊ីឡាំងក្រិតចំណុះ 1000mL កៅស៊ូកងពាក់ដៃ ទុយោជ័រថ្លា (0.5m) តង្កៀបគាបនោអាវ កាធុនទឹក ។

ធាតុគីមី : សន្លឹក Al ទំហំ 3cm × 6cm ចំនួន 10 សន្លឹក និងសូលុយស្យុង HCl ដែលមានកំហាប់ 15 % ឬ សាប៊ូលាងបង្គន់ដែលមានផ្ទុក HCl ។

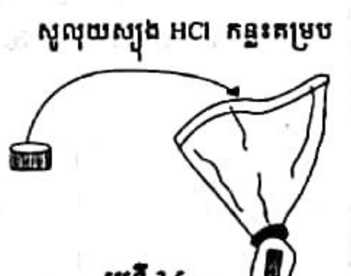
## ឃ. ដំណើរការពិសោធលទ្ធផលនិងសំណួរ

1. ស៊កថង់ប្លាស្ទិចមួយចូលទៅថង់ប្លាស្ទិចមួយទៀត ដើម្បីឱ្យបានពីរជាន់ ។
2. ដាក់សន្លឹក Al ដែលកាត់តាមខ្នាតកំណត់មួយសន្លឹកចូលទៅក្នុងថង់ប្លាស្ទិចពីរជាន់នោះ បន្ទាប់មកយកកៅស៊ូកងចងវាឱ្យតឹង(រូបទី 2.4) ។



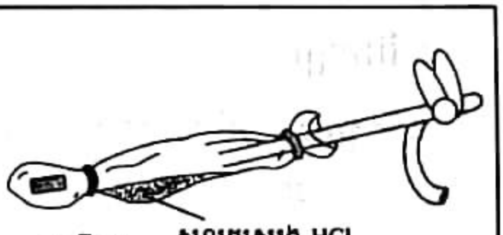
រូបទី 2.4

3. ដាក់សូលុយស្យុង HCl កន្លះគម្របដបទឹកសុទ្ធចូលថង់ប្លាស្ទិចនោះ(រូបទី 2.5) ។
4. ស៊កទុយោជ័រចូលក្នុងថង់ប្លាស្ទិច ហើយចងនឹងកៅស៊ូកងឱ្យជាប់ ។
5. ច្របាច់ខ្យល់ឱ្យអស់ពីថង់ប្លាស្ទិច រួចបត់ទុយោ ហើយយកតង្កៀបគាបនោអាវគាបឱ្យជាប់(រូបទី 2.6) ។



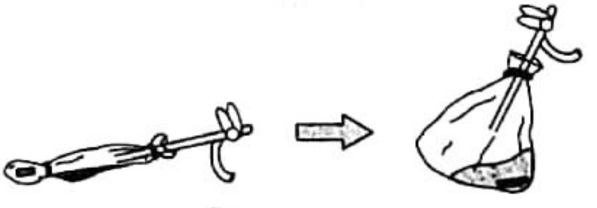
រូបទី 2.5

6. ស្រាយកៅស៊ូកងផ្នែកខាងក្រោមចេញ ដើម្បីឱ្យសូលុយស្យុងអាស៊ីត HCl ធ្លាក់ចុះទៅក្រោមមានប្រតិកម្មជាមួយបន្ទះ Al រហូតដល់សព្វ (រូបទី 2.7) ។ កត់ត្រាអ្វីដែលអ្នកសង្កេតឃើញទៅក្នុងតារាងទី 1 ។

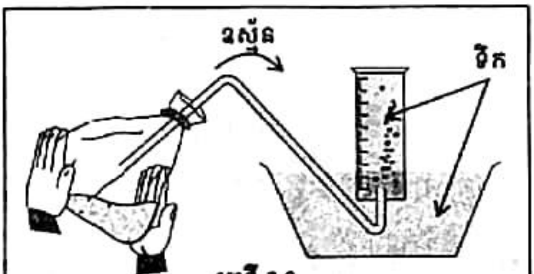


រូបទី 2.6

7. ដាក់ទឹកចូលក្នុងកែវក្រិតឱ្យពេញ រួចផ្កាប់ក្នុងជើងដែលមានដាក់ទឹកដើម្បី


រូបទី 2.7

ត្រងយកឧស្ម័ន ។ វាស់មាឌឧស្ម័នដែលកកើត ហើយកត់ត្រាវាក្នុងតារាងទី 1 ។ចូរមើល របៀបត្រងយកឧស្ម័នដូចក្នុងរូបខាងក្រោម



រូបទី 2.8

8. ធ្វើសាឡើងវិញដោយអនុវត្តតាមលំនាំពីលេខ (1) -(7) ដោយប្រើទិន្នន័យដែលឱ្យក្នុងតារាងខាងក្រោម ។

| សាកល្បងលើកទី | សន្លឹក Al ចំនួន | សូលុយស្យុងអាស៊ីត HCl (កន្លះគម្របដបទឹកបរិសុទ្ធ)ចំនួន |
|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 |

***សំគាល់*** : សូមចាក់សូលុយស្យុង HCl ម្ដងតែកន្លះគម្របបានហើយ ដើម្បីកុំឱ្យមានគ្រោះថ្នាក់ ។

## ង. លទ្ធផល

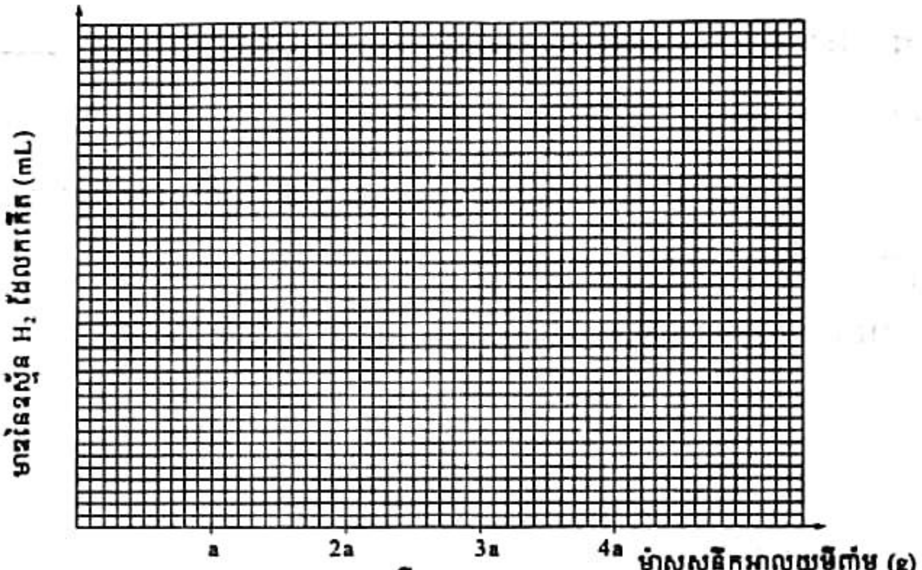
| សាកល្បងលើកទី | សន្លឹក Al ចំនួន | មាឌរបស់ឧស្ម័ន (mL) | ការសង្កេត |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | ..................... | ..................... |
| 2 | 2 | ..................... | ..................... |
| 3 | 3 | ..................... | ..................... |
| 4 | 4 | ..................... | ..................... |

## ច. ពិភាក្សា

1. ប្រសិនបើម៉ាសរបស់សន្លឹក Al មួយសន្លឹកស្មើនឹង a(g) តើម៉ាស Al ពីរសន្លឹក បីសន្លឹក និងបួនសន្លឹកស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

   1 សន្លឹក = a(g) ? , 2 សន្លឹក = ... ? 3 សន្លឹក = ... ? 4 សន្លឹក = ... ?

2. ចូរគូសក្រាបដែលបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងរវាងម៉ាសនៃសន្លឹក Al ដែលបានប្រើ និងមាឌនៃឧស្ម័ន $H_2$ ដែលកកើត ។




*រូបទី 2.9*

3. តើពិសោធន៍នេះ អាចបញ្ជាក់ថា មាឌរបស់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន $H_2$ ដែលកកើតសមាមាត្រទៅនិងម៉ាសរបស់ Al ដែលបានប្រើប្រាស់ដែរឬទេ ?

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

## មេរៀនសង្ខេប

- អ្នកគីមីកំណត់ចំនួននៃសារធាតុដោយប្រើឯកតា ម៉ូល (mol) ។
- 1mol អាតូមរបស់ធាតុគីមីមានម៉ាសស្មើនិងម៉ាសអាតូមធៀបគិតជាក្រាម ។ ម៉ាស 1mol អាតូមនេះហៅថា ម៉ាសម៉ូល ។
- 1mol ម៉ូលេគុលរបស់សារធាតុគីមីមានម៉ាសស្មើនិងម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបគិតជាក្រាម ។ ម៉ាស 1mol ម៉ូលេគុលនេះក៏ហៅថា ម៉ាសម៉ូលដែរ ។
- 1mol សារធាតុណាក៏ដោយមានចំនួនភាគល្អិតដូចគ្នា ។ ចំនួននេះហៅថា **ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ** តាងដោយ $\mathcal{N} = 6.02 \times 10^{23}$ ។
- 1mol របស់ឧស្ម័នណាក៏ដោយមានមាឌ $24000 cm^3$ នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ។ មាឌនេះហៅថា មាឌម៉ូល ។
- សូលុយស្យុងមានកំហាប់ $1 mol.L^{-1}$ ជាសូលុយស្យុងដែលក្នុងនោះមានសារធាតុរលាយ 1mol ក្នុងសូលុយស្យុងមួយលីត្រ ។
- កំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុង គឺជាចំនួនម៉ូលនៃសារធាតុដែលរលាយក្នុងមួយលីត្រសូលុយស្យុង ($mol/dm^3$) ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរឱ្យនិយមន័យម៉ូល ។
2. ក្នុង 1 ម៉ូលនៃភាគល្អិត តើមានភាគល្អិតចំនួនប៉ុន្មាន ? តើចំនួននេះគេហៅថាអ្វី ?
3. ដូចម្ដេចដែលហៅថា ម៉ាសម៉ូលរបស់ធាតុ ?
4. តើច្បាប់អាវ៉ូកាដ្រូចែងដូចម្ដេច ?
5. គណនាម៉ាសនៃធាតុគីមីខាងក្រោម :

   ក. 3mol អាតូមអេល្យូម

   ខ. 0.5mol អាតូមអាសូត

   គ. 4mol អាតូមផូស្វរ ។
6. តើមានប៉ុន្មានម៉ូលអាតូមដែលមានក្នុង :

   ក. 32g អាតូមអុកស៊ីសែន

   ខ. 8g អាតូមកាល់ស្យូម

   គ. 69g អាតូមសូដ្យូម
7. រកមាឌរបស់ឧស្ម័នខាងក្រោមនេះ (នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់) :

   ក. 0.2mol ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ($O_2$)

   ខ. 3mol នៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ($H_2$) ។
8. គេដាក់សូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ចូលក្នុងលុយស្យុងកាល់ស្យូមក្លរួដែលមានមាឌ $50cm^3$ នៅកំហាប់ $0.4mol/dm^3$ ។ គណនាម៉ាសកករប្រាក់ក្លរួដែលកកើត ។

   (Ag = 108 , Cl = 35.5) ចម្លើយ : 5.74g
9. គេដាក់ស័ង្កសី(Zn) 6.5g ឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយស្ពាន់ធ័រ (S) គេទទួលបានស័ង្កសីស៊ុលផួ(ZnS) ចំនួន 9g ។ គណនាទិន្នផលនៃប្រតិកម្មនេះ ។ ចម្លើយ : 92.78 %
10. សិស្សម្នាក់ធ្វើឱ្យកំពប់សូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច $100cm^3$ នៅកំហាប់ 2.0M លើកម្រាលឥដ្ឋបន្ទប់ពិសោធន៍ ។ តើគេត្រូវប្រើសូលុយស្យុងសូដ្យូមកាបូណាតអាស៊ីត($NaHCO_3$) ប៉ុន្មានក្រាម ដើម្បីបន្សាបអាស៊ីតនេះ ? (Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1) ចម្លើយ : 16.8g

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 1

**I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់**

1. ម៉ាសអាតូមធៀបរបស់អាសូតគឺ 14 ។ ម៉ាស 2mol របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអាសូតស្មើនឹង :

☐ ក. 56g ☐ ខ. 28g ☐ គ. 14g ☐ ឃ. 12g

2. ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត $Ca(OH)_2$ គឺ :

☐ ក. 40 ☐ ខ. 57 ☐ គ. 58 ☐ ឃ. 74

3. តើរូបមន្តគីមីរបស់សមាសធាតុដែកណាមួយដែលមិនត្រឹមត្រូវ ?

☐ ក. $Fe_2(SO_4)_3$ ☐ ខ. $Fe(NO_3)_3$ ☐ គ. $FeO_2$ ☐ ឃ. $FeCl_2$

4. តើគូធាតុណាមួយដែលចូលផ្សំជាមួយគ្នាតាមសមាមាត្រ 1 :1

☐ ក. កាល់ស្យូមនិងអុកស៊ីសែន ☐ ខ. លីចូមនិងស្ពាន់ធ័រ

☐ គ. ម៉ាញ៉េស្យូមនិងក្លរ ☐ ឃ. ប៉ូតាស្យូមនិងអុកស៊ីសែន

5. អុកស៊ីតរបស់កាបូនមាន 3, 6g កាបូននិង 4, 8g អុកស៊ីសែន ។ តើណាមួយជារូបមន្តម៉ូលេគុលវា ?

☐ ក. $CO$ ☐ ខ. $CO_2$ ☐ គ. $C_2O_3$ ☐ ឃ. $CO_3$

6. តើមានអុកស៊ីសែនប៉ុន្មាន mol ដែលត្រូវការចាំបាច់សម្រាប់ចំហេះជាមួយអ៊ីដ្រូសែន 2mol ?

☐ ក. 4mol ☐ ខ. 2mol ☐ គ. 1mol ☐ ឃ. 0.5mol

7. តើមានអាស៊ីតស៊ុលផួរិច $H_2SO_4$ ប៉ុន្មានម៉ូលដែលមានក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច $500cm^3$ នៅកំហាប់ $1.0mol/dm^3$

☐ ក. 0.5mol ☐ ខ. 1.0mol ☐ គ. 5.0mol ☐ ឃ. 500mol

8. តើមានអាលុយមីញ៉ូមប៉ុន្មានក្រាម ដែលមានក្នុង 204g អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីត $Al_2O_3$ ?

☐ ក. 27g ☐ ខ. 54g ☐ គ. 108g ☐ ឃ. 150g

9. $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

តាមសមីការខាងលើចំហេះសព្វនៃ 0.25mol មេតានផ្តល់មាឧឧស្ម័ន$CO_2$ ប៉ុន្មាននៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់គឺ

☐ ក. $6dm^3$ ☐ ខ. $12dm^3$ ☐ គ. $18dm^3$ ☐ ឃ. $72dm^3$

**II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ**

1. ម៉ាសអាតូមធៀប ($A_r$) នៃធាតុមួយគឺជាផលធៀប . . . . . . . . . របស់អាតូមនៃធាតុនោះជាមួយនិង . . . . . . . . . ម៉ាសអាតូមកាបូន 12 ។

2. សមីការមានលំនឹង កាលណាចំនួន . . . . . សរុបនៃអង្គធាតុប្រតិករស្មើនិងចំនួនអាតូមសរុបនៃអង្គធាតុ . . . . ។

3. ឧស្ម័នមេតាន 1mol មានម៉ូលេគុលមេតានចំនួន . . . . ។ ក្នុងលក្ខខណ្ឌដូចគ្នានៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធមេតាន 1L និងអ៊ីដ្រូសែន 1L មានចំនួន . . . . . ឬ . . . . . ស្មើគ្នា។ នៅសីតុណ្ហភាព 0°C និងសម្ពាធ 1atm មេតាន 1mol និង $O_2$ 1mol មានមាឌ . . . . . ដូចគ្នា ។

III. លំហាត់

1. រកមាឌឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ដែលកកើតនៅពេលដែលគេដុត 1.605g អាម៉ូញ៉ូមក្លរួ ។

សមីការតាងប្រតិកម្ម: $NH_4Cl(s) \longrightarrow NH_3(g) + HCl(g)$

(H = 1 ខ.អ N = 14 ខ.អ Cl = 35.5 ខ.អ 1mol ឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់មានមាឌ $24000cm^3$ ) ។ ចម្លើយ : $720cm^3$

2. គេដុតល្បាយទង់ដែង II អុកស៊ីតនិងកាបូន ។ គេទទួលបានទង់ដែងនិងឧស្ម័នម្យ៉ាងដែលអាចលម្អក់ទឹកកំបោរថ្លា ។

ក. តើឧស្ម័ននោះឈ្មោះអ្វី ? ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្ម ។

ខ. រកម៉ាសវត្ថុធាតុដើមនីមួយៗ ដែលត្រូវប្រើបើគេចង់បានទង់ដែង 12.7g ។

គ. រកមាឌឧស្ម័នដែលកកើតនៅលក្ខខណ្ឌស្តង់ដារ ។( Cu = 63.5 ខ.អ C = 12 ខ.អ O = 16 ខ.អ)

ចម្លើយ : ក. កាបូនឌីអុកស៊ីត ខ. $m_{CuO} = 15.9g$ $m_c = 1.2g$ គ. $V_{CO_2} = 2.240cm^3$

3. គេដុតកម្តៅបំបែកប្រាក់កាបូណាត $Ag_2CO_3$ គេបានសមីការ

$2Ag_2CO_3(s) \longrightarrow 4Ag(s) + 2CO_2(g) + O_2(g)$ ។

គណនា :

ក. ម៉ាសម៉ូលេគុលធៀបរបស់ប្រាក់កាបូណាត $Ag_2CO_3$ ។

ខ. បើគេដុតបំបែក 0.2mol ប្រាក់កាបូណាត តើគេទទួលបានប្រាក់ប៉ុន្មានក្រាម ?

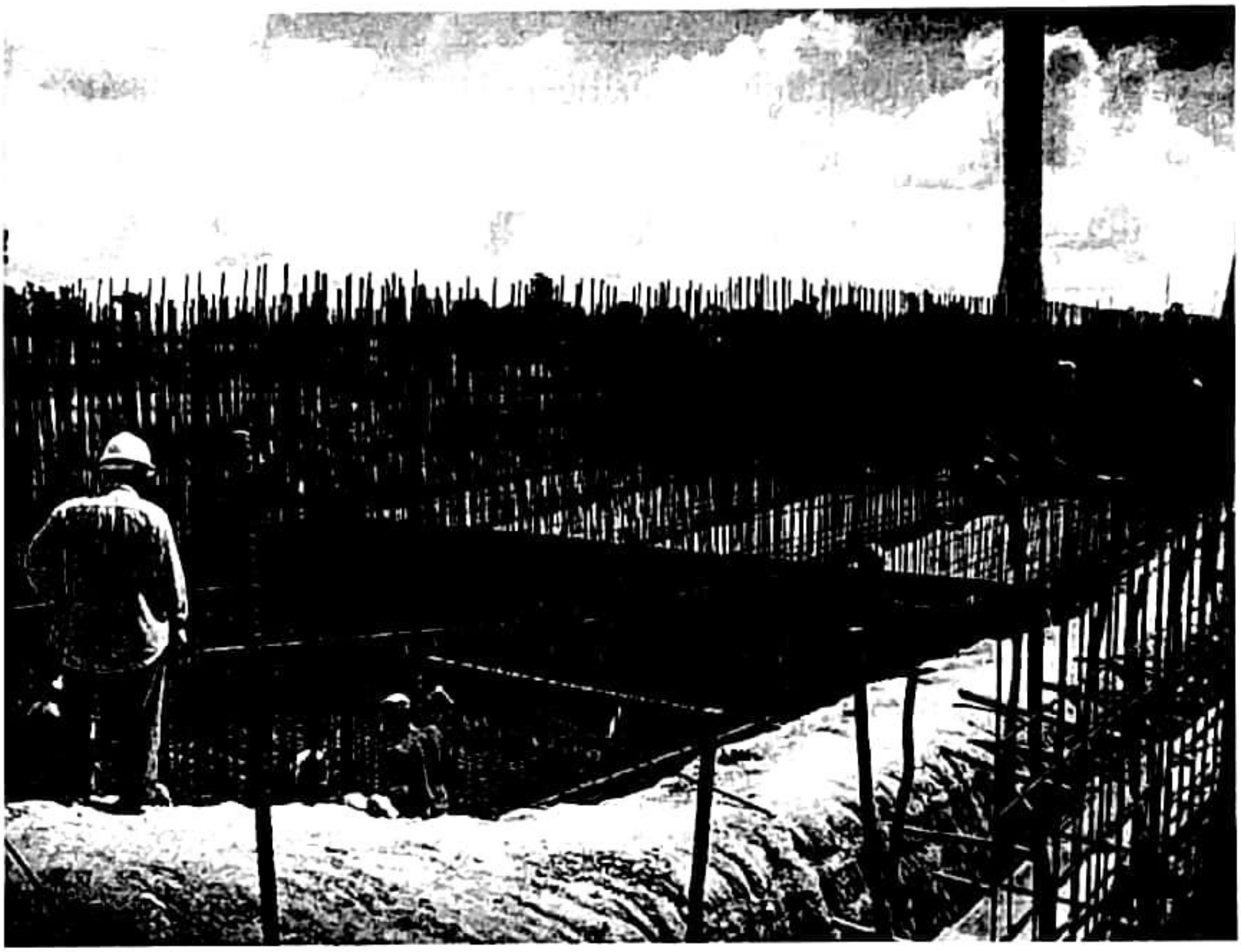
គ. រកមាឌអុកស៊ីសែនដែលកកើតពីប្រតិកម្មនៅលក្ខខណ្ឌបន្ទប់ ។

( C = 12 ខ.អ O = 16 ខ.អ Ag = 108 ខ.អ មាឌម៉ូលឧស្ម័ន $24000cm^3$ នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់)

ចម្លើយ : ក. 276 ខ. 43.2g គ. $2400cm^3$

ជំពូកទី 2

# លោហៈ



លោហៈ គឺជាវត្ថុធាតុដើមសំខាន់បំផុតដែលប្រើប្រាស់នៅក្នុងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ ។ យើងចម្អិនអាហារដោយឆ្នាំងឬខ្ទះ ធ្វើដំណើរដោយយានយន្តដែលធ្វើអំពីលោហៈ ។ម្យ៉ាងទៀតជញ្ជាំងបេតុងនៃអគារធំៗខ្ពស់ៗច្រើនជានិងជាប់មាំល្អក៏អាស្រ័យនឹងសរសៃលោហៈដែរ ។

រូបភាពខាងលើនេះបង្ហាញពីវត្ថុមួយចំនួនដែលធ្វើអំពីលោហៈ ។ តើលោហៈអ្វីខ្លះ ដែលគេប្រើក្នុងការផលិតវត្ថុទាំងនោះ ?

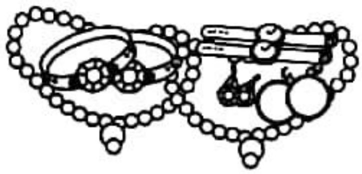
មេរៀនទី

# 1 លក្ខណៈលោហៈ

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ពណ៌នាអំពីលក្ខណៈរូបនិងលក្ខណៈគីមីរបស់លោហៈ ។
- ពន្យល់ពីសេរីសកម្មភាពគីមីនៃលោហៈ ។
- រៀបរាប់ពីប្រតិកម្មជំនួសរបស់លោហៈ ។
- រៀបរាប់ពីសមាសធាតុកាបូណាត ។
- ពណ៌នាពីការឡើងច្រែះនិងវិធីការពារ ។

ខ្សែក ខ្សែដៃ ចិញ្ចៀន... គេកម្រធ្វើវាអំពីមាសសុទ្ធណាស់ ព្រោះវាទន់និងងាយដាច់ ។ គេរំលាយលោហៈដទៃទៀតជាមួយមាសក្នុងបរិមាណកំណត់ដើម្បីឱ្យវារឹងមាំសម្រាប់ធ្វើគ្រឿងអលង្ការផ្សេងៗ ។



រូបទី 1.1 : គ្រឿងអលង្ការ

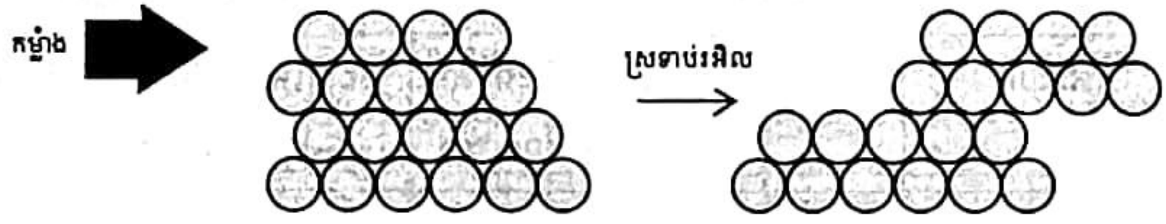
## 1. លក្ខណៈរូបនៃលោហៈ

### 1.1. លក្ខណៈរូបរួម

នៅក្នុងលោហៈ អាតូមទាំងឡាយផ្តុំគ្នាយ៉ាងណែននិងតម្រៀបគ្នាយ៉ាងទៀងទាត់ ។ ការផ្តុំគ្នាយ៉ាងណែនបែបនេះធ្វើឱ្យអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់ខាងក្រៅងាយដាច់ចេញពីអាតូមរបស់វា ។ លោហៈភាគច្រើនមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់ ព្រោះអាតូមវាផ្តុំគ្នាយ៉ាងណែន(រូបទី 1.2) ។

រូបទី 1.2 : តម្រៀបអាតូមក្នុងលោហៈ

លោហៈ អាចវៃឬហូតជាលួសបាន : មានន័យថាគេអាចពត់និងដំវាជាទម្រង់ផ្សេងៗឬអាចហូតជាសរសៃបាន ។ នេះដោយសារស្រទាប់របស់អាតូមនៅក្នុងលោហៈអាចរអិលលើគ្នាទៅវិញទៅមកបានដោយងាយ ។




*រូបទី13 : លោហៈសុទ្ធមានភាពទន់ព្រោះស្រទាប់អាតូមរបស់វាអាចរអិលលើគ្នាទៅវិញទៅមក*

- លោហៈ ចម្លងចរន្តអគ្គិសនីបានល្អ : គេប្រើវាធ្វើជាខ្សែចម្លងចរន្តនិងនៅក្នុងឧបករណ៍អគ្គិសនីដូចជា អំពូលអគ្គិសនី ទូរទស្សន៍ កង្ហារ ម៉ាស៊ីនគិតលេខ . . . ។ នេះបណ្តាលមកពីអេឡិចត្រុងសេរីរបស់វាអាចធ្វើចលនាតាមបណ្តាញក្រាមហើយនាំបន្ទុកអគ្គិសនីមកជាមួយនៅពេលដែលចរន្តឆ្លងកាត់ ។ ប្រាក់ (Ag) ជាធាតុចម្លងអគ្គិសនីបានល្អបំផុត ក្នុងចំណោមលោហៈទាំងអស់ ។ ឯលោហៈទង់ដែង (Cu) ជាធាតុចម្លងទីពីរបន្ទាប់ពីប្រាក់ ។ ប៉ុន្តែជាទូទៅគេប្រើទង់ដែងជាអង្គធាតុចម្លង ព្រោះវាមានតម្លៃថោកនិងសម្បូរនៅក្នុងធម្មជាតិ ។
- លោហៈមានចំណុចរំលាយនិងរំពុះខ្ពស់: នេះមកពីលោហៈត្រូវការថាមពលយ៉ាងច្រើនដើម្បីបំបែកសម្ព័ន្ធដ៏រឹងមាំរបស់វា ។ គេប្រើលោហៈតង់ស្តែនសម្រាប់ធ្វើសរសៃរេស៊ីស្តង់ក្នុងអំពូលអគ្គិសនី (វារលាយនៅសីតុណ្ហភាព 3410°C ) ។ លោហៈខ្លះទៀតដូចជា សូដ្យូមរលាយនៅសីតុណ្ហភាព 98°C បារត (Hg) រលាយនៅសីតុណ្ហភាព –39°C និងជាអង្គធាតុរាវនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ (20 – 25°C) ។ គ្រប់លោហៈទាំងអស់ចម្លងអគ្គិសនីនិងកម្តៅបានល្អ ។ លក្ខណៈទាំងនេះហើយដែលអាចឱ្យគេញែកសំគាល់ពីភាពខុសគ្នារវាងលោហៈនិងអលោហៈបាន ។

**តារាងទី 1.1 : តារាងសង្ខេបពីលក្ខណៈរូបរបស់លោហៈនិងអលោហៈ**

| លោហៈ | អលោហៈ |
|---|---|
| • ផ្លេកលោហៈ | • ស្រអាប់ |
| • ចម្លងអគ្គិសនីនិងកម្តៅបានល្អ | • ចម្លងអគ្គិសនីនិងកម្តៅអន់ |
| • ដង់ស៊ីតេធំ | • ដង់ស៊ីតេតូច |
| • ដែឬហូតជាលួសបាន | • ស្រួយនិងងាយបាក់បែក |
| • សីតុណ្ហភាពរលាយនិងរំពុះខ្ពស់ ។ | • សីតុណ្ហភាពរលាយនិងរំពុះទាប ។ |

តារាងទី 1.2 : លក្ខណៈរបស់លោហៈ (លោហៈទាំងអស់បង្កើតជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានជានិច្ច)

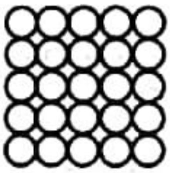
| លោហៈ | | ភាពរូប | សីតុណ្ហភាពរលាយ (°C) | សីតុណ្ហភាពរំពុះ (°C) | ដង់ស៊ីតេ (g/cm³) | កម្រិតចម្លងអគ្គិសនី | អ៊ីយ៉ុង |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| អាលុយមីញ៉ូម | Al | រឹង | 660 | 2470 | 2.7 | 0.38 | $Al^{3+}$ |
| កាល់ស្យូម | Ca | រឹង | 850 | 1487 | 1.5 | 0.22 | $Ca^{2+}$ |
| ទង់ដែង | Cu | រឹង | 1083 | 2595 | 8.9 | 0.59 | $Cu^{2+}$ |
| សំណ | Pb | រឹង | 327 | 1744 | 16.3 | 0.05 | $Pb^{2+}$ |
| ដែក | Fe | រឹង | 1535 | 3000 | 7.9 | 0.10 | $Fe^{2+}$ |
| ម៉ាញេស្យូម | Mg | រឹង | 650 | 1110 | 1.7 | 0.22 | $Mg^{2+}$ |
| បារត | Hg | រាវ | –39 | 357 | 13.6 | 0.01 | $Hg^{2+}$ |
| នីកែល | Ni | រឹង | 1453 | 2730 | 8.9 | 0.16 | $Ni^{2+}$ |
| ប្លាទីន | Pt | រឹង | 1769 | 4530 | 21.4 | 0.09 | $Pt^{2+}$ |
| ប៉ូតាស្យូម | K | រឹង | 64 | 774 | 0.86 | 0.14 | $K^{+}$ |
| ប្រាក់ | Ag | រឹង | 961 | 2210 | 10.5 | 0.62 | $Ag^{+}$ |
| សូដ្យូម | Na | រឹង | 98 | 890 | 0.97 | 0.22 | $Na^{+}$ |
| ស័ង្កសី | Zn | រឹង | 420 | 907 | 7.1 | 0.17 | $Zn^{2+}$ |

## 1.2. សំលោហៈ

សំលោហៈ គឺជាល្បាយនៃលោហៈពីរឬច្រើនផ្សំចូលគ្នា ។ តែក៏មានសំលោហៈខ្លះមានអលោហៈផងដែរ ។ សំលោហៈមានលក្ខណៈខុសពីអង្គធាតុបង្ករបស់វាទាំងសីតុណ្ហភាពរលាយ ទាំងរបឹង ។

***ឧទាហរណ៍ :*** សំណ (Pb) រលាយនៅសីតុណ្ហភាព 327°C ហើយសំណប៉ាហាំង (Sn) រលាយនៅសីតុណ្ហភាព 232°C ប៉ុន្តែសំលោហៈដែលមានភាគស្មើគ្នានៃសំណ (Pb) និងសំណប៉ាហាំង (Sn) ប្រើសម្រាប់ផ្សារស័ង្កសីរលាយនៅសីតុណ្ហភាព 210°C ។ បើគេបន្ថែមបេរីល្យូម (Be) 1 % ទៅលើទង់ដែង (Cu) គេបានសំលោហៈមួយប្រភេទដែលស្វិតជាងទង់ដែង7 ដង ។ សំលោហៈ (Cu + Au) រឹងជាងមាសសុទ្ធ គេប្រើវាសម្រាប់ធ្វើគ្រឿងអលង្ការ ។ ជាទូទៅបើគេបន្ថែមបរិមាណលោហៈដទៃទៀតទៅក្នុងលោហៈសុទ្ធមួយ នោះគេនឹងបានសំលោហៈមួយដែលមានលក្ខណៈរឹងមាំនិងស្វិតជាងមុន ។

លោហៈសុទ្ធមានលក្ខណៈទន់ ព្រោះស្រទាប់អាតូមរបស់វាអាចរអិលលើគ្នាយ៉ាងងាយ(រូបទី 1.4) ចំណែកឯសំលោហៈវិញ មានអាតូមនៃលោហៈផ្សេងគ្នា ដែលមានទំហំខុសគ្នាធ្វើឱ្យស្រទាប់អាតូមរបស់វាតម្រៀបគ្នាគ្មានសណ្ដាប់ធ្នាប់ជាហេតុធ្វើឱ្យវារឹងខ្លាំងហើយមិនអាចរអិលលើគ្នាបានងាយ(រូបទី1.5) ។



រូបទី1.4: ស្រទាប់អាតូមលោហៈសុទ្ធ

រូបទី1.5: ស្រទាប់អាតូមសំលោហៈ

តារាងទី 1.3 : សំលោហៈមួយចំនួននិងសមាសភាពរបស់វា

| សំលោហៈ | សមាសភាពផ្សំ | លក្ខណៈពិសេស | បម្រើបម្រាស់ |
|---|---|---|---|
| ទង់ដែងនីកែល Cupronikel | Cu 75 %<br>Ni 20 % | រឹងមានពណ៌ប្រាក់ | ធ្វើប្រាក់កាក់ |
| ដែកថែបក្រុមនីកែល Stainless steel (ដែកថែបមិនច្រែះ) (អ៊ីណុក) | Fe 70 %<br>Cr 20 %<br>Ni 10 % | មិនឡើងច្រែះ | ផ្នែកផ្សេងៗនៃរថយន្ត សំភារៈផ្ទះបាយ កាំបិត ស្លាបព្រា .. ។ |
| ស្ពាន់ Brass | Cu 70 %<br>Zn 30 % | រឹងជាងទង់ដែងសុទ្ធ មិនរងកំណូត | ឧបករណ៍តន្ត្រី |
| សំណផ្សារ Solder | Pb 70 %<br>Sn 30 % | មានចំណុចរលាយទាប | សម្រាប់ផ្សារឬផុងទឹក |
| លង្ហិនឬសំរិទ្ធ Bronze | Cu 90 %<br>Sn 10 % | រឹងជាងស្ពាន់ មិនរងកំណូត មានសម្លេងស្រួយ | រូបចម្លាក់ កណ្ដឹង គ្រឿងលំអ មេដាយ |

ក្នុងជីវភាពរស់នៅក៏ដូចជានៅក្នុងឧស្សាហកម្មដែរ គេស្ទើរតែមិនឃើញមានលោហៈសុទ្ធឡើយ ។ ម៉ាស៊ីន ប្រដាប់ប្រដាប្រើប្រាស់ សំភារៈផ្ទះបាយ រថយន្ត រថភ្លើង យន្តហោះសុទ្ធតែធ្វើពីសំលោហៈទាំងអស់ ព្រោះវាមានគុណភាពប្រសើរជាងលោហៈសុទ្ធ ។

## 2. លក្ខណៈគីមីនៃលោហៈ

### 2.1. អំពើទៅលើទឹក

លោហៈខ្លះគ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹកទេ ខ្លះទៀតមានប្រតិកម្មខ្សោយ ឯខ្លះទៀតមានប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លា ។

តារាងទី **1.4** : តារាងសង្ខេបប្រតិកម្មរបស់លោហៈមួយចំនួនទៅលើទឹក

| លោហៈ | ប្រតិកម្មជាមួយទឹក |
|---|---|
| ប៉ូតាស្យូម K | ជាមួយទឹកត្រជាក់ប៉ូតាស្យូមផ្ទុះនិងឆេះផ្តល់កម្តៅយ៉ាងខ្លាំង ឱ្យផលជាប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $2K(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq) + H_2(g)$ |
| សូដ្យូម Na | ប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លាក្នុងទឹកត្រជាក់ ពេលខ្លះមានបន្ទុះទៀតផង ហើយឱ្យផលជាសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$ |
| កាល់ស្យូម Ca | ប្រតិកម្មយ៉ាងរហ័សជាមួយទឹកឱ្យផលជាសូលុយស្យុងកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$ |
| ម៉ាញេស្យូម Mg | ស្ទើរតែគ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ។ ម៉ាញេស្យូមដុតឱ្យក្តៅមានប្រតិកម្មជាមួយចំហាយទឹកឱ្យផលជា ម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីតនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $Mg(s) + H_2O(g) \rightarrow MgO(s) + H_2(g)$ |
| ស័ង្កសី Zn | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ។ ស័ង្កសីដុតឱ្យក្តៅមានប្រតិកម្មជាមួយចំហាយទឹកឱ្យផលជាស័ង្កសីអុកស៊ីតនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន(ប្រតិកម្មនេះខ្សោយជាងប្រតិកម្មជាមួយ Mg ) ។<br>សមីការគីមី : $Zn(s) + H_2O(g) \rightarrow ZnO(s) + H_2(g)$ |
| ដែក Fe | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹកត្រជាក់ទេ ។ កំណាជាច្រែះយឺតៗនៅក្នុងខ្យល់ ។ដែកដុតឱ្យក្តៅមានប្រតិកម្មយឺតៗជាមួយចំហាយទឹកឱ្យផលជាអុកស៊ីតដែក(II) ដែក(III)និងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$ |
| សំណ Pb | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ។ |
| ទង់ដែង Cu | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ទោះក្នុងលក្ខខណ្ឌណាក៏ដោយ ។ |
| ប្រាក់ Ag | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ទោះក្នុងលក្ខខណ្ឌណាក៏ដោយ ។ |

## 2.2. ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច

លោហៈជាច្រើនមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ ឱ្យផលជាលោហៈក្លរួនិងបំភាយអ៊ីដ្រូសែន ។

តារាងទី 1.5 : តារាងសង្ខេបប្រតិកម្មរបស់លោហៈមួយចំនួនទៅលើអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច

| លោហៈ | ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច |
|---|---|
| ប៉ូតាស្យូម K | ផ្ទុះឱ្យផលជាសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមក្លរួនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនដែលភាយនេះ ឆេះក្នុងខ្យល់ ។<br>សមីការគីមី : $2K(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + H_2(g)$ |
| សូដ្យូម Na | ផ្ទុះឱ្យផលជាសូលុយស្យុងសូដ្យូមក្លរួនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនដែលភាយនេះ ឆេះក្នុងខ្យល់ ។<br>សមីការគីមី : $2Na(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2(g)$ |
| កាល់ស្យូម Ca | ប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងឱ្យផលជាកាល់ស្យូមក្លរួនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $Ca(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2(g)$ |
| ម៉ាញេស្យូម Mg | ប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងឱ្យផលជាម៉ាញេស្យូមក្លរួនិងបំភាយពពុះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនច្រើន ។<br>សមីការគីមី : $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2MgCl_2(aq) + H_2(g)$ |
| ស័ង្កសី Zn | ប្រតិកម្មលឿនមធ្យម(តែយឺតជាងម៉ាញេស្យូម)ឱ្យផលជាស័ង្កសីក្លរួនិងបំភាយពពុះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនច្រើន ។<br>សមីការគីមី : $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$ |
| ដែក Fe | ប្រតិកម្មយឺតៗឱ្យផលជាដែក(II)ក្លរួនិងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។<br>សមីការគីមី : $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$ |
| សំណ Pb | មានប្រតិកម្មយឺតបំផុត ។ |
| ទង់ដែង Cu | គ្មានប្រតិកម្ម ។ |
| ប្រាក់ Ag | គ្មានប្រតិកម្ម ។ |

## ៣. ស៊េរីសកម្មភាពឬប្រតិកម្មភាពគីមីនៃលោហៈ

លោហៈទាំងអស់មានប្រតិកម្មជាមួយទឹកឬអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចមិនដូចគ្នាទេ ។ លោហៈខ្លះមានប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លានិងរហ័សហើយខ្លះទៀតមានប្រតិកម្មយឺតឬក៏គ្មានប្រតិកម្មសោះ ។ គេរៀបចំលោហៈតាមលំដាប់សកម្មភាពគីមីរបស់វាដែលគេឱ្យឈ្មោះថា ស៊េរីសកម្មភាពឬស៊េរីប្រតិកម្មភាពគីមីនៃលោហៈ ។ ក្នុងស៊េរីនេះ គេរៀបចំធាតុដែលមានសកម្មភាពខ្លាំងជាងគេ នៅខាងលើឬខាងដើមគេ ហើយបន្តបន្ទាប់គ្នារហូតដល់ធាតុដែលខ្សោយជាងគេនៅខាងក្រោមឬនៅខាងចុងគេ ។

K Na Ca Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

លោហៈមានទំនោរបោះបង់អេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានហើយបង្កើតជាសមាសធាតុ ។ លោហៈនៅខាងដើមស៊េរីដូចជា (K, Na, Ca) មានប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លាជាមួយទឹកត្រជាក់ ។ គេរក្សា K និង Na នៅក្នុងប្រេងកាតដើម្បីបង្ការកុំឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយចំហាយទឹកនៅក្នុងបរិយាកាស ។

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

សូដ្យូម ទឹក សូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន

ធាតុដែលនៅក្រោយបន្តបន្ទាប់ មានសកម្មភាពគីមីថយចុះជាលំដាប់ ។ ម៉ាញេស្យូមមានប្រតិកម្មតែជាមួយចំហាយទឹក ឯលោហៈដែលនៅខាងក្រោយដែកគ្មានប្រតិកម្មជាមួយទឹកត្រជាក់ឬចំហាយទឹកឡើយ ។

$$Mg(s) + H_2O(g) \longrightarrow MgO(s) + H_2(g)$$

ម៉ាញេស្យូម ទឹក ម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន

ចំពោះអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចវិញ លោហៈដែលនៅខាងដើមស៊េរីមានប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លាឯលោហៈបន្តបន្ទាប់ទៀតមានប្រតិកម្មខ្សោយជាង ។ ចំណែកឯអាលុយមីញ៉ូមដែលនៅខាងមុខដែកនិងស័ង្កសីមានប្រតិកម្មយឺត (ព្រោះមានស្រទាប់អុកស៊ីតការពារផ្ទៃរបស់វា) ។

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$

ដែក អាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ដែក(II)ក្លរួ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន

ធាតុខាងក្រោយសំណគ្មានប្រតិកម្មជាមួយចំហាយទឹកឬអាស៊ីតរាវ ដើម្បីរំដោះអ៊ីដ្រូសែនបានឡើយ ។ លោហៈដែលនៅខាងក្រោយអ៊ីដ្រូសែនអាចមានប្រតិកម្មតែជាមួយអាស៊ីតខាប់ប៉ុណ្ណោះដូចជាអាស៊ីតនីទ្រិចឬអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ តែមិនទាន់បំភាយអ៊ីដ្រូសែនទេ ។

$$Cu(s) + 4HNO_3(l) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$$

***សំគាល់ :*** លោហៈសកម្មខ្លាំងនៅក្នុងស៊េរី មានប្រតិកម្មខ្លាំងក្លាជាមួយធាតុគីមីដទៃទៀត វាងាយបោះបង់អេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាននិងងាយរងកំណួត ។

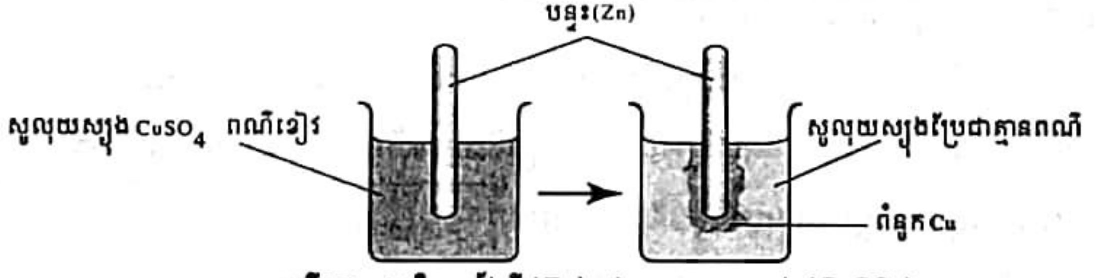
លោហៈខ្សោយនៅក្នុងស៊េរី មានប្រតិកម្មខ្សោយជាមួយធាតុគីមីដទៃទៀត វាមិនងាយបោះបង់អេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានទេនិងមិនងាយរងកំណួតឡើយ ។

លោហៈដែលឈរនៅពីក្រោយអ៊ីដ្រូសែនក្នុងស៊េរីគ្មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត រំដោះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនទេ ។ យើងប្រើស៊េរីសកម្មភាពនេះដើម្បីព្យាករប្រតិកម្មគីមី ។

# 4. ប្រតិកម្មជំនួសនៃលោហៈ

## 4.1. ប្រតិកម្មជំនួសលោហៈក្នុងសូលុយស្យុង

**ពិសោធន៍:** គេដាក់ស័ង្កសី (Zn) មួយបន្ទះទៅក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត ($CuSO_4$) ពណ៌ខៀវ(សូលុយស្យុងមានពណ៌ខៀវ ដោយសារវត្តមានអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ) ។




*រូបទី 1.7: ប្រតិកម្មស័ង្កសី (Zn) ជាមួយសូលុយស្យុង ($CuSO_4$)*

**សង្កេត :** ពីរឬបីនាទីក្រោយមក គេសង្កេតឃើញមានអង្គធាតុរឹងពណ៌ក្រហមត្នោតកកើតឡើងនៅលើផ្ទៃបន្ទះស័ង្កសី ហើយសូលុយស្យុងពណ៌ខៀវប្រែជាគ្មានពណ៌បន្តិចម្តងៗ ។

**បំណកស្រាយ :** អង្គធាតុរឹងពណ៌ក្រហមត្នោតកកើតឡើងនៅលើផ្ទៃបន្ទះស័ង្កសីគឺលោហៈទង់ដែង ។ ឯសូលុយស្យុងពណ៌ខៀវប្រែជាគ្មានពណ៌ ព្រោះអវត្តមានអ៊ីយ៉ុងទង់ដែង ($Cu^{2+}$) ។ គេថាស័ង្កសីបានជំនួសឬរំដោះទង់ដែងពីសូលុយស្យុងទង់ដែង(II) ស៊ុលផាត ($CuSO_4$) ។ ស័ង្កសីអាចជំនួសកន្លែងរបស់ទង់ដែងបាន ព្រោះវាមានសកម្មភាពគីមីខ្លាំងជាងទង់ដែង ។ ស័ង្កសីងាយបោះបង់អេឡិចត្រុងជាងទង់ដែង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន $Zn^{2+}$ ដោយសារអេឡិចត្រុងបានផ្ទេរពីអាតូម Zn ទៅអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។

សមីការប្រតិកម្ម : $Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

សមីការអ៊ីយ៉ុង : $Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$

***សន្និដ្ឋាន*** : ក្នុងស៊េរីសកម្មភាពនៃលោហៈ ស័ង្កសីដែលស្ថិតនៅខាងមុខទង់ដែងអាចរំដោះអ៊ីយ៉ុងទង់ដែងពីសូលុយស្យុងអំបិលវាបាន ។

" ជាទូទៅ លោហៈដែលនៅខាងមុខអាចជំនួសអ៊ីយ៉ុងលោហៈដែលនៅខាងក្រោយវាក្នុងស៊េរីសកម្មភាពពីសូលុយស្យុងអំបិលវាបាន " ។

ប្រតិកម្មជំនួសលោហៈ ពីសូលុយស្យុងអំបិលនេះត្រូវបានប្រើ ដើម្បីរកទីតាំងរបស់លោហៈនៅក្នុងស៊េរីសកម្មភាពនៃលោហៈបាន ។

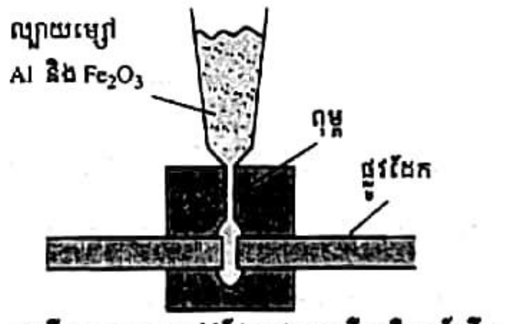
## 4.2. ប្រតិកម្មជំនួសលោហៈពីអុកស៊ីតលោហៈ

លោហៈមួយអាចទាញយកអុកស៊ីសែនពីអុកស៊ីតលោហៈ ដែលស្ថិតនៅក្រោយវាក្នុងស៊េរីសកម្មភាពបាន ។ ***ឧទាហរណ៍*** : គេដុតកម្ដៅល្បាយម្សៅម៉ាញេស្យូមនិងម្សៅទង់ដែងអុកស៊ីតជាមួយគ្នា នោះប្រតិកម្មនឹងកើតមានឡើងយ៉ាងរហ័សដោយបញ្ចេញកម្ដៅនិងពន្លឺ ។

សមីការប្រតិកម្ម : $Mg + CuO \xrightarrow{t^{\circ}} MgO + Cu$

ម៉ាញេស្យូមឱ្យអេឡិចត្រុងទៅអ៊ីយ៉ុងទង់ដែង($Cu^{2+}$) ក្នុងទង់ដែង(II)អុកស៊ីត(ម៉ាញេស្យូមងាយបោះបង់អេឡិចត្រុងជាងទង់ដែង) ។

ប្រតិកម្មនៃអាលុយមីញ៉ូម ដើម្បីធ្វើយោបកលោហៈដែលមានសកម្មភាពគីមីខ្សោយជាងអាលុយមីញ៉ូមពីអុកស៊ីតរបស់លោហៈ នោះឱ្យឈ្មោះថា "ប្រតិកម្មទែមីត" ឬ "អាលុយមីណូទែមី" ។




*រូបទី 1.8 : ផ្សារផ្លូវដែកដោយប្រើប្រតិកម្មទែមីត*

គេប្រើល្បាយម្សៅអាលុយមីញ៉ូមនិងដែក(III)អុកស៊ីត ដើម្បីផ្សារផ្លូវដែក ។ គេដាក់ល្បាយនេះទៅក្នុងពែងធន់កម្ដៅរួចដុតវាដោយធ្នូអគ្គិសនី ។ ដែកដែលកកើតស្ថិតក្នុងភាពរាវ ចំណែកអាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតក៏អណ្ដែតពីលើដែក ។ គេបង្ហូរដែករលាយនោះទៅបំពេញចន្លោះផ្លូវដែកទាំងពីរដែលត្រូវផ្សារ ។

សមីការប្រតិកម្ម : $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \longrightarrow 2Fe(l) + Al_2O_3(s)$ ។

### 4.3. ប្រតិកម្មនៃអុកស៊ីតលោហៈជាមួយអ៊ីដ្រូសែន

អ៊ីដ្រូសែនអាចចាប់យកអុកស៊ីសែនចេញពីអុកស៊ីតលោហៈឱ្យផលលោហៈនិងទឹក ។ ឧទាហរណ៍ គេឱ្យឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនឆ្លងកាត់សំណ (II) អុកស៊ីតកំពុងដុតកម្ដៅ គេទទួលបានលោហៈ សំណនិងទឹក ។

$$PbO(s) + H_2(g) \longrightarrow Pb(s) + H_2O(l)$$

សំណ (II) អុកស៊ីត   អ៊ីដ្រូសែន   សំណ   ទឹក

អ៊ីដ្រូសែនអាចមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីតលោហៈជាច្រើនទៀត ។ ប៉ុន្តែវាគ្មានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីតនៃលោហៈសកម្មខ្លាំងដូចជាសូដ្យូមនិងកាល់ស្យូមទេ ។

### 4.4. ប្រតិកម្មនៃអុកស៊ីតលោហៈជាមួយកាបូន

កាបូនអាចទាញយកអុកស៊ីសែនពីអុកស៊ីតលោហៈដែលមិនសូវសកម្មក្នុងស៊េរីសកម្មភាពបាន ។ ***ឧទាហរណ៍ :*** ទង់ដែង (II) អុកស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយកាបូន កាលណាគេកម្ដៅវាជាមួយគ្នា ។

$$2CuO(s) + C(s) \longrightarrow 2Cu(s) + CO_2(g)$$

កាបូនពិបាកទាញយកអុកស៊ីសែនពីអុកស៊ីតលោហៈដែលសកម្មខ្លាំង ។ ***ឧទាហរណ៍*** អុកស៊ីតដែកនិងកាបូនត្រូវការកម្ដៅខ្លាំងដើម្បីមានប្រតិកម្មជាមួយគ្នា ។ ប្រតិកម្មរវាងកាបូននិងអុកស៊ីតលោហៈមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងឧស្សាហកម្មយោបកលោហៈ ។

## 5. កាបូណាត

សមាសធាតុកាបូណាតភាគច្រើនបានបំបែកទៅជាអុកស៊ីតលោហៈនិងឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត កាលណាដុតកម្ដៅខ្លាំង ។ ***ឧទាហរណ៍*** គេដុតកម្ដៅទង់ដែង (II) កាបូណាត

ទង់ដែង (II) កាបូណាត $\xrightarrow{\text{កម្ដៅ}}$ ទង់ដែង (II) អុកស៊ីត + កាបូនឌីអុកស៊ីត

អង្គធាតុរឹងពណ៌ខៀវ   អង្គធាតុរឹងពណ៌ខ្មៅ   ឧស្ម័នគ្មានពណ៌

$$CuCO_3(s) \longrightarrow CuO(s) + CO_2(g)$$

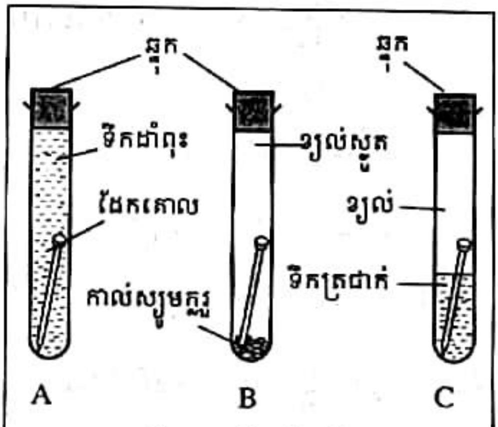
លោហៈកាបូណាតងាយបំបែកគឺអាស្រ័យនឹងទីតាំងរបស់វានៅក្នុងស៊េរីសកម្មភាព ។ លោហៈដែលមានសកម្មភាពខ្សោយនោះសមាសធាតុកាបូណាតរបស់វាមានស្ថេរភាពខ្សោយហើយកាបូណាតវាងាយបំបែកនៅពេលដុតកម្ដៅ ។ ចំណែកកាបូណាតរបស់លោហៈសកម្មខ្លាំងពិបាកបំបែក ។

***សំគាល់*** សូដ្យូមកាបូណាត $Na_2CO_3$ និងប៉ូតាស្យូមកាបូណាត $K_2CO_3$ មិនអាចបំបែកទេ នៅពេលដុតកម្ដៅ ។

# 6. ការឡើងច្រែះ

## 6.1. ច្រែះដែក

ពិសោធន៍ : ច្រែះដែក



*រូបទី 19 : កំណាច្រែះដែក*

ដាក់ដែកគោលទៅក្នុងបំពង់សាកបីផ្សេងគ្នា បំពង់សាក A ដាក់ទឹកក្តៅដាំពុះឱ្យពេញ(គ្មានខ្យល់ឬអុកស៊ីសែន) បំពង់សាកB ដាក់កាល់ស្យូមក្លរួដើម្បីជកយកសំណើម(ទឹក) ពីខ្យល់ ដើម្បីបានខ្យល់ស្ងួត ហើយបំពង់សាក C មានខ្យល់ និងទឹកត្រជាក់ ។ បន្ទាប់មករក្សាវាទុកក្នុងរយៈពេលពីរឬបីថ្ងៃដើម្បីពិនិត្យមើលកំណាច្រែះ ។

សង្កេត : ដែកគោលក្នុងបំពង់សាក A និង B មិនឡើងច្រែះទេ ។ ចំណែកឯដែកគោលក្នុងបំពង់សាក C ឡើងច្រែះ ។

***សន្និដ្ឋាន :*** កំណាច្រែះត្រូវការចាំបាច់នូវទឹកនិងអុកស៊ីសែន ។

វត្ថុប្រើប្រាស់ផ្សេងៗដែលធ្វើអំពីដែកនិងដែកថែបដូចជា រថយន្ត កប៉ាល់ ទ្វាររបង ស្ពាន.... មានកំណាច្រែះនៅពេលវាត្រូវទឹកនិងខ្យល់ ។

លោហៈជាច្រើនតែងរងកំណូតនៅក្នុងខ្យល់ ដូចជា អាលុយមីញ៉ូមមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែននៅក្នុងខ្យល់ដែរតែមិនដូចដែកទេ គឺវាបង្កើតជាស្រទាប់អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតស្តើងស្រោបលើផ្ទៃអាលុយមីញ៉ូមយ៉ាងជិត ការពារមិនឱ្យរងកំណូត(ប្រតិកម្ម)បន្តទៀត ។ ចំណែកដែកនិងដែកថែបមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងទឹកបង្កើតបានជាស្រទាប់ស្ពោតពណ៌ក្រហមត្នោតហៅថា "ច្រែះ" ។

$$\underset{\text{ដែក}}{4Fe(s)} + \underset{\text{អុកស៊ីសែន}}{3O_2(g)} + \underset{\text{ទឹក}}{2H_2O(l)} \longrightarrow \underset{\text{ដែក(III) អុកស៊ីតអ៊ីដ្រាតេ}}{2Fe_2O_3 \cdot H_2O(s)}$$

ស្រទាប់ច្រែះនេះអាចឱ្យខ្យល់សើមឆ្លងកាត់បានដែលនាំឱ្យមានកំណាច្រែះលើសាច់លោហៈដែលនៅខាងក្នុងជាបន្តទៀត ។ អាតូមដែករងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអ៊ីយ៉ុង $Fe^{3+}$ ដោយបាត់បង់3អេឡិចត្រុង: $Fe(s) \rightarrow Fe^{3+}(s) + 3e^-$ (អុកស៊ីតកម្ម) ។ អាតូមអុកស៊ីសែនចំណេញ2អេឡិចត្រុងបង្កើតជាអ៊ីយ៉ុងអុកស៊ីត($O^{2-}$) : $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$ (រេដុកម្ម) ។

ដូច្នេះការឡើងច្រែះដោយឯកឯងគឺ ជាប្រតិកម្ម រេដុកម្ម(ឬប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម) ។

## ៤.2. របៀបការពារមិនឱ្យមានកំណច្រែះ

រៀងរាល់ឆ្នាំ ពិភពលោកបានខាតបង់ប្រាក់អស់យ៉ាងច្រើនលានដុល្លារដោយសារកំណច្រែះ ។ ការកាត់បន្ថយឬបញ្ឈប់កំណច្រែះមានសារៈសំខាន់ណាស់ ។ មានវិធីពីរយ៉ាងដែលគេនិយមប្រើសម្រាប់ការពារលោហៈប្រឆាំងនឹងកំណច្រែះ ។

### ក. វិធីស្រោបដោយសារធាតុ

វិធីទូទៅមួយដើម្បីការពារកំណច្រែះគឺការស្រោបលោហៈដោយស្រទាប់សារធាតុមួយដែលអាចការពារលោហៈមិនឱ្យប៉ះផ្ទាល់ជាមួយខ្យល់និងទឹក ។ សារធាតុនេះមាន ថ្នាំលាប ប្រេង ខ្លាញ់ ឬលោហៈ ដទៃទៀត ។

- ការលាបថ្នាំពណ៌ : ទ្វារ របង បង្កាន់ដៃ . . . ដែលធ្វើអំពីដែកឬដែកថែប ត្រូវលាបថ្នាំពណ៌ដែលផ្ទុកធាតុសំណឬស័ង្កសីដែលមានលក្ខណៈពិសេសក្នុងការការពារមិនឱ្យមានកំណច្រែះ ។
- ការលាបខ្លាញ់លើឧបករណ៍និងគ្រឿងម៉ាស៊ីនផ្សេងៗ ។
- ការស្រោបដោយប្លាស្ទិច : គេស្រោបប្លាស្ទិចលើដែកនិងដែកថែបដូចជា កន្ត្រកកង់ កញ្រ្ចែងដាក់ចាន . . . ។
- ការស្រោបដោយសំណប៉ាហាំង : គេស្រោបកំប៉ុងម្ហូបអាហារធ្វើអំពីដែកថែបដោយសំណប៉ាហាំង ព្រោះវាជាលោហៈ គ្មានប្រតិកម្មហើយមិនពុល ។
- ការស្រោបដោយក្រូម : ដែកថែបស្រោបដោយក្រូមបង្កើតជាស្រទាប់ការពារយ៉ាងភ្លឺ ។ ឧទាហរណ៍ ខ្នងកង់ ដែកកង់ កាងរថយន្ត . . . ។

### ខ. វិធីកាល់វ៉ានិច

កាល់វ៉ានិច ជាវិធីស្រោបលោហៈដែកនិងដែកថែបដោយស្រទាប់លោហៈស័ង្កសី ។ លោហៈស័ង្កសីសកម្មជាងដែកហើយងាយរងកំណឿតជាងដែក គេប្រើស័ង្កសីនៅក្នុងលំនាំនេះព្រោះ

- ស័ង្កសីថោក
- រងកំណឿតយឺតបំផុត ដូច្នេះវាធន់បានយូរ
- មានចំណុចរលាយទាបដែលងាយរំលាយ ដើម្បីស្រោបឬបាញ់ទៅលើវត្ថុដែលធ្វើអំពីដែកនិងដែកថែប ឬងាយជ្រលក់វត្ថុទាំងនោះទៅក្នុងអាងសង្កសីរលាយ ។

## មេរៀនសង្ខេប

- លក្ខណៈរូបរបស់លោហៈគឺចម្លងអគ្គិសនីនិងកម្ដៅបានល្អហើយអាចវៃឬហូតជាលួសបាន មានសីតុណ្ហភាពរលាយនិងរំពុះខ្ពស់ ដង់ស៊ីតេធំនិងផ្លេកលោហៈ ។
- សំលោហៈជាល្បាយនៃលោហៈ ពីរឬច្រើនចូលផ្សំគ្នា (ជួនកាលមានអលោហៈចូលផ្សំដែរ) ។ សំលោហៈមានលក្ខណៈរឹងជាងលោហៈសុទ្ធឬធាតុបង្កវា ។
- លោហៈសកម្ម + ទឹក → អ៊ីដ្រុកស៊ីតលោហៈ + អ៊ីដ្រូសែន
- លោហៈខ្សោយ + ចំហាយទឹក → អុកស៊ីតលោហៈ + អ៊ីដ្រូសែន
- លោហៈសកម្មជាង $H_2$ + អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ → លោហៈក្លរួ + អ៊ីដ្រូសែន
- ស៊េរីសកម្មភាព ឬស៊េរីប្រតិកម្មភាពគីមីនៃលោហៈ

K Na Ca Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au ។

⟵⟶

សកម្មភាពកាន់តែខ្លាំង សកម្មភាពកាន់តែខ្សោយ

- ដែកនិងដែកថែបកំណៃច្រែះក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដែលមានខ្យល់និងទឹក ។
- កំណៃច្រែះអាចការពារបានដោយស្រោបវត្ថុទាំងនោះដោយស្រទាប់សារធាតុដូចជា លាបថ្នាំ ប្រេងឬខ្លាញ់ ស្រោបប្លាស្ទិច ស្រោបលោហៈដទៃទៀត ។
- ការស្រោបលោហៈ ដែលមានសកម្មភាពខ្លាំងជាងដែកហៅថា វិធីកាល់វ៉ានិច ។
- លោហៈភាគច្រើន + អុកស៊ីសែន → អុកស៊ីតលោហៈ

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរពណ៌នាលក្ខណៈរូបរបស់លោហៈ ។
2. ចូរពណ៌នាលក្ខណៈរូបខុសគ្នាចីរវាងលោហៈនិងអលោហៈ ។
3. ហេតុអ្វីបានជាលោហៈអាចវៃឬហូតជាលួសបាន ?
4. ដូចម្ដេចហៅថាសំលោហៈ ?
5. តើសំលោហៈស្ពាន់និងដែកថែបមិនច្រែះផ្សំពីលោហៈអ្វីខ្លះ? ហើយមានភាគរយស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?
6. ហេតុអ្វីបានជាសំលោហៈរឹងជាងលោហៈសុទ្ធដែលបង្កវា ?
7. តើលោហៈណាមួយដែលសកម្មខ្លាំងហើយគេរក្សាវានៅក្នុងប្រេង ?
8. អាលុយមីញ៉ូមស្ថិតនៅខាងលើឬខាងដើមនៃស៊េរីសកម្មភាព ប៉ុន្តែវាធន់នឹងកំណួត ។ ចូរពន្យល់ ។

9. តើឧស្ម័នអ្វីដែលតែងតែកកើត នៅពេលគេដាក់លោហៈសកម្មឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយទឹក ?

10. ចូររៀបធាតុខាងក្រោមនេះឱ្យបានត្រឹមត្រូវតាមលំដាប់ស៊េរីសកម្មភាពគីមីដែលចាប់ផ្តើមពីធាតុសកម្មទៅ Pb Cu Zn Fe Al ។

11. តើកំណួតលោហៈដែកមានឈ្មោះអ្វី ? តើវាជាប្រភេទប្រតិកម្មគីមីអ្វី ?

12. តើយើងត្រូវធ្វើដូចម្តេច ដើម្បីការពារការឡើងច្រែះដែក ?

13. ហេតុអ្វីបានជាអាលុយមីញ៉ូមមិនរងកំណួតបន្តទៀត ?

14. ចូររៀបចំសមាសធាតុកាបូណាតខាងក្រោមនេះតាមលំដាប់ពីងាយបំបែកទៅ : ទង់ដែងកាបូណាត កាល់ស្យូមកាបូណាត សំណកាបូណាត និងម៉ាញេស្យូមកាបូណាត ។

15. គេចាក់សូលុយស្យុងអាស៊ីត HCl ទៅលើកម្ទេចដែកឆាប 5.6g ។ គេឃើញមានភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។

ក. សរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មគីមីនិងថ្លឹងសមីការ ។

ខ. រកមាឌអ៊ីដ្រូសែនដែលភាយពីប្រតិកម្មនៅលក្ខខណ្ឌបន្ទប់ ។

គ. រកម៉ាសអំបិលដែលកកើត ។

($A_r$ : H = 1 , Cl = 35.5 , Fe = 56 និងមាឌឧស្ម័ន 1mol នៅលក្ខខណ្ឌបន្ទប់ $24,000cm^3$ ) ។

ចម្លើយ : ក. $Fe(s) + 2HCl_{(aq)} \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$ , ខ. $2400cm^3$ , គ. 12.7g

16. នៅក្នុងការពិសោធ គេដាក់ទង់ដែង 0.2mol រំលាយក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតនីទ្រិច ដែលមានបរិមាណលើស ។

គេឱ្យសមីការប្រតិកម្ម : $Cu(s) + 4HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2NO_2(g) + 2H_2O(l)$

ក. គណនាមាឌឧស្ម័នដែលទទួលបាននៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ។

ខ. រកម៉ាសទង់ដែង (II) នីត្រាតដែលទទួលបានពីប្រតិកម្មខាងលើ ។

គ. ម៉ាសទង់ដែង (II) នីត្រាតដែលទទួលបានជាក់ស្តែងស្មើនឹង 22.7g ។ គណនាទិន្នផលនៃផលិតផលនេះ ។

( $A_r$ : H = 1, N = 14, O = 16, Cu = 64 មាឌម៉ូលឧស្ម័នV= 24L ) ។

ចម្លើយ : ក. 9.6L , ខ. 37.6g , គ. 60.37 %

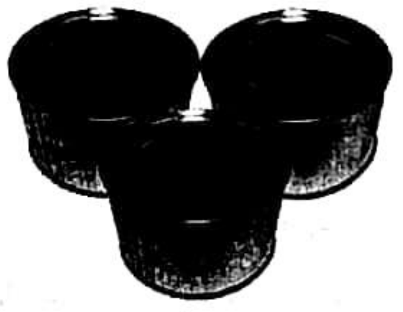
# 2 យោបកលោហៈ

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ពន្យល់ពីវិធីធ្វើយោបកលោហៈ ។
- បង្ហាញពីសារប្រយោជន៍នៃការកែច្នៃលោហៈ ។
- ពណ៌នាពីបម្រើបម្រាស់លោហៈក្នុងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ ។

រ៉ែលោហៈទាំងឡាយមិនអាចកើតឡើងវិញបានទេ ។ ដូចនេះយើងត្រូវថែរក្សាវានិងកែច្នៃវត្ថុធ្វើពីលោហៈឡើងវិញតាមដែលអាចធ្វើបាន ។

លោហៈភាគច្រើនមាននៅក្នុងដីសណ្ឋានជាសមាសធាតុ ។ សមាសធាតុដែលកើតមាននៅក្នុងធម្មជាតិនេះហៅថា **ខនិជ** ។ អាលុយមីញ៉ូមមាននៅក្នុងរ៉ែបុកស៊ីត (អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីត) ។ លោហៈដែលមាននៅក្នុងខនិជកម្រមានសុទ្ធណាស់ ភាគច្រើនស្ថិតនៅជាល្បាយជាមួយសិលាដែលហៅថា **រ៉ែ** ។ ***ឧទាហរណ៍*** ដែកបានពីរ៉ែដែកដែលផ្ទុកអេម៉ាទីតនិងដែកអុកស៊ីត ។



*រូបទី 2.1 : កំប៉ុងធ្វើពីលោហៈ*

## 1. យោបកលោហៈ

### 1.1. ការទទួលលោហៈពីរ៉ែ

លោហៈភាគច្រើនមាននៅក្នុងដីលាយជាមួយអលោហៈដូចជា អុកស៊ីសែន ស្ពាន់ធ័រ ឬកាបូន ។ សមាសធាតុនេះហៅថា រ៉ែ ដែលជាអុកស៊ីត (មានអុកស៊ីសែន) ស៊ុលផួ(មានស្ពាន់ធ័រ) ឬកាបូណាត (មានកាបូននិងអុកស៊ីសែន) ។ ស្ថិរភាពរបស់រ៉ែលោហៈខ្លាំងឬខ្សោយ អាស្រ័យលើទីតាំងរបស់វាក្នុងស៊េរីសកម្មភាព ។ យើងពិបាកធ្វើយោបកលោហៈស្មុគស្មាញជាង យោបកលោហៈទង់ដែងពីរ៉ែរបស់វា ។ ពេលធ្វើយោបកលោហៈពីរ៉ែ លោហៈទទួលរងរេដុកម្ម ព្រោះវាទទួលអេឡិចត្រុង ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$$Na^{+} + e^{-} \rightarrow Na$$

$$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$$

លោហៈដែលឋិតនៅខាងដើមស៊េរីសកម្មភាពពិបាកទទួលរងរេដុកម្មពីរ៉ែរបស់វាដូច្នេះ គេទាញយកវាដោយធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ ។ ចំណែកលោហៈដែលឋិតនៅកណ្ដាលស៊េរី ដូចជា ដែកអាចទាញ

យកវាដោយដុតកម្តៅល្បាយរ៉ែជាមួយធ្យូងកូកនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ។ ឯលោហៈដែលឋិតនៅផ្នែកខាងចុងស៊េរី ដូចជា បារតអាចធ្វើយោបកពីរ៉ែរបស់វាបានដោយវិធីលីង ។

**តារាងទី 21 : យោបកលោហៈមួយចំនួន**

| លោហៈ | ឈ្មោះរ៉ែ | រូបមន្ត | វិធីធ្វើយោបក |
|---|---|---|---|
| ប៉ូតាស្យូម | កាណាលីត | $KMgCl_3$ | អគ្គិសនីវិភាគ |
| សូដ្យូម | អំបិលសម្ល | $NaCl$ | |
| កាល់ស្យូម | ថ្មកំបោរ | $CaCO_3$ | |
| ម៉ាញេស្យូម | ដូឡូមីត | $CaMg(CO_3)_2$ | |
| អាលុយមីញ៉ូម | បុកស៊ីត | $Al_2O_3$ | |
| ស័ង្កសី | ស្វាលេរីត | $ZnS$ | ដុតជាមួយកាបូន (ធ្យូងកូក) នៅក្នុងឡ |
| ដែក | អេម៉ាទីត | $Fe_2O_3$ | |
| សំណប៉ាហាំង | ទីនស្តូន | $SnO_2$ | |
| សំណ | កាលេណា | $PbS$ | |
| ទង់ដែង | ទង់ដែងពីរីត | $CuFeS_2$ | លីងរ៉ែដោយផ្ទាល់ |
| បារត | ស៊ីនណាបា | $HgS$ | |

គេទទួលបានលោហៈសុទ្ធពីខនិជដោយប្រតិកម្មគីមី ។ វិធីនេះអាស្រ័យទៅលើទីតាំងរបស់លោហៈក្នុងស៊េរីសកម្មភាពដូចក្នុងរូបខាងក្រោម :

សកម្មភាពគីមីលោហៈកើនឡើង

K, Na, Ca, Mg, Al } **លោហៈសកម្មខ្លាំង**
សមាសធាតុនៃលោហៈទាំងនេះមានសម្ព័ន្ធជាប់មាំ ។
គេប្រើវិធីអគ្គិសនីវិភាគដើម្បីទាញយកលោហៈចេញពីសមាសធាតុវា ។

**លោហៈមិនសូវសកម្ម**
Zn, Fe, Sn } សមាសធាតុនៃលោហៈទាំងនេះ ជាអុកស៊ីតឬស៊ុលផួ
ស៊ុលផួនេះក្នុងខ្យល់ឱ្យអុកស៊ីតហើយអុកស៊ីតនេះជាមួយកាបូនឱ្យជាលោហៈ ។

Cu, Ag } លោហាអសកម្ម

Au } មាសមិនចូលផ្សំជាមួយសមាសធាតុនៅក្នុងដីដូចលោហៈដទៃទេ ។

*រូបទី 2.2 : វិធីយោបកលោហៈ*

មានលោហៈពីរឬបី ប្រភេទដែលមាននៅក្នុងដីជាធាតុសុទ្ធតែម្ដង ។ វាជាលោហៈដែលនៅខាងចុងនៃស៊េរីសកម្មភាព ។ ***ឧទាហរណ៍*** មាសវាមាននៅក្នុងធម្មជាតិក្នុងភាពជាអង្គធាតុទោល លោហៈដែលឋិតនៅផ្នែកកណ្ដាលនៃស៊េរីមាននៅក្នុងធម្មជាតិជាសណ្ឋានអុកស៊ីតឬ ស៊ុលផួ ។ រ៉ែស៊ុលផួនេះក្នុងខ្យល់ក្លាយជាអុកស៊ីតលោហៈ ហើយគេទទួលបានលោហៈដោយដុតអុកស៊ីតនេះជាមួយកាបូន ។ ***ឧទាហរណ៍*** យោបកលោហៈស័ង្កសីមានលំនាំដូចសមីការសង្ខេបខាងក្រោម :

- ស័ង្កសីស៊ុលផួដុតក្នុងខ្យល់

$$2ZnS(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$$

ស័ង្កសីស៊ុលផួ អុកស៊ីសែន ស័ង្កសីអុកស៊ីត ស្ពាន់ធ័រអុកស៊ីត

- ស័ង្កសីអុកស៊ីតដុតជាមួយកាបូន

$$ZnO(s) + C(s) \longrightarrow Zn(s) + CO(g)$$

ស័ង្កសីអុកស៊ីត កាបូន ស័ង្កសី កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត

ក្នុងប្រតិកម្មទី 2 ស័ង្កសីអុកស៊ីតទទួលរងរេដុកម្ម ព្រោះវាបាត់អុកស៊ីសែនឯកាបូនជារេដុករ ព្រោះវាបានចាប់យកអុកស៊ីសែនពីស័ង្កសីអុកស៊ីត ។

មានលោហៈខ្លះដូចជា ដែក (Fe) មាននៅក្នុងដីជាសណ្ឋានអុកស៊ីត ។ គេដុតអុកស៊ីតលោហៈជាមួយកាបូនដើម្បីធ្វើយោបកលោហៈ ។ គេប្រើកាបូនដើម្បីរំដោះលោហៈពីអុកស៊ីតវា ព្រោះកាបូនមានតម្លៃថោក ។ កាបូនដែលប្រើនេះហៅថា ធ្យូងកូក ដែលបានពីធ្យូងថ្ម ។ លោហៈសកម្មត្រូវធ្វើយោបកបំបែកពីសមាសធាតុវាដោយចរន្តអគ្គិសនីហៅថា **អគ្គិសនីវិភាគ** ។

***ឧទាហរណ៍ :*** អាលុយមីញ៉ូមជាលោហៈ សកម្មដែលត្រូវធ្វើយោបកដោយអគ្គិសនីវិភាគ ($Al_2O_3$) ។

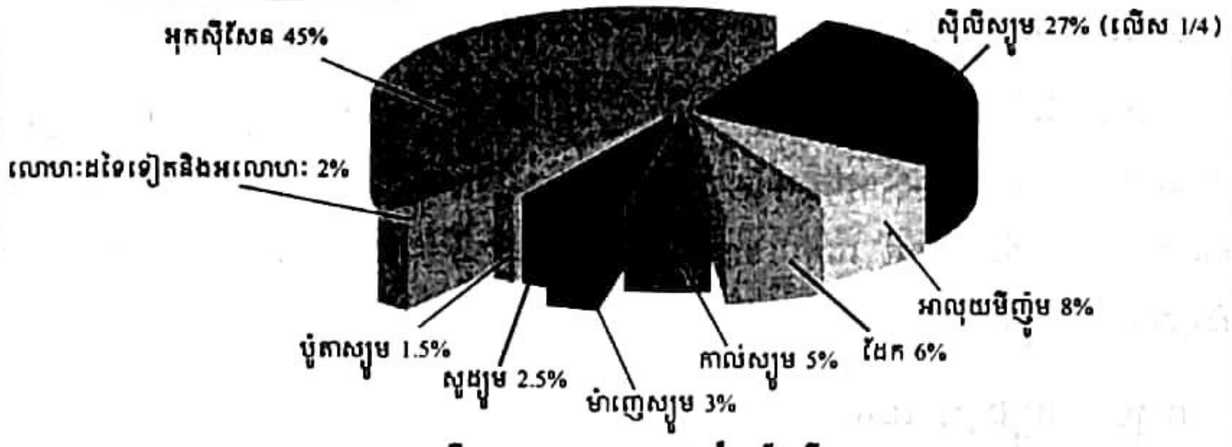
សមីការប្រតិកម្ម : $2Al_2O_3 \longrightarrow 4Al + 3O_2$

ការធ្វើយោបកលោហៈដែលមានបរិមាណច្រើន ដោយវិធីអគ្គិសនីវិភាគចំណាយអស់ថវិកាច្រើន ។ ហេតុនេះហើយ បានជាអាលុយមីញ៉ូមមានតម្លៃថ្លៃជាងដែកដល់ទៅ6ដង ។

លោហៈខ្លះដែលស្ថិតនៅខាងចុងស៊េរីសកម្មភាពមាននៅក្នុងដីជាសមាសធាតុ ប៉ុន្តែមិនតម្រូវឱ្យដុតជាមួយធ្យូងកូតដើម្បីធ្វើយោបកលោហៈទាំងនោះឡើយ ។ គេទទួលលោហៈបានដោយងាយ ដោយគ្រាន់តែលីងសមាសធាតុវាផ្ទាល់តែម្ដង ។ ***ឧទាហរណ៍ :*** ទង់ដែងនិងប្រាក់ ។

## 1.2. យោបកលោហៈដែក

ដែកជាធាតុបង្កសំខាន់នៃសំបកផែនដី (6%) បន្ទាប់ពីអាលុយមីញ៉ូម ។ សមាសភាពនៃសំបកផែនដីមាន :

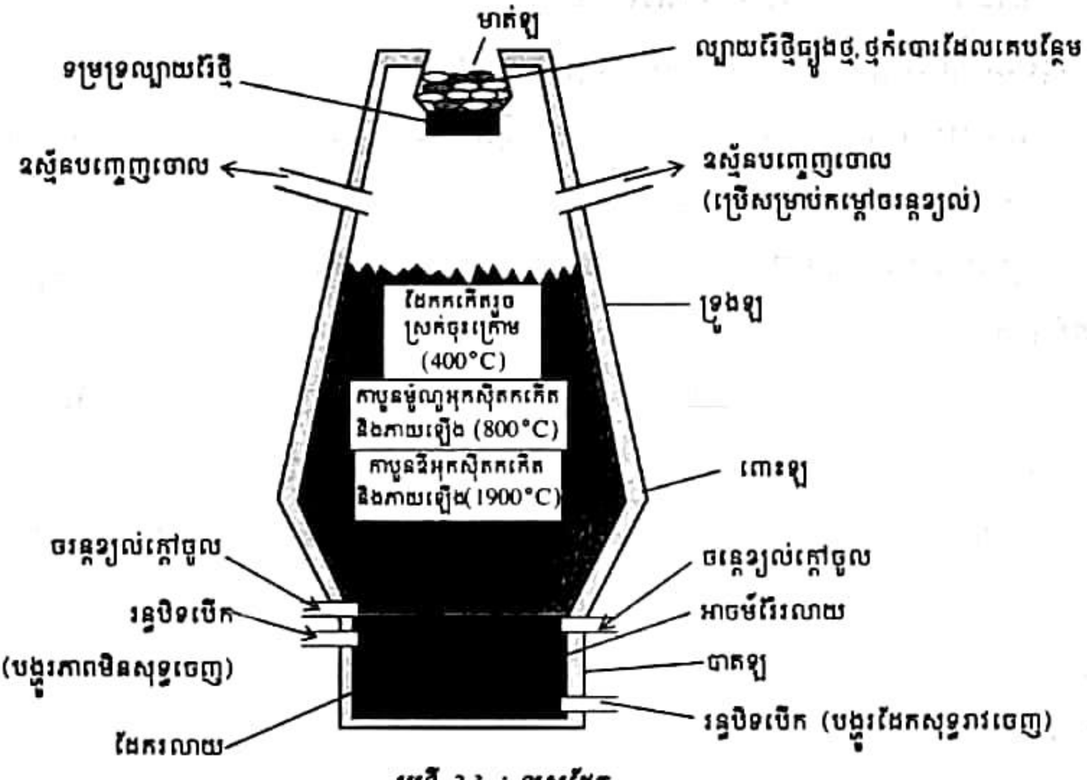



*រូបទី 2.2 : ដ្យាក្រាមធាតុក្នុងសំបកផែនដី*

ដែកឋិតនៅក្នុងដីជាសណ្ឋានរ៉ែដែក ។ រ៉ែដែកមានច្រើនប្រភេទខុសៗគ្នាដូចជា : អេម៉ាទីត ($Fe_2O_3$) ម៉ាញេទីត ($Fe_3O_4$) ដែកពីរីត ($FeS_2$) និងស៊ីដេរូស ($FeCO_3$) ។ គេទាញយកដែកចេញពីរ៉ែរបស់វាដោយប្រើ ឡស្លដែក ។

## ក. ទម្រង់ឡស្លដែក

គេប្រើឡស្លដែកសម្រាប់ទាញយកលោហៈ ដែកចេញពីរ៉ែរបស់វា ។ ឡស្លដែកមានរាងដូចបំពង់វែងមានកម្ពស់ពី 30 – 40 ម៉ែតដែលធ្វើពីឥដ្ឋធន់កម្តៅនិងស្រោបដោយដែកថែប ។ ពីលើដល់ក្រោមមាន មាត់ឡ ទ្រូងឡ ពោះឡ និងបាតឡ ។




*រូបទី 2.3 : ឡស្លដែក*

## ខ. ដំណើរការឡស្លដែក

គេដាក់រ៉ែដែក ធ្យូងកូក និងថ្មកំបោរទៅក្នុងឡតាមមាត់ឡរួចគេបញ្ចូលខ្យល់ក្តៅទៅក្នុងឡតាមបំពង់នៅបាតឡ ។ រូបធាតុរឹងធ្វើដំណើរចុះក្រោមឯឧស្ម័នធ្វើដំណើរពីក្រោមឡើងលើ ។ បន្ទាប់ពីឆ្លងកាត់ប្រតិកម្មជាច្រើនដំណាក់ ដែករាវបានប្រមូលផ្តុំនៅបាតឡ ។ ឡធ្វើដំណើរការឥតឈប់ឈរហើយសីតុណ្ហភាពនៃឡមានរហូតដល់ 1900°C ។

## គ. ប្រតិកម្មក្នុងឡស្លដែក

**ដំណាក់ ទី 1 ធ្យូងកូកឆេះដោយសារចរន្តខ្យល់ក្តៅ :** វាមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់ឱ្យផលជាកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងកម្តៅ ។

កាបូន + អុកស៊ីសែន $\xrightarrow{t^\circ\nearrow}$ កាបូនឌីអុកស៊ីត + កម្តៅ

$C(s) + O_2(g) \xrightarrow{t^\circ\nearrow} CO_2(g)$ + កម្តៅ

**ដំណាក់ ទី 2 ការកកើតឡើងនៃកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតCO :** កាបូនឌីអុកស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយធ្យូងកូកបន្តទៀតឱ្យផលជាកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ។

កាបូនឌីអុកស៊ីត + កាបូន $\xrightarrow{t^\circ\nearrow}$ កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត

$$CO_2(g) + C(s) \xrightarrow{t^\circ\nearrow} 2CO(g)$$

**ដំណាក់ទី 3 ដែក III អុកស៊ីតរងរេដុកម្ម:** កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយដែកIII អុកស៊ីតនៅក្នុងរ៉ែឱ្យផលជាដែករាវ ដែលហូរទៅបាតឡ ។

ដែក III អុកស៊ីត + កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត $\xrightarrow{t^\circ\nearrow}$ ដែក + កាបូនឌីអុកស៊ីត

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \xrightarrow{t^\circ\nearrow} 2Fe(l) + 3CO_2(g)$$

ថ្មកំបោរដែលមាននៅក្នុងឡបំបែកដោយកម្តៅឱ្យផលជាកាល់ស្យូមអុកស៊ីតនិងឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត ។

កាល់ស្យូមកាបូណាត $\xrightarrow{t^\circ\nearrow}$ កាល់ស្យូមអុកស៊ីត + កាបូនឌីអុកស៊ីត

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{t^\circ\nearrow} CaO(s) + CO_2(g)$$

រ៉ែដែកមានផ្ទុកធាតុមិនសុទ្ធជាច្រើន : ស៊ីលីស្យូម ស្ពាន់ធ័រ និងផូស្វ័រ ។ ស៊ីលីស្យូមឋិតក្រោមសណ្ឋានជាស៊ីលីស្យូមឌីអុកស៊ីត (ខ្សាច់) វាមានរូបមន្ត $SiO_2$ ។ ស៊ីលីស្យូមឌីអុកស៊ីតមានប្រតិកម្មជាមួយកាល់ស្យូមអុកស៊ីតឱ្យផលជាអាចម៍រ៉ែឬកាល់ស្យូមស៊ីលីកាតធ្លាក់ទៅបាតឡហើយអណ្តែតនៅពីលើដែករាវ ។

$$CaO(s) + SiO_2(s) \xrightarrow{t^\circ\nearrow} CaSiO_3(l)$$

ឧស្ម័នបញ្ចេញចោល ៖ ឧស្ម័នទាំងនេះមានកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងអាសូតដែលភាយចេញក្រៅតាមបំពង់ខាងលើនៃឡ ។ ដែករលាយដែលទទួលបាននេះមិនសុទ្ធទេ ។ ដែកមួយចំនួនគេទុកឱ្យរឹងទៅជាដែកស្មិត ។ ដែកបែបនេះរឹងតែស្រួយដែលមានលក្ខណៈសមស្របសម្រាប់ធ្វើគ្រឹះផ្លូវរថភ្លើង ។ ប៉ុន្តែដែកភាគច្រើនគេប្រើធ្វើជាដែកថែបផ្សេងៗ (សំលោហៈដែលមានដែកលាយជាមួយសារធាតុផ្សេងទៀតដើម្បីឱ្យមានលក្ខណៈល្អប្រសើរជាងមុន) ។ ***ឧទាហរណ៍*** ដែកថែបទន់មានដែកសុទ្ធ 99.5 % និងកាបូន 0.5 % មានលក្ខណៈរឹងល្មមសម្រាប់ធ្វើគ្រឿងយន្តឬសំណង់អគារ ។

## ឃ. ខជ្មើដែកថែប

ប្រហែលជា 90 % នៃលោហៈដែលគេប្រើប្រាស់នៅក្នុងពិភពលោកជាដែកថែប ។

ដែកថែប ជាសំលោហៈដែកនិងកាបូនលាយជាមួយបរិមាណលោហៈដទៃទៀត ដើម្បីឱ្យមានលក្ខណៈប្រសើរជាង ។ ដែកថែបមានលក្ខណៈរឹង ហើយអាចពត់និងទាញឱ្យយឺតបាន ។

ដែកដែលទទួលបានពីឡស្លដែក មានលាយធាតុមិនសុទ្ធជាច្រើនប្រភេទដូចជា ៖ កាបូន ស្ពាន់ធ័រ ផូស្វរ និងស៊ីលីស្យូមដែលហៅថា **ដែកស្មិត** ។ ដែកស្មិតមានលក្ខណៈស្រួយ ហើយអាចបាក់បែកទៅជាបំណែកនៅពេលគេដំវា ។

គេយកដែកស្មិតទៅជម្រុះធាតុដទៃ (C , S , P និង Si) ចេញដោយយកវាទៅរំលាយម្តងទៀត ៖

- ក្នុងពេលរលាយ ដែកស្មិតមួយភាគរងអុកស៊ីតកម្ម ជាមួយអុកស៊ីសែនឱ្យជាដែក (II) អុកស៊ីត (FeO) ។

$$2Fe + O_2 \longrightarrow 2FeO - Q$$

- ដែកអុកស៊ីតធ្វើអុកស៊ីតកម្មទៅលើកាបូននិងស៊ីលីស្យូម

$$C + FeO \longrightarrow CO\uparrow + Fe$$

$$Si + 2FeO \longrightarrow SiO_2 + 2Fe$$

- ផូស្វរនិងស្ពាន់ធ័ររងអុកស៊ីតកម្មក្នុងខ្យល់ឱ្យជាអានីឌ្រីត

$$4P + 5O_2 \longrightarrow 2P_2O_5$$

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

ទីបំផុតធាតុដ៏ទៃបានប្លែងទៅជាអុកស៊ីតហើរឡើង រួចគេទទួលបានដែកសុទ្ធ បន្ទាប់មកគេបន្ថែមបរិមាណកាបូននិងធាតុដទៃទៀត តាមសមាមាត្រដែលចង់បានដើម្បីផលិតដែកថែប ។

## ង. ប្រភេទផ្សេងៗនៃដែកថែប

ដែកថែបដែលសាមញ្ញបំផុតហៅថា **ដែកថែបទន់** ។ វាមានដែកប្រហែល 99 % ស៊ីលីស្យូមនិងម៉ង់កាណែស 0, 8 % និងកាបូន 0,2 % គេប្រើវាសម្រាប់ធ្វើរថយន្ត កប៉ាល់ សរសៃដែកសម្រាប់ធ្វើឱ្យសំណង់កាន់តែជាប់មាំ ។ លក្ខណៈរបស់ដែកថែបគឺអាស្រ័យទៅលើបរិមាណកាបូនដែលមាន :

- ដែកថែបដែលមានលាយបរិមាណកាបូនបន្តិចអាចផែបាន ។
- ដែកថែបដែលមានលាយបរិមាណកាបូនច្រើនរឹងខ្លាំង ។

ដែកថែបមានពីរប្រភេទគឺ : ដែកថែបកាបូននិងដែកថែបពិសេស ។

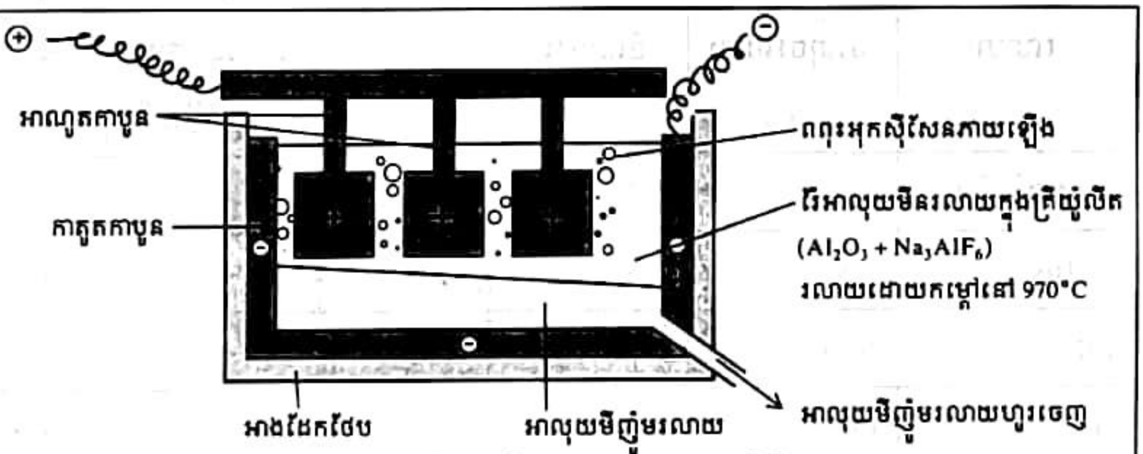
- **ដែកថែបកាបូន** : មានបរិមាណ (P , S ,Si) តិចបំផុត ។ ដែកកាន់តែរឹង កាលណាវាមានកាបូនកាន់តែច្រើន ។
- ដែកថែបទន់ : មានកាបូនតិចជាង 0.2 % ។ វាមានលក្ខណៈទន់អាចផែ ឬហូតជាលួសបានប្រើសម្រាប់ធ្វើច្រវាក់ លួស ប៊ូឡុង . . . ។
- ដែកថែបរឹងល្មម : មានកាបូនពី0.2 -0.6 % ប្រើសម្រាប់ធ្វើរថភ្លើង គ្រឿងសំណង់... ។
- ដែកថែបរឹង : មានលាយកាបូន 0.6 -2 % ប្រើសម្រាប់ធ្វើផ្លែស្វាន ម្ជុល កាំបិតកោរ ... ។
- **ដែកថែបពិសេស** : ជាដែកថែបដែលមានលាយធាតុដទៃទៀតដូចជា : Mn , Cr , Ni Si , C , V ,W . . . ។
- ដែកថែបក្រូមនីកែល (20 % Cr , 10 %Ni) មិនច្រែះចាប់ ស្វិត ធន់កម្ដៅប្រើសម្រាប់ធ្វើកាំបិត ស្លាបព្រា . . . ។
- ដែកថែបម៉ង់កាណែស(12 - 14 %Mn) រឹងបំផុត ប្រើសម្រាប់ធ្វើម៉ាស៊ីនកិនថ្ម ខួរដែក. . . ។
- ដែកថែបម៉ូលីបដែន (Mo) និងដែកថែបវ៉ាណាដ្យូម V ស្វិត រឹង នៅសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធខ្ពស់ ប្រើសម្រាប់ធ្វើគ្រឿងម៉ាស៊ីន . . . ។
- ដែកថែបក្រូម (Cr) និងតង់ស្តែន (W) ស្វិត រឹង ធន់នឹងកកិត ទោះបីនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ក៏ដោយ ។ គេប្រើសម្រាប់ធ្វើកាំបិតដែលត្រូវវិលក្នុងល្បឿនយ៉ាងលឿន ធ្វើនាវា ចម្បាំង . . . ។
- ដែកថែបស៊ីលីស្យូម (Si) : ប្រើសម្រាប់ធ្វើរ៉ឺស័រ ។
- បញ្ហាសំខាន់បំផុតដែលដែកថែបភាគច្រើនតែងជួបប្រទះគឺ ការឡើងច្រែះ ។ ដូច្នេះហើយបានជាវត្ថុធ្វើពីដែកថែបភាគច្រើនត្រូវស្រោបដោយសារធាតុផ្សេងៗ ដើម្បីការពារកុំឱ្យឡើងច្រែះ ។ ***ឧទាហរណ៍*** លាបថ្នាំពណ៌ លាបខ្លាញ់ ឬស្រោបដោយលោហៈដទៃទៀត ។

## 1.3. យោបកលោហៈអាលុយមីញ៉ូម

អាលុយមីញ៉ូមជាលោហៈពណ៌សភ្លឺដូចប្រាក់ ស្រាល មានដង់ស៊ីតេ $d = 2.7 g/cm^3$ រលាយនៅសីតុណ្ហភាព 660°C ចម្លងអគ្គិសនីនិងកម្ដៅបានល្អអាចផែជាសន្លឹក ឬហូតជាសរសៃបានដោយងាយ ។ វាស្ថិតនៅផ្នែកខាងដើមនៃស៊េរីសកម្មភាព ។ អាលុយមីញ៉ូម ជាលោហៈសកម្ម ងាយរងកំណូត ។ ប៉ុន្តែនៅពេលអាលុយមីញ៉ូមមានប្រតិកម្មជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់ឱ្យជាស្រទាប់អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតឬអាលុយមីន($Al_2O_3$) ស្តើងរុំព័ទ្ធជុំវិញផ្ទៃលោហៈ ហើយការពារលោហៈនេះមិនឱ្យរងកំណូតបន្តទៀត ។

អាលុយមីញ៉ូមជាលោហៈសំបូរជាងគេនៅក្នុងសំបកផែនដី 8 % នៃម៉ាសសំបកផែនដី ។ វាមាននៅក្នុងរ៉ែបុកស៊ីត ។ រ៉ែនេះគេតែងឃើញ មាននៅក្នុងស្រទាប់ផែនដីចន្លោះកម្រាស់ពី 4 ទៅ 12 ម៉ែត្រ ។ រ៉ែបុកស៊ីតភាគច្រើនមានអាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតពី 25 – 30 % លាយជាមួយធាតុមិនសុទ្ធ ដូចជាខ្សាច់និងដែកអុកស៊ីត ។ ធាតុមិនសុទ្ធនេះហើយ ដែលធ្វើឱ្យរ៉ែបុកស៊ីតមានពណ៌ក្រហមត្នោត ។

អាលុយមីន ($Al_2O_3$) សុទ្ធរលាយនៅសីតុណ្ហភាព 2045°C ដូចនេះមុននឹងយកវាទៅធ្វើអគ្គិសនីវិភាគដើម្បីទាញយកអាលុយមីញ៉ូម គេត្រូវរំលាយវាជាមុននៅក្នុងគ្រីយ៉ូលីត ($Na_3AlF_6$) ដើម្បីបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពរលាយរបស់អាលុយមីនឱ្យមកនៅត្រឹម 970°C ។ គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគអាលុយមីន នៅក្នុងអាងធ្វើពីដែកថែបធំមួយ (រូបទី 2.6) ។




*រូបទី 2.6 : អាងធ្វើអគ្គិសនីវិភាគទាញយកអាលុយមីញ៉ូម*

ផ្ទៃខាងក្នុងអាងនេះពាសដោយស្រទាប់កាបូន ដែលដើរតួជាអេឡិចត្រូតអវិជ្ជមាន (– ) ។ គេព្យួរ ដុំកាបូននៅចំកណ្ដាលផើង ដែលដើរតួជាអេឡិចត្រូតវិជ្ជមាន(+) ។

ពេលអាលុយមីនរលាយ អ៊ីយ៉ុងអាលុយមីញ៉ូម និងអ៊ីយ៉ុងអុកស៊ីតផ្លាស់ទីដោយសេរី ។

នៅខាងកាតូត( – ):អ៊ីយ៉ុងអាលុយមីញ៉ូមចាប់យកអេឡិចត្រុង $4Al^{3+}(l) + 12e^- \rightarrow 4Al(l)$

អាតូមអាលុយមីញ៉ូមប្រមូលផ្តុំគ្នា ហើយធ្លាក់ទៅបាតអាងដោយស្ថិតនៅជាភាពរាវ ហើយគេបង្ហូរវាចេញក្រៅតាមរន្ធបង្ហូរ ។

**នៅខាងអាណូត(+):** អ៊ីយ៉ុងអុកស៊ីតបោះបង់អេឡិចត្រុង $6O^{2-}(l) \rightarrow 3O_2(g) + 12e^-$

ឯអុកស៊ីសែនដែលភាយចេញមានប្រតិកម្មជាមួយអេឡិចត្រូតកាបូនឱ្យផលជាឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតភាយចេញ ។

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

ដូច្នេះអេឡិចត្រូតក៏ដាច់របេះ ហើយចាំបាច់ត្រូវផ្លាស់ប្តូរថ្មី ។ ខធ្វើអាលុយមីញ៉ូមត្រូវការថាមពលអគ្គិសនី 15kwh សម្រាប់ធ្វើ Al មួយគីឡូក្រាម ។

## 2. ចម្រើបម្រាស់លោហៈ

គេយកលោហៈទៅប្រើ ដើម្បីផលិតជាវត្ថុប្រើប្រាស់ផ្សេងៗ ដោយអាស្រ័យទៅនឹងលក្ខណៈរបស់វា ។ ការជ្រើសនេះផ្អែកទៅលើកត្តាសំខាន់បីយ៉ាងគឺ

- លក្ខណៈរូបដូចជា ចំណុចរលាយ ចំណុចរំពុះ របឹង . . .
- លក្ខណៈគីមី ដូចជា ការធន់និងកំណួត ។
- តម្លៃ

**តារាងទី 2.2 : លក្ខណៈសំខាន់របស់លោហៈមួយចំនួន**

| លោហៈ | ចំណុចរលាយ (°C) | ចំណុចរំពុះ (°C) | ដង់ស៊ីតេ ($g/cm^3$) | លក្ខណៈចម្លងចរន្តអគ្គិសនី | ធន់និងកំណួត |
|---|---|---|---|---|---|
| អាលុយមីញ៉ូម | 660 | 2470 | 2.7 | + + + | + + + |
| ទង់ដែង | 1083 | 2595 | 8.9 | + + + + + | + + + |
| មាស | 1063 | 2970 | 19.3 | + + + + | + + + + + + |
| ដែក | 1535 | 3000 | 7.9 | + + | + + |
| សំណ | 328 | 1744 | 11.3 | + | + + + + |
| នីកែល | 1453 | 2730 | 8.9 | + + + + | + + + |
| សំណប៉ាហាំង | 232 | 2270 | 7.3 | + + + + | + + + + |
| ស័ង្កសី | 420 | 907 | 7.1 | + + + | + + + + + |

(បើសញ្ញា + ច្រើនមានន័យថាល្អ)

## 2.1. បម្រើបម្រាស់លោហៈសុទ្ធ

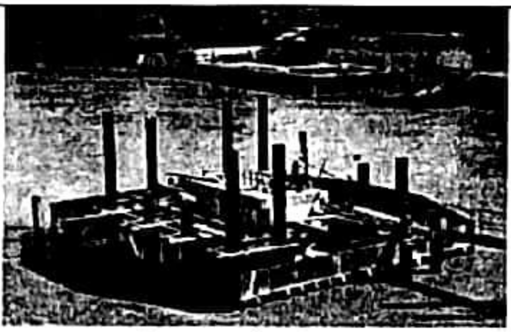
លោហៈមួយចំនួនមានសារៈសំខាន់ណាស់ ពេលវានៅជាអង្គធាតុសុទ្ធ ។

- អាលុយមីញ៉ូមសុទ្ធអាចយកទៅធ្វើជាសន្លឹកយ៉ាងស្តើង មានលក្ខណៈជាប់ល្អតែងាយកាត់ ។ គេប្រើវាធ្វើជាសន្ទះកំប៉ុងម្សៅទឹកដោះគោ សន្ទះដបប្រេងម៉ាស៊ីន ឬក្រដាសដុតមាន់. . . ។
- សំណសុទ្ធទន់និងងាយពត់ ដោយពុំចាំបាច់ដុតកម្តៅ ។ វាមិនរងកំណូតលោហៈទេ ។ គេប្រើវាសម្រាប់បិទផ្ចិតឥដ្ឋពីខ្ទដុំវិញចំពង់ផ្សែង ។
- ទង់ដែងសុទ្ធងាយហូតជាលួស ហើយចម្លងចរន្តអគ្គិសនីបានល្អ ។ គេប្រើសម្រាប់ធ្វើខ្សែចម្លងចរន្តអគ្គិសនី ។

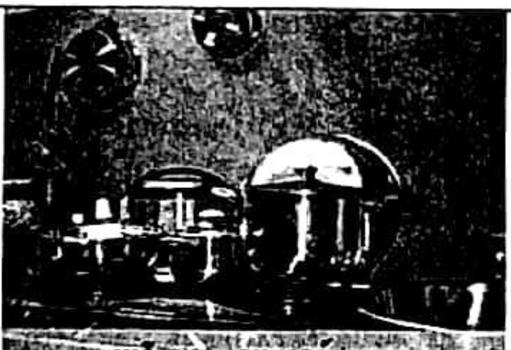
តារាងទី 2.3 : តារាងសង្ខេបពីបម្រើប្រាស់លោហៈសុទ្ធមួយចំនួន

| លោហៈ | បម្រើបម្រាស់ | លក្ខណៈដែលអាចប្រើបាន |
|---|---|---|
| សូដ្យូម | មេត្រជាក់នៅក្នុងរេអាក់ទ័រនុយក្លេអ៊ែ | ចម្លងកម្តៅបានល្អ ។ រលាយនៅ 98°C អាចហូរតាមបំពង់ ។ |
| ស័ង្កសី | ស្រោបដែក | ការពារដែកកុំឱ្យរងកំណូត |
| សំណប៉ាហាំង | ស្រោបកំប៉ុងម្ហូបអាហារធ្វើពីដែកថែប | គ្មានប្រតិកម្ម មិនពុល និងការពារដែកថែបមិនឱ្យរងកំណូត ។ |
| នីកែល | ស្រោបដែកថែបដោយប្រើអគ្គិសនីវិភាគ | រាំងកំណូត ទាំជាប់ដែកថែបបានល្អ ហើយភ្លឺត្រូវឱ្យតយគន់ ។ |
| ទីតាន | ដាក់ធ្មេញ ជំនួសតំណឆ្អឹងត្រគៀក និងបំពង់ផ្សែងយន្តហោះ | ស្រាល មាំ មិនរងកំណូត មិនពុលងាយហូតជាលួសឬពត់ជារាងផ្សេងៗបាន ។ |
| អាលុយមីញ៉ូម | ក្បាលខ្សែកាបអគ្គិសនី | ចម្លងចរន្តអគ្គិសនីបានល្អ (មិនល្អដូចទង់ដែង តែមានតម្លៃថោកជាងនិងស្រាលជាង)ធន់នឹងកំណូតមានតម្លៃថោក ។ |

## 2.2. បម្រើបម្រាស់សំលោហៈ



*រូបទី 2.5 : សំណង់ស្ពាន*

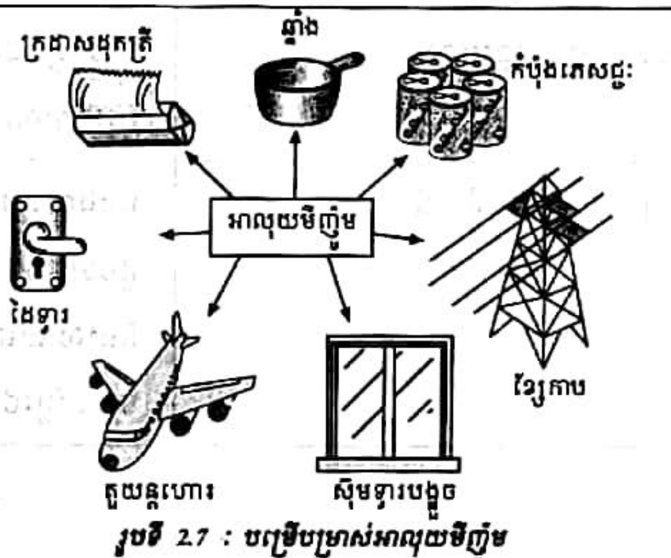


*រូបទី 2.6 : ឧបករណ៍ផ្ទះបាយ*

សារធាតុដែលយកមកលាយដើម្បីធ្វើជាសំលោហៈភាគច្រើនជាលោហៈ ប៉ុន្តែពេលខ្លះក៏មានអលោហៈផងដែរដូចជា កាបូន ឬស៊ីលីស្យូមជាដើម ។ បច្ចុប្បន្ននេះ ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ភាគច្រើនធ្វើឡើងពីសំលោហៈ ព្រោះវាមានលក្ខណៈជាប់មាំល្អប្រសើរជាងលោហៈដើម ។ ***ឧទាហរណ៍*** បើគេបន្ថែមកាបូន0.5%ទៅលើដែក នោះគេទទួលបានដែកថែបរឹងល្មម ។ វារឹងហើយជាប់ល្អ គេប្រើសម្រាប់ធ្វើសំណង់អគារ ស្ពាន នាវា និងតួរថយន្ត ។

## 2.3. បម្រើបម្រាស់អាលុយមីញ៉ូម

ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ជាច្រើនធ្វើពីអាលុយមីញ៉ូមព្រោះវាមានដង់ស៊ីតេទាបហើយធន់និងកំណូត ។ គេប្រើអាលុយមីញ៉ូមធ្វើជាឆ្នាំង ព្រោះវាចម្លងកម្ដៅបានល្អ ហើយស្រាលងាយលើកដាក់ ។ អាលុយមីញ៉ូម ចម្លងចរន្តអគ្គិសនីបានល្អ គេប្រើសម្រាប់ធ្វើក្បាលខ្សែកាប ។ វាធន់និងកំណូត គេប្រើសម្រាប់ធ្វើកំប៉ុងភេសជ្ជៈ ដៃទ្វារ ស៊ុមកញ្ចក់បង្អួច ។ សំលោហៈដែលផ្សំដោយលោហៈអាលុយមីញ៉ូមជាមួយលោហៈដទៃទៀតមានលក្ខណៈស្រាល ស្វិត រឹងជាងអាលុយមីញ៉ូមសុទ្ធ គេប្រើសម្រាប់ធ្វើជាតួយន្តហោះ ម៉ាស៊ីនរថយន្ត និងឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ផ្សេងៗជាច្រើនទៀត ។




*រូបទី 2.7 : បម្រើបម្រាស់អាលុយមីញ៉ូម*

## ៣. ការកែច្នៃឡើងវិញ

ការធ្វើយោបកលោហៈចេញពីរ៉ែ ត្រូវចំណាយអស់ថាមពលជាច្រើន ដូចនេះដើម្បីសន្សំថាមពល យើងត្រូវប្រើវិធីកែច្នៃឡើងវិញ ។ *ឧទាហរណ៍* : ការកែច្នៃលោហៈអាលុយមីញ៉ូមអាចសំចៃថាមពលបាន ប្រហែល 95 % នៃថាមពលដែលត្រូវចំណាយលើថ្លៃអគ្គិសនី ដើម្បីបំបែកអាលុយមីញ៉ូមពីអាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតតាមវិធីអគ្គិសនីវិភាគ ។ ហេតុនេះហើយបានជានៅប្រទេសជឿនលឿនគេញែកកំប៉ុងភេសជ្ជៈដែលធ្វើពីលោហៈចេញពីសំរាមសម្រាប់យកទៅកែច្នៃឡើងវិញ ។

*រូបទី 2.8 : និមិត្តសញ្ញាអាចកែច្នៃឡើងវិញមាន លើកំប៉ុងភេសជ្ជៈ*

*រូបទី 2.9 : ដែកឡើងច្រែះ*

ការកែច្នៃឡើងវិញមានប្រយោជន៍ណាស់ចំពោះលោហៈមានតម្លៃដូចជា មាសនិងប្លាទីន ។ ម្យ៉ាងទៀតវាក៏មានប្រយោជន៍ចំពោះបរិស្ថានផងដែរ តែក៏មានផលប៉ះពាល់ខ្លះដែរ ។ *ឧទាហរណ៍* អាគុយចាស់ៗមានផ្ទុកសំណ ដែលគេប្រមូលវាយកទៅរំលាយនិងធ្វើយោបកសំណ ។ លំនាំនេះបានបំភាយផ្សែងជាច្រើនបំពុលដល់បរិយាកាសតំបន់ដែលនៅជុំវិញរោងចក្រ ។

ចំពោះវត្ថុធ្វើពីលោហៈដែលយើងបោះចោលមានផ្ទុកលោហៈច្រើនប្រភេទ ។ លោហៈដែលមានតម្លៃនិងចាំបាច់ត្រូវបានធ្វើយោបក ចំណែកឯលោហៈខ្លះដែលមិនមានតម្លៃគេបោះបង់ចោលដែលជាបុព្វហេតុនៃកង្វក់ ។ ហេតុនេះហើយបានជាក្រុមហ៊ុនកែច្នៃខ្លះត្រូវបញ្ជាឱ្យបិទទ្វារឬទទួលការត្រួតពិនិត្យជាប្រចាំ ។

## សង្ខេបមេរៀន

- រ៉ែជាសមាសធាតុធម្មជាតិនៃលោហៈ ដែលជាអុកស៊ីត ស៊ុលផួ ឬកាបូណាត ។
- យោបកលោហៈពីរ៉ែជាលំនាំរេដុកម្ម ដែលអ៊ីយ៉ុងលោហៈទទួល $e^-$ ។
  ដំណើរការនេះងាយ ឬពិបាក អាស្រ័យទៅនឹងទីតាំងនិងកម្រិតសកម្មរបស់លោហៈនៅក្នុងស៊េរីសកម្មភាព ។
- រ៉ែលោហៈជាធនធានមានកំណត់ ដូចនេះការកែច្នៃជួយសំចៃធនធានធម្មជាតិរ៉ែបានល្អ ដូចធនធានថាមពលដែរ ។
- លោហៈដែលនៅខាងដើមស៊េរីសកម្មភាពអាចធ្វើយោបកដោយប្រើអគ្គិសនីវិភាគ ។
- លោហៈនៅកណ្ដាលស៊េរីសកម្មភាព (ដូចជា Fe ) អាចធ្វើយោបកទាញយក Fe ពីរ៉ែដោយប្រើធ្យូងកូក (ឡស្លដែក) ។
- លោហៈដែលនៅខាងក្រោយស៊េរីសកម្មភាពកើតឡើងក្នុងធម្មជាតិជាសណ្ឋានអង្គធាតុទោល ។
- វត្ថុធាតុដើម ដែលចាំបាច់សម្រាប់ធ្វើយោបកដែកពីរ៉ែដែក III អុកស៊ីតមាន : ថ្មកំបោរ ធ្យូងកូក និងខ្យល់ ។
- ដែកដែលទទួលបានពីឡស្លដែកមានលាយធាតុមិនសុទ្ធហៅថា ដែកស្មិត ។
- ដែកស្មិតជម្រុះធាតុមិនសុទ្ធ (C ,S , P , Si) ចេញគេទទួលបានដែកសុទ្ធ ។ បើគេបន្ថែម C និងធាតុដទៃទៀតតាមសមាមាត្រដែលចង់បាន គេបានដែកថែប ។
- ដែកថែបគឺជាសំលោហៈដែកលាយជាមួយកាបូននិងធាតុដទៃទៀតបន្តិច ។
- ដែកថែបរឹងហើយថោក បើធៀបទៅនឹងសំលោហៈដទៃទៀត ។
- គេធ្វើអាលុយមីញ៉ូមដោយវិធីអគ្គិសនីវិភាគ អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីត (ពីរ៉ែបុកស៊ីត) រលាយក្នុងគ្រីយ៉ូលីត ។
- សំលោហៈអាលុយមីញ៉ូមស្រាល ហើយធន់នឹងកំណួត ។
- ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ភាគច្រើនផលិតពីសំលោហៈនៃអាលុយមីញ៉ូមនិងដែក ព្រោះវាមានលក្ខណៈល្អប្រសើរជាងលោហៈសុទ្ធ ។
- ការកែច្នៃលោហៈសំចៃថវិកាបានច្រើនជាងយោបកលោហៈពីរ៉ែ ។
- ការកែច្នៃលោហៈមានគុណសម្បត្តិ : សន្សំសំចៃរ៉ែលោហៈ សន្សំសំចៃថវិកា កាត់បន្ថយការបំពុលបរិស្ថាន ។
- គុណវិបត្តិ : ជាមូលហេតុនៃការបំពុលបរិស្ថាន ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. តើធាតុអ្វីដែលសម្បូរជាងគេនៅក្នុងសំបកផែនដី ?
2. តើលោហៈណាដែលសំបូរជាងគេនៅក្នុងសំបកផែនដី ? តើលោហៈណាស្ថិតនៅលំដាប់ទី 2 ?
3. តើយោបកលោហៈមានន័យដូចម្ដេច ?
4. តើរ៉ែដែកសំខាន់ៗមានអ្វីខ្លះ ?
5. វត្ថុធាតុដើមសំខាន់បីដែលប្រើនៅក្នុងឡូស្លដែកមានអ្វីខ្លះ ?
6. តើធាតុមិនសុទ្ធនៅក្នុងរ៉ែដែកមានអ្វីខ្លះ ?
7. តើអ្វីទៅជាដែកស្វិត ?
8. តើលោហៈអ្វីដែលគេប្រើសម្រាប់ធ្វើ ដែកថែបមិនច្រែះ ? ស្ពាន់ ? លង្ហិន ឬសំរិទ្ធ ?
9. តើគេធ្វើយោបកអាលុយមីញ៉ូមពីរ៉ែបុកស៊ីតបានតាមវិធីអ្វី ?
10. ដូចម្ដេចហៅថា ដែកថែប ?
11. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មទាំងឡាយនៅក្នុងឡូស្លដែក ។
12. តើរ៉ែសំខាន់របស់អាលុយមីញ៉ូមឈ្មោះអ្វី ?
13. តើហេតុអ្វីបានជាគេត្រូវធ្វើការកែច្នៃលោហៈឡើងវិញ ?
14. តើការកែច្នៃឡើងវិញមានគុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិដូចម្ដេចខ្លះ ?
15. គេដុតម្សៅអាលុយមីញ៉ូមជាមួយនិងដែកIII អុកស៊ីតចំនួន 100g ។ ក្រោយប្រតិកម្មចប់គេទទួលបានដែកនិងអាលុយមីន ។ គណនាម៉ាសម្សៅអាលុយមីញ៉ូមដែលប្រើ ។

   (Ar : O = 16, Al = 27, Fe = 56 ) ។

   ចម្លើយ : 33.75g
16. គេដុតដែក 28g ឱ្យឡើងក្រហម រួចបញ្ចូលចំហាយទឹកឱ្យឆ្លងកាត់ ។ ឧបមាថា ប្រតិកម្មនេះប្រព្រឹត្តទៅទាល់តែអស់ដែក ។ សមីការប្រតិកម្ម $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ ។ គណនា

   ក. ម៉ាសអុកស៊ីតដែលទទួលបាន ។

   ខ. មាឌអ៊ីដ្រូសែនដែលភាយចេញនៅលក្ខខណ្ឌធម្មតានៃសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធ ។

   (Ar : H = 1, O = 16, Fe = 56 )

   ចម្លើយ : ក. 38.51g ខ. 14.93L

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 2

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់

1. ស្ពាន់គឺជាល្បាយនៃ :

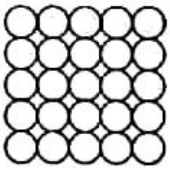
☐ក. ទង់ដែងនិងស័ង្កសី ☐ខ. សំណប៉ាហាំងនិងទង់ដែង

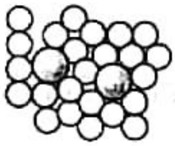
☐គ. ដែកនិងស័ង្កសី ☐ឃ. ស័ង្កសីនិងសំណប៉ាហាំង

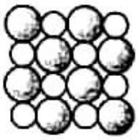
2. តើលោហៈណាមួយដែលគ្មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ?

☐ក. ស័ង្កសី ☐ខ. ម៉ាញេស្យូម ☐គ. ទង់ដែង ☐ឃ. ដែក

3. តើរូបមួយណាដែលបង្ហាញពីការតម្រៀបអាតូមនៅក្នុងសំលោហៈ ?

☐ក. 

☐ខ. 

☐គ. 

☐ឃ.

4. តើសារធាតុណាមួយ ដែលគេដាក់ទៅក្នុងឡស្លដែក ដើម្បីទាញយកធាតុមិនសុទ្ធ ?

☐ក. ខ្សាច់ ☐ខ. ថ្មកំបោរ ☐គ. អាចម៍រ៉ែ ☐ឃ. ស្ពាន់ធ័រ

5. តើធាតុក្រុមណាមួយដែលរៀបចំត្រឹមត្រូវតាមលំដាប់សេរីសកម្មភាពដែលផ្តើមពីធាតុខ្សោយទៅ :

☐ក. Cu , Fe , Pb , Al , Zn

☐ខ. Cu , Fe , Al , Pb , Zn

☐គ. Pb , Cu , Zn , Fe , Al

☐ឃ. Cu , Pb , Fe , Zn , Al

6. កាល់វ៉ានិចជាវិធីស្រោប

☐ក. ដែកដោយសំណប៉ាហាំង ☐ខ. ដែកដោយស័ង្កសី

☐គ. ដែកដោយនីកែល ☐ឃ. ទង់ដែងដោយស័ង្កសី

7. តើសារធាតុណាដែលជាមូលហេតុនៃកំណៃច្រេះ ?

☐ក. អុកស៊ីសែនតែឯង ☐ខ. ទឹកតែឯង

☐គ. អុកស៊ីសែននិងកាបូនឌីអុកស៊ីត ☐ឃ. ទឹកនិងអុកស៊ីសែន

8. តើធាតុណាមួយដែលមានក្នុងដែកថែបគ្រប់ប្រភេទ ?

☐ក. កាបូន ☐ខ. ស្ពាន់ធ័រ ☐គ. ផូស្វ័រ ☐ឃ. ស៊ីលីស្យូម

9. យោបកលោហៈពីរ៉ែរបស់វាតែងតែចូលរួមពី :

☐ក. អុកស៊ីតកម្ម ☐ខ. រេដុកម្ម

☐គ. អគ្គិសនីវិភាគ ☐ឃ. កំដៅជាមួយធ្យូង

10. តើលោហៈណាមួយដែលធ្វើយោបកពីរ៉ែដោយអគ្គិសនីវិភាគ ?

☐ក. ទង់ដែង ☐ខ. ដែក ☐គ. មាស ☐ឃ. សូដ្យូម

## II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

1. លោហៈដែលមាននៅក្នុង . . . . . . . . . .កម្រមានសុទ្ធណាស់ភាគច្រើនស្ថិតនៅជា . . . . . ជាមួយសិលាហៅថា . . . . . . . . ។

2. រ៉ែសំខាន់របស់អាលុយមីញ៉ូមមានឈ្មោះថា . . . . . . . . ។ ដំបូងគេយកវាបន្សុតទៅជា . . . . ឬហៅថា . . . . . . . . . ដែលមានរូបមន្ត . . . . . . . ហើយបន្ទាប់មកគេធ្វើ . . . . . . . ដើម្បីទទួលបានអាលុយមីញ៉ូម ។

3. ចូរបំពេញសមីការខាងក្រោម

ក. $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow ........... + ...........$

ខ. $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow ........... + ...........$

## III. សំណួរត្រិះរិះ

1. អាលុយមីញ៉ូមឋិតនៅខាងដើមសេរីសកម្មភាព ប៉ុន្តែវាធន់នឹងកំណូត ។ ចូរពន្យល់ ។

2. ហេតុអ្វីបានជាគេចាំបាច់បន្ថែមបរិមាណកាបូនបន្តិចទៅលើលោហៈដែក?

3. គេមានលោហៈ ក ខ គ ឃ ង មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចតាមលក្ខណៈដូចក្នុងតារាងខាងក្រោម :

| លោហៈ | ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច |
|---|---|
| ក | មានប្រតិកម្មយឺតជាមួយអាស៊ីតត្រជាក់ឱ្យផលជាពពុះឌីស្ហ៊ីដ្រូសែន ។ |
| ខ | ផ្ទុះពេលប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតត្រជាក់ ។ |
| គ | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតរាវត្រជាក់ឬក្ដៅ ។ ប៉ុន្តែមានប្រតិកម្មយឺតបំផុតជាមួយអាស៊ីតខាប់ក្ដៅ ។ |
| ឃ | រលាយយ៉ាងរហ័សជាមួយអាស៊ីតត្រជាក់ ឱ្យផលជាឌីស្ហ៊ីដ្រូសែនយ៉ាងច្រើន ។ |
| ង | គ្មានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតត្រជាក់ តែមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតក្ដៅ ។ |

ក. ចូររៀបលោហៈទាំងនេះតាមលំដាប់ស៊េរីសកម្មភាពផ្ដើមពីលោហៈសកម្មខ្លាំងមុន ។

ខ. ផ្ដល់យោបល់ហេតុអ្វីបានជាលោហៈ ក មិនមែនជាទង់ដែង ?

គ. ឱ្យឈ្មោះលោហៈដែលជាលោហៈ ខ ។

IV. លំហាត់

1. តើគេត្រូវប្រើម្សៅអាលុយមីញ៉ូម (Al )ប៉ុន្មានក្រាមចាំបាច់សម្រាប់ទង្វើក្រូម (Cr) 108g ពីក្រូម III អុកស៊ីតតាមវិធីប្រតិកម្មទែមីត ឬអាលុយមីណូទែមី ។

ចម្លើយ : 56.07g

2. ក. ប្រាក់កាក់មួយមានម៉ាស 4.5g វាជាសំលោហៈមួយប្រភេទដែលផ្សំដោយទង់ដែង 75 % និង នីកែល 25 % ។ តើគេត្រូវការទង់ដែងប៉ុន្មានដើម្បីផលិតប្រាក់កាក់នេះចំនួន 100 ,000 កាក់?

ខ. ប្រសិនបើទង់ដែងនេះបានមកពីយោបករ៉ែគូព្រីត ($Cu_2O$) ដូចនេះតើគេត្រូវប្រើរ៉ែនេះប៉ុន្មាន ដើម្បីផលិតប្រាក់កាក់នេះចំនួន 100 ,000 កាក់? ( M គិតជា g/mol : Cu = 64 , O = 16 ) ។ ចម្លើយ : ក. 337.500g , ខ. 379687.5g

3. គេរំលាយលោហៈមួយដែលមានវ៉ាឡង់ 2 ចំនួន 1.3g ទៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវ ($H_2SO_4$) គេទទួលបានអ៊ីដ្រូសែនចំនួន 0.04g ។

ក. តើលោហៈនេះស្ថិតនៅកន្លែងណាក្នុងស៊េរីសកម្មភាពគីមី ?

ខ. តើលោហៈដែលប្រើនេះមានឈ្មោះអ្វី ?

ចម្លើយ : ក. លោហៈនេះនៅមុខ H នៃស៊េរី , ខ. លោហៈនេះគឺ Zn

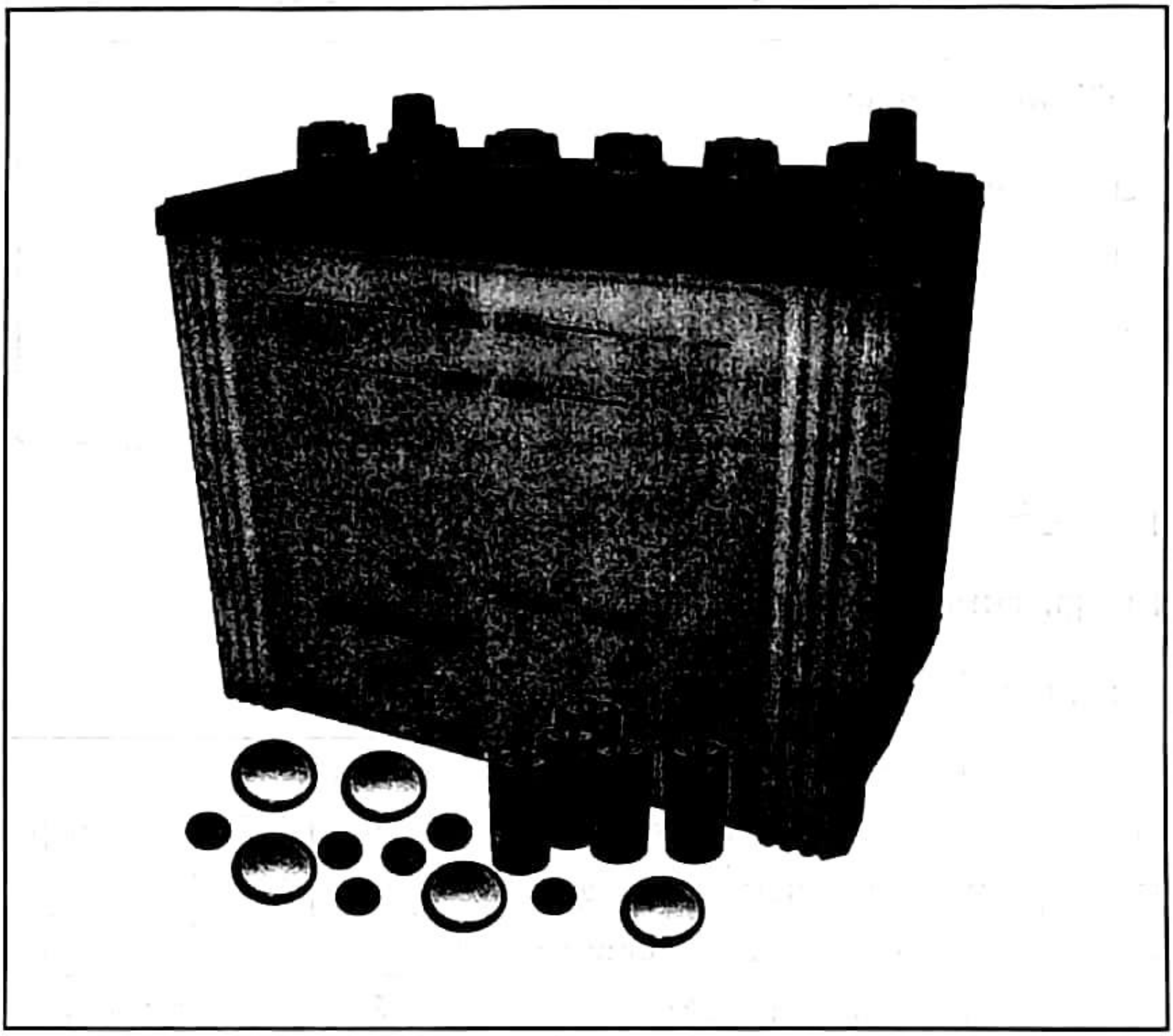
4. គេឱ្យល្បាយម្សៅស័ង្កសី(Zn )និងម្សៅទង់ដែង(Cu ) ចំនួន 1.94g មានអំពើទៅលើសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច HCl លើស គេទទួលបាន 0.04g ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។ គណនា :

ក. ម៉ាសលោហៈនីមួយៗក្នុងល្បាយដើម ។

ខ. មាឌនៃសូលុយស្យុងHCl កំហាប់1M គ្រប់គ្រាន់ដើម្បីរំលាយស័ង្កសីទាំងអស់ពីល្បាយ ។

ចម្លើយ : ក. $m_{zn}$ = 1.30g ; $m_{Cu}$ = 0.64g ខ. មាឌនៃសូលុយស្យុង V = 40ml ។

# ជំពូកទី 3 អុកស៊ីតកម្ម រេដុកម្ម និងអេឡិចត្រូគីមី



ថ្មពិលនិងអាគុយជាប្រភពចរន្តជាប់ ។ វាត្រូវបានគេប្រើនៅក្នុងឧបករណ៍យ៉ាងច្រើនដូចជា កុំព្យូទ័រយួរដៃ រថយន្ត នាឡិកា ពិលបំភ្លឺ ទូរស័ព្ទ . .. ។ តើចរន្តអគ្គិសនីផ្តល់ដោយថ្មពិលនិងអាគុយបានមកពីអ្វី?

ថ្មពិលនិងអាគុយដែលយើងប្រើប្រាស់លែងកើត យើងមិនត្រូវបោះចោលដោយឥតសណ្តាប់ធ្នាប់ទេព្រោះវាធ្វើឱ្យខូចបរិស្ថាន ដោយសារជាតិពុល ដូចជា បារត សំណ . . . ។

# 1 ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម-រេដុកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក

ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

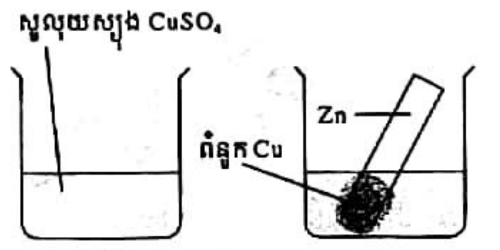
- ❑ បកស្រាយប្រតិកម្មរវាងលោហៈនិងអ៊ីយ៉ុងលោហៈ
- ❑ បកស្រាយប្រតិកម្មរវាងលោហៈនិងអ៊ីយ៉ុង $H^+$
- ❑ ធ្វើចំណែកថ្នាក់គូរេដុកតាមគុណភាព
- ❑ ពិសោធប្រតិកម្មរវាងលោហៈនិងអ៊ីយ៉ុងលោហៈឬអ៊ីយ៉ុង $H^+$ ។

## 1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក

### 1.1. ប្រតិកម្មរវាងស័ង្កសីនិងអ៊ីយ៉ុងទង់ដែង

#### ក. ពិសោធន៍

យើងត្រាំបន្ទះស័ង្កសីក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែង (II) ស៊ុលផាត ($Cu^{2+}$ + $SO_4^{2-}$ ) ដែលមានពណ៌ខៀវ ។ សូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាតមានពណ៌ខៀវដោយសារវត្តមានអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ យើងសង្កេតឃើញថាបន្ទះស័ង្កសីមានកំណពណ៌ក្រហមត្នោតនិងសូលុយស្យុងប្រែជាគ្មានពណ៌ (រូបទី 1.1) ។




*រូបទី 1.1 : ប្រតិកម្មរវាងបន្ទះ Zn និងសូលុយស្យុង $CuSO_4$*

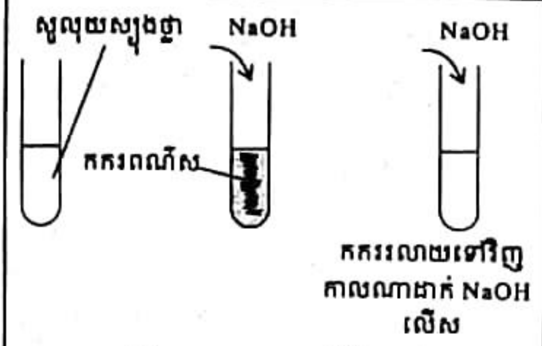
#### ខ. បំណកស្រាយ

សូលុយស្យុងប្រែជាគ្មានពណ៌ដោយសារការបាត់បង់អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ តាមការវិភាគលើកំនកពណ៌ក្រហមត្នោតបង្ហាញថា វាជាលោហៈទង់ដែង ។ អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ប្រែងទៅជាលោហៈ Cu ដែលក្នុងបំលែងនេះអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ បានចាប់យកពីរអេឡិចត្រុង ។ គេតាងដោយកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង ៖

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ដែលទទួលយកអេឡិចត្រុងនេះហៅថា អុកស៊ីតករ ។ អុកស៊ីតករជាប្រភេទគីមីដែលរងរេដុកម្ម ។

បើគេបន្តក់សូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($Na^{+} + OH^{-}$) ទៅក្នុងសូលុយស្យុងថ្លាដែលទទួលបានក្រោយប្រតិកម្ម ។ គេសង្កេតឃើញមានកករពណ៌សកើតឡើង ដែលកករនេះរលាយទៅវិញនៅពេលគេបន្ថែមសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតដែលមានបរិមាណលើស(រូបទី 1.2) ។ ដូចនេះក្នុងសូលុយស្យុងថ្លាមានអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$ ។ លោហៈស័ង្កសីបានបោះបង់ពីរអេឡិចត្រុង ដើម្បីប្លែងទៅជាអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$ ។ គេតាងដោយកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង ៖ $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$ ។



រូបទី 1.2 : រកវត្តមានអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$

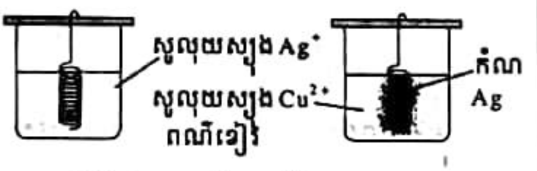
លោហៈ Zn ដែលបោះបង់អេឡិចត្រុងនេះហៅថា រេដុករ ។ រេដុករជាប្រភេទគីមីដែលរងអុកស៊ីតកម្ម ។

ក្នុងប្រតិកម្មខាងលើនេះមានការផ្ទេរអេឡិចត្រុងពីលោហៈ Zn ទៅអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ ប្រតិកម្មបែបនេះ ហៅថា **ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម** ដែលសមីការតុល្យការបានមកពីការបូកកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង ៖

$$\text{រេដុកម្ម} : Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$$
$$\text{អុកស៊ីតកម្ម} : Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$$
$$Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

## 1.2. ប្រតិកម្មរវាងលោហៈទង់ដែងនិងអ៊ីយ៉ុងប្រាក់

យើងត្រាំសរសៃអង្គញទង់ដែងនៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ($Ag^{+} + NO_3^{-}$) ថ្លាគ្មានពណ៌ ។ យើងសង្កេតឃើញមានកំណពណ៌ប្រផេះភ្លឺផ្លេកនៅលើបន្ទះ Cu និងសូលុយស្យុងប្រែជាពណ៌ខៀវ(រូបទី 1.3) ។ តាមការវិភាគកំណពណ៌ប្រផេះភ្លឺផ្លេកនេះគឺជាលោហៈប្រាក់ (Ag) ។ អ៊ីយ៉ុង $Ag^{+}$ ទទួលមួយអេឡិចត្រុងក្លាយជាអាតូមប្រាក់ ។ អ៊ីយ៉ុង $Ag^{+}$ នេះជាអុកស៊ីតករ វារងរេដុកម្ម ៖ $Ag^{+}(aq) + 1e^{-} \xrightarrow{\text{រេដុកម្ម}} Ag(s)$



រូបទី 1.3 : ប្រតិកម្មរវាង Cu និងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត

សូលុយស្យុងពណ៌ខៀវបញ្ជាក់ពីមានវត្តមានអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ លោហៈទង់ដែងដែលបោះបង់ពីរអេឡិចត្រុងក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ លោហៈទង់ដែងជារេដុករ វារងអុកស៊ីតកម្ម ៖

$$Cu(s) \xrightarrow{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

ក្នុងពេលប្រតិកម្ម អេឡិចត្រុងដែលបោះបង់ដោយលោហៈ Cu ត្រូវបានអ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ ទទួលយក ។ សមីការតុល្យការប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ៖

$$Ag^+(aq) + 1e^- \longrightarrow Ag(s) \quad (\times 2)$$

$$Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$$

$$2Ag^+(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

## 1.3. ជាទូទៅ

- ប្រតិកម្មដែលមានបោះបង់និងការចាប់យកអេឡិចត្រុងជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មឬប្រតិកម្មរេដុក ។
- អុកស៊ីតកម្ម គឺជាលំនាំបោះបង់អេឡិចត្រុង
- រេដុកម្ម គឺជាលំនាំចាប់យកអេឡិចត្រុង
- ប្រភេទគីមី (អាតូម ម៉ូលេគុល អ៊ីយ៉ុង) ដែលចាប់យកអេឡិចត្រុងជាអុកស៊ីតករ ។
- ប្រភេទគីមី (អាតូម ម៉ូលេគុល អ៊ីយ៉ុង) ដែលបោះបង់អេឡិចត្រុងជារេដុករ ។

## 1.4. គូអុកស៊ីតករ-រេដុករឬគូរេដុកនៃលោហៈ

ក. គូ $Cu^{2+}/Cu$

តាមប្រតិកម្មទាំងពីរខាងដើម ធាតុទង់ដែងមានតួនាទីពីរយ៉ាង ៖

- ក្នុងចំណុច 1.1 អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ជាអុកស៊ីតករ វាទទួលយកអេឡិចត្រុង ហើយក្លាយជាលោហៈ Cu ៖ $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \xrightarrow{\text{រេដុកម្ម}} Cu(s)$
- ក្នុងចំណុច 1.2 លោហៈ Cu ជារេដុករ វាបោះបង់អេឡិចត្រុង ហើយក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ៖ $Cu(s) \xrightarrow{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} Cu^{2+}(aq) + 2e^-$

គេអាចផ្តុំកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃបំលែងទាំងពីររបស់ធាតុ Cu តាមគំនូសបំប្រួញ ៖

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$$

សញ្ញា $\rightleftharpoons$ បញ្ជាក់ថាការប្តូរអេឡិចត្រុងអាចប្រព្រឹត្តទៅតាមទិសដៅពីរ ។ គេថា $Cu^{2+}$ និង Cu បង្កើតបានគូអុកស៊ីតករ / រេដុករ ឬគូរេដុក ដែលតាងដោយ $Cu^{2+}/Cu$ ។

### ខ. ជាទូទៅ

លោហៈ M រងអុកស៊ីតកម្មក្លាយជាអ៊ីយ៉ុង $M^{n+}$ ៖ $M \xrightarrow{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} M^{n+} + ne^-$

អ៊ីយ៉ុង $M^{n+}$ រងរេដុកម្ម ក្លាយជាលោហៈ M ៖ $M^{n+} + ne^- \xrightarrow{\text{រេដុកម្ម}} M$

លទ្ធផលទាំងពីរអាចតាងដោយកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង : $M^{n+} + ne^- \rightleftharpoons M$

ត្រូវនិងគូអុកស៊ីតករ / រេដុករ ៖ $M^{n+}/M$ (មើលតារាងទី 1.1) ។

**តារាងទី 1.1 : គូអុកស៊ីតករ / រេដុករ ($M^{n+}/M$) ខ្លះៗ**

| គូ $M^{n+}/M$ | កន្លះសមីការអេឡិចត្រុង |
|---|---|
| $Al^{3+}/Al$ | $Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$ |
| $Fe^{2+}/Fe$ | $Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$ |
| $Pb^{2+}/Pb$ | $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$ |
| $Mg^{2+}/Mg$ | $Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$ |
| $Ag^{+}/Ag$ | $Ag^{+}(aq) + 1e^- \rightleftharpoons Ag(s)$ |

# 2. អំពើនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតលើលោហៈ

## 2.1. សូលុយស្យុងអាស៊ីត

### ក. អ៊ីដ្រូសែនក្លរួ

អ៊ីដ្រូសែនក្លរួជាឧស្ម័នរលាយយ៉ាងខ្លាំងក្នុងទឹក ។ សូលុយស្យុងរបស់វាហៅថា អាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ។ នៅក្នុងទឹក អ៊ីដ្រូសែនក្លរួបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $H^+$ និង $Cl^-$ ដែលតាងដោយសមីការតុល្យការ

$$HCl(g) \xrightarrow{\text{ទឹក}} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

### ខ. អាស៊ីតស៊ុលផួរិច

អាស៊ីតស៊ុលផួរិចសុទ្ធជាអង្គធាតុរាវនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ។ ក្នុងទឹកវាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $H^+$ និង $SO_4^{2-}$ ដែលមានសមីការតុល្យការ : $H_2SO_4(l) \xrightarrow{\text{ទឹក}} 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

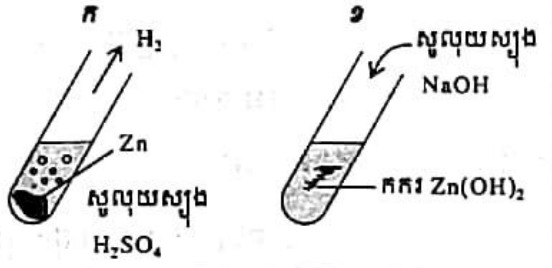
## 2.2. អំពើនៃលោហៈជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីត

### ក. លោហៈស័ង្កសី (Zn)

- គេដាក់គ្រាប់ស័ង្កសីទៅក្នុងបំពង់សាកដែលមានសូលុយស្យុង HCl ឬ $H_2SO_4$ រាវ (រូបទី 1.4ក) គេសង្កេតឃើញឧស្ម័ន $H_2$ ភាយឡើងនិងសូលុយស្យុងថ្លា ។ ដូច្នេះអ៊ីយ៉ុង $H^+$ នៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតបានបំលែងទៅជាឧស្ម័ន $H_2$ ដែលតាងដោយកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង ៖

$2H^+(aq) + 2e^- \xrightarrow{\text{រេដុកម្ម}} H_2(g)$ អ៊ីយ៉ុង $H^+$ចាប់យកអេឡិចត្រុង វាជាអុកស៊ីតករ ។

- បើគេបន្តក់សូលុយស្យុងស៊ូតទៅក្នុងសូលុយស្យុងថ្លា (រូបទី 1.4ខ) គេឃើញមានកករស័ង្កសីអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($Zn(OH)_2$) ។ ដូច្នេះ Zn បានប្លែងទៅជាអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$ ។ ស័ង្កសីបោះបង់អេឡិចត្រុង វាជារេដុករ ។ កន្លះសមីការអេឡិចត្រុងតាងដោយ :



រូបទី 1.4 : ក. ប្រតិកម្មរវាង Zn និងសូលុយស្យុងអាស៊ីត
ខ. វិភាគរកវត្តមានអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$

$$Zn(s) \xrightarrow{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} Zn^{2+}(aq) + 2e^- \text{ ។}$$

សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្ម បានមកពីផលបូកនៃកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង :

$$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$$
$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$$
$$2H^+(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$$

ប្រតិកម្មនេះ ជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ដែលមានគូអុកស៊ីតករ / រេដុករចូលរួម : $H^+$ /$H_2$ និង $Zn^{2+}$ /Zn ។

## ខ. លោហៈដែកនិងអាលុយមីញ៉ូម

ដែកនិងអាលុយមីញ៉ូមមានអំពើជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីត HCl ឬ $H_2SO_4$ រាវដោយបំភាយ $H_2$ និងឱ្យផលអ៊ីយ៉ុង $Fe^{2+}$ និង $Al^{3+}$ ។

**សមីការតុល្យការ**

អុកស៊ីតកម្ម : $Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$

រេដុកម្ម : $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$

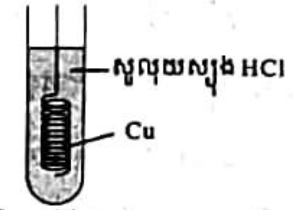
$$2H^+(aq) + Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$$

អុកស៊ីតកម្ម : $Al(s) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3e^-$ ( ×2)

រេដុកម្ម : $2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$ ( ×3)

$$6H^+(aq) + 2Al(s) \longrightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$$

### គ. លោហៈទង់ដែងនិងប្រាក់




*រូបទី 1.5 : សរសៃទង់ដែងក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច*

អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចនិងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវគ្មានអំពើជាមួយទង់ដែងនិងប្រាក់ទេ (រូបទី 1.5) ។

### ឃ. ជាទូទៅ

អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចនិងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវមានអំពើលើលោហៈមួយចំនួនដូចជា Al , Fe , Zn , Mg ... ។ ប៉ុន្តែអាស៊ីតទាំងពីរនេះគ្មានអំពើលើលោហៈមួយចំនួនដូចជា Cu , Ag , Hg , Au , Pt ... ។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ដែលកើតឡើងរវាងគូអុកស៊ីតករ / រេដុករ : $M^{n+}/M$ និង $H^{+}/H_2$ គឺមានភាយ $H_2$ និងមានកំណអ៊ីយ៉ុងលោហៈ $M^{n+}$ ។

## 3. គូរេដុក

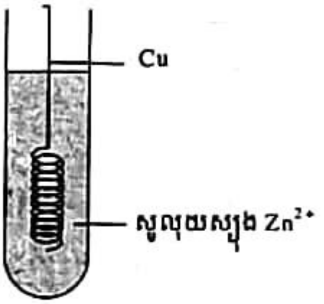
### 3.1. គោលការណ៍ចំណែកថ្នាក់

- ក្នុងករណីគូ $Cu^{2+}/Cu$ និង $Zn^{2+}/Zn$ គេសង្កេតឃើញអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ មានអំពើជាមួយលោហៈស័ង្កសី (ចំណុច 1.1 ) ដែលមានសមីការតុល្យការ :

$$Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

អុកស៊ីតកម្ម ($Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq)$)

រេដុកម្ម ($Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s)$)



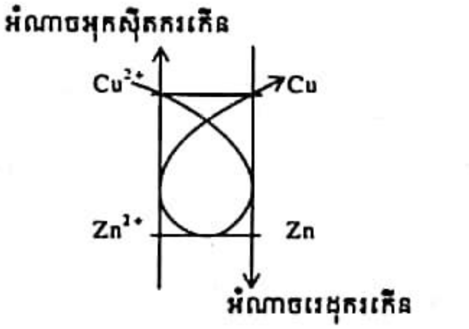

*រូបទី 1.6 : ទង់ដែងគ្មានអំពើជាមួយអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$*

ក្នុងប្រតិកម្មនេះ អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្មដោយលោហៈ Zn ។

ពិសោធន៍(រូបទី 1.6)បញ្ជាក់ថា ប្រតិកម្មតាមទិសដៅ:

$$Cu(s) + Zn^{2+}(aq) \longrightarrow Zn(s) + Cu^{2+}(aq)$$

មិនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានទេ ។ អ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$ មិនអាចរងរេដុកម្មដោយលោហៈ Cu បានទេ ។




*រូបទី 1.7 : ចំណែកថ្នាក់គូ $Cu^{2+}/Cu$ និង $Zn^{2+}/Zn$ និងការប្រើសញ្ញា ♂*

គេនិយាយថាអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង $Zn^{2+}$ ។ លោហៈ Zn ជារេដុករខ្លាំងជាងលោហៈ Cu ។ គេអាចធ្វើចំណែកថ្នាក់តាមអំណាចអុកស៊ីតករនិងរេដុករដូចរូបទី 1.7 ។

*សំគាល់* : និមិត្តសញ្ញា $\gamma$ (កាម៉ា) រំលឹកប្រាប់យើងដឹងថាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯង រវាងអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ និងលោហៈ Zn ឱ្យផលជា $Zn^{2+}$ និង Cu ។

ជាទូទៅ : ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែលកើតឯង រវាងគូរេដុកពីរ គឺប្រព្រឹត្តទៅរវាងអុកស៊ីតករខ្លាំងនិងរេដុករខ្លាំងឱ្យផលជាអុកស៊ីតករខ្សោយនិងរេដុករខ្សោយ ។

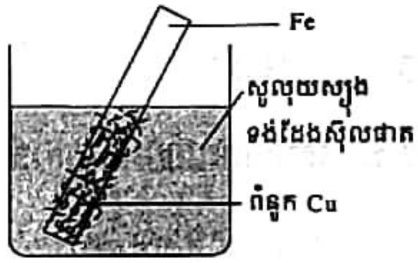
អុកស៊ីតករខ្លាំង + រេដុករខ្លាំង $\longrightarrow$ អុកស៊ីតករខ្សោយ + រេដុករខ្សោយ

## 3.2. ចំណែកថ្នាក់គូអុកស៊ីតករ/រេដុករ : អ៊ីយ៉ុងលោហៈ/លោហៈ

- គូ $Fe^{2+}/Fe$ និង $Cu^{2+}/Cu$

យើងត្រាំបន្ទះលោហៈដែកក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត យើងសង្កេតឃើញមានប្រតិកម្មកើតឡើង:

$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^-$$
$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$
$$Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$$



*រូបទី 1.8 : ប្រតិកម្មរវាង* Fe *និង* $Cu^{2+}$

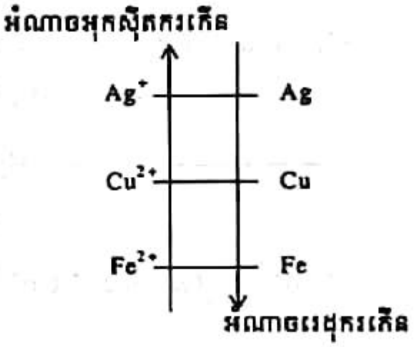
អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង $Fe^{2+}$ ។ លោហៈ Fe ជារេដុករខ្លាំងជាងលោហៈCu ។

- គូ $Cu^{2+}/Cu$ និង $Ag^+/Ag$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មសរសេរ(ចំណុច 1.2):

$$2Ag^+(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

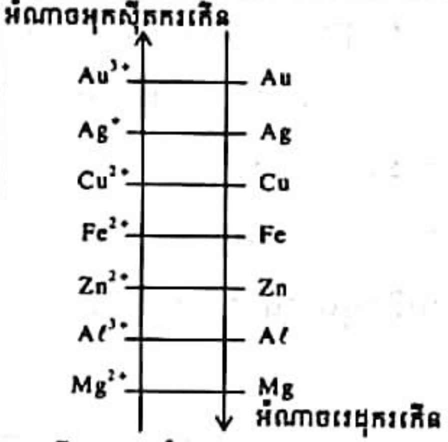
ដូច្នេះ អ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ គេអាចធ្វើចំណែកថ្នាក់នៃគូទាំងបី $Fe^{2+}/Fe$ , $Cu^{2+}/Cu$ និង $Ag^+/Ag$ ដូចរូបទី 1.9 ។



*រូបទី 1.9 : ចំណែកថ្នាក់គូ* $Fe^{2+}/Fe$ $Cu^{2+}/Cu$ *និង* $Ag^+/Ag$

- បើគេចេះតែធ្វើពិសោធន៍ដូចករណីខាងលើ គេអាចធ្វើចំណែកថ្នាក់នៃគូអ៊ីយ៉ុងលោហៈ/លោហៈ ដូចរូបទី 1.10 ។

## ៣.៣. ទីតាំងគូ $H^+/H_2$ ក្នុងចំណែកថ្នាក់




*រូបទី 1.10 : ចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូតិចនៃគូអ៊ីយ៉ុងលោហៈ / លោហៈ*

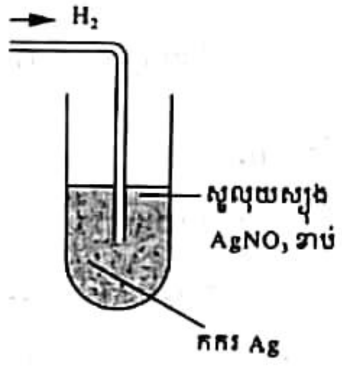
- គូ $H^+/H_2$ និង $Fe^{2+}/Fe$

សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯង (ចំណុច 2.2)

$$2H^+(aq) + Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$$

អ៊ីយ៉ុង $H^+$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង $Fe^{2+}$ ។

- គូ $H^+/H_2$ និង $Ag^+/Ag$




*រូបទី 1.11 : អំពើនៃ $H_2$ លើសូលុយស្យុង $AgNO_3$ ទាប់*

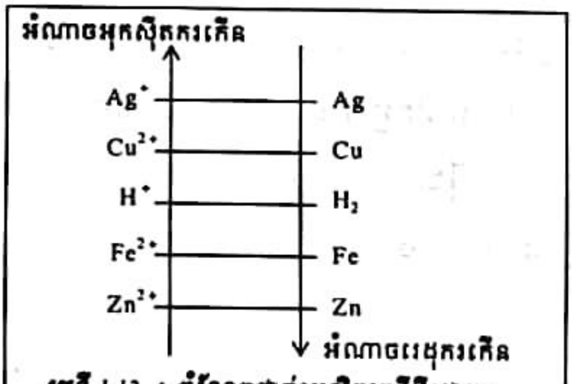
បើគេបញ្ចូលឧស្ម័ន $H_2$ ទៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាតគេសង្កេតឃើញកករ Ag ពណ៌ខ្មៅកើតឡើង (រូបទី 1.11) ។ សមីការតុល្យការប្រតិកម្មបានមកពីផលបូកនៃកន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិច:

$$Ag^+(aq) + 1e^- \longrightarrow Ag(s) \quad (\times 2)$$

$$H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$$

$$2Ag^+(aq) + H_2(g) \longrightarrow 2H^+(aq) + 2Ag(s)$$

អ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង $H^+$ ។ ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនជារេដុករខ្លាំងជាងលោហៈ Ag ។ គេបានទីតាំងគូ $H^+/H_2$ ក្នុងចំណែកថ្នាក់នៃគូអុកស៊ីតករ / រេដុករៈ អ៊ីយ៉ុងលោហៈ/លោហៈ ដូចរូបទី 1.12 ។



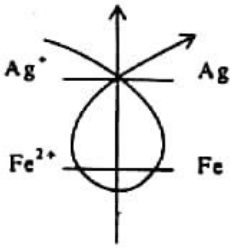

*រូបទី 1.12 : ចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូតិចដោយមានគូ $H^+/H_2$*

## ៣.៤. ព្យាករណ៍នៃប្រតិកម្មកើតឯង

- គោលការណ៍

ប្រតិកម្មកើតឯងរវាងប្រភេទគីមីនៅក្នុងគូរេដុកពីរ គឺកើតឡើងរវាងអុកស៊ីតករខ្លាំងនិងរេដុករខ្លាំង ។

• ប្រតិកម្មរវាងគូ $M^{n+}/M$



រូបទី 1.13 : ប្រតិកម្មកើតឯងរវាង $Ag^{+}/Ag$ និង $Fe^{2+}/Fe$

ក្នុងគូ $Fe^{2+}/Fe$ និង $Ag^{+}/Ag$ អុកស៊ីតករខ្លាំង គឺអ៊ីយ៉ុង $Ag^{+}$ ចំណែករេដុករខ្លាំងគឺ Fe ។ តាមគោលការណ៍ចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមី គេអាចព្យាករថា ប្រតិកម្មកើតឯងមានសមីការតុល្យការ (រូបទី 1.13) :

$$Ag^{+}(aq) + 1e^{-} \longrightarrow Ag(s) \quad (\times 2)$$

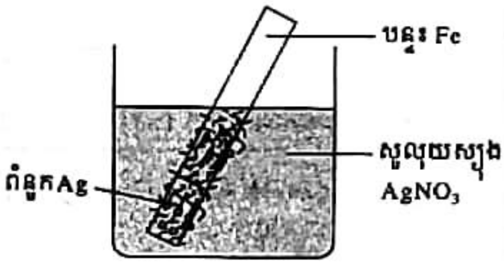
$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$2Ag^{+}(aq) + Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

អុកស៊ីតករខ្លាំង　រេដុករខ្លាំង　អុកស៊ីតករខ្សោយ　រេដុករខ្សោយ

***ពិសោធន៍***

បើគេត្រាំបន្ទះលោហៈ Fe ទៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត (រូបទី 1.14) គេសង្កេតឃើញមានពំនូកលោហៈ Ag ពណ៌ខ្មៅតោងជាប់បន្ទះលោហៈ Fe ។



រូបទី 1.14 : ប្រតិកម្មកើតឯងរវាងគូ $Fe^{2+}/Fe$ និង $Ag^{+}/Ag$

ជាទូទៅ អ៊ីយ៉ុងលោហៈអាចរងរេដុកម្មដោយលោហៈដែលមានទីតាំងនៅពីក្រោមអ៊ីយ៉ុងលោហៈនោះ ក្នុងចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមី (មើលរូបទី 1.10) ។

• ប្រតិកម្មរវាង $H^{+}$ និងលោហៈ

អ៊ីយ៉ុង $H^{+}$ អាចរងរេដុកម្មដោយលោហៈដែលជារេដុករខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែន ។ លោហៈទាំងនោះនៅខាងក្រោម $H_2$ ក្នុងចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមី (មើលរូបទី 1.12) ។

## មេរៀនសង្ខេប

- ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ឬប្រតិកម្មរេដុក ជាប្រតិកម្មមានបន្ទេរអេឡិចត្រុងរវាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ រេដុករជាអ្នកបោះបង់អេឡិចត្រុង ។ អុកស៊ីតករជាអ្នកទទួលយកអេឡិចត្រុង ។
- ចំពោះលោហៈគេអាចតាងគូរេដុកដោយ : $M^{n+}/M$ ហើយគូនេះត្រូវនឹងកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង : $M^{n+} + ne^- \rightleftharpoons M$
- សូលុយស្យុងអាស៊ីតមានអ៊ីយ៉ុង $H^+$ ឬ $H_3O^+$ ។ អ៊ីយ៉ុង $H^+$ មានគូរេដុក $H^+/H_2$ ត្រូវនឹងកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង : $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ ។
- ក្នុងចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមី គូរេដុកស្ថិតនៅខាងលើមានអុកស៊ីតករខ្លាំង ឯគូរេដុកខាងក្រោមមានរេដុករខ្លាំង ។
- តាមចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមីគេអាចកំណត់ទិសដៅនៃប្រតិកម្ម ដោយអនុវត្តតាមវិធានកាម៉ា $\gamma$ គឺអុកស៊ីតករខ្លាំងមានអំពើជាមួយរេដុករខ្លាំង ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរឱ្យឈ្មោះនិងនិមិត្តសញ្ញានៃលោហៈដែលធ្លាប់ប្រើឱ្យបានប្រាំ ព្រមទាំងអ៊ីយ៉ុងដែលត្រូវនឹងវាផង ។
2. ចូរសរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូ $M^{n+}/M$ ។ តើណាមួយជាអុកស៊ីតករនិងរេដុករ ។
3. ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចនិងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវ តើមានវត្ថុមានអ៊ីយ៉ុងអ្វីខ្លះ ? តើអ៊ីយ៉ុងណាមួយដែលធ្វើឱ្យសូលុយស្យុងមានលក្ខណៈអាស៊ីត ?
4. គេឱ្យស័ង្កសីមានអំពើជាមួយអ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ នៃសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ។

   ក. ចូរសរសេរគូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្ម ។

   ខ. តើមានអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតអ្វីខ្លះនៅពេលប្រតិកម្ម ? សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងដែលត្រូវនឹងគូរេដុកនីមួយៗ ខាងលើនេះ ។

   គ. តើអំណះអំណាងនេះត្រូវឬខុស ?

   អ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ រងអុកស៊ីតកម្មដោយលោហៈស័ង្កសី ។

   អ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ រងរេដុកម្មដោយលោហៈស័ង្កសី ។

# 2 ប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

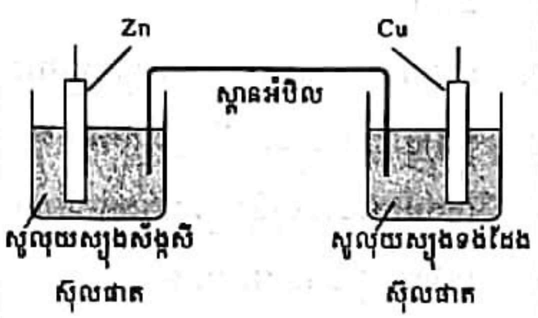
**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ ឱ្យនិយមន័យប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេដុកម្មនិងប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $M^{n+}/M$
- ❑ ធ្វើចំណែកថ្នាក់តាមបរិមាណនៃគូអុកស៊ីតករ / រេដុករ
- ❑ សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មពេលថ្មពិលដំណើរការ
- ❑ ព្យាករណ៍ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯង ។

## 1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មក្នុងថ្មពិល

### 1.1. ថ្មពិលស័ង្កសី/ទង់ដែង (ថ្មពិលដាញ៉ែល)

#### ក. ពណ៌នាថ្មពិលដាញ៉ែល



*រូបទី 2.1 : គំនូសបំព្រួញថ្មពិលដាញ៉ែល*

ពាក់កណ្តាលពិល : ថ្មពិលដាញ៉ែលមានពីរផ្នែក (រូបទី 2.1)

- បន្ទះស័ង្កសីត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងស័ង្កសីស៊ុលផាត $(Zn^{2+} + SO_4^{2-})$ ។ សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល $Zn^{2+}/Zn$ ដែលមានកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង :

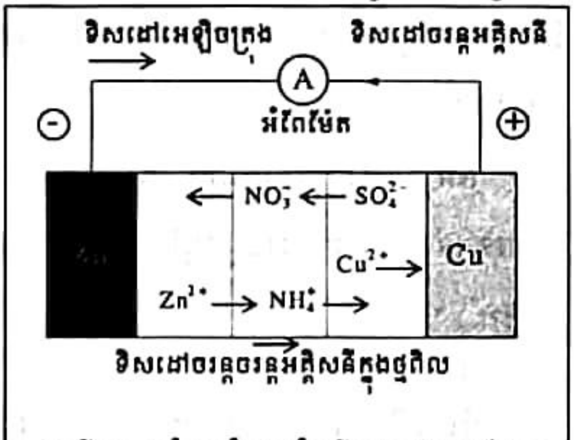
$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$$

- បន្ទះទង់ដែងត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ ។ សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល $Cu^{2+}/Cu$ ដែលមានកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង :

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$$

**ស្ពានអំបិល ឬស្ពានអ៊ីយ៉ុងឬស្ពានអេឡិចត្រូលីត** : គេអាចធ្វើពីក្រដាសដែលភ្លោកដោយសូលុយស្យុង KCl ឬ NaCl ឬ $NH_4NO_3$ ។ វាមាននាទីសម្រាប់បិទសៀគ្វីនិងធានាមិនឱ្យសូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្តាលពិលនៅលាយឡំគ្នា ។

## ១. ដំណើរការថ្មពិលដានៀល




*រូបទី 2.2 : គំនូសបំព្រួញដំណើរការថ្មពិលដានៀល*

***ពិសោធន៍ :*** គេភ្ជាប់បន្ទះ Zn និង Cu នៃថ្មពិលដានៀលដោយខ្សែចម្លងទៅនិងអំពែម៉ែតមួយ ដើម្បីសង្កេតការឆ្លងកាត់នៃចរន្តអគ្គិសនី (រូបទី 2.2) ។

***សង្កេត :*** អំពែម៉ែតបង្ហាញថាមានចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់សៀគ្វីក្រៅ ដែលមានអាំងតង់ស៊ីតេ 2 ឬ 3 មីលីអំពែ ។ ចរន្តអគ្គិសនីធ្វើដំណើរពីអេឡិចត្រូត Cu ទៅអេឡិចត្រូត Zn ។

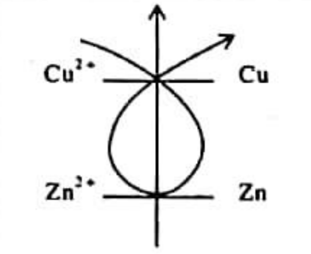
***បំណកស្រាយ***

- **នៅអេឡិចត្រូតស័ង្កសី :** លោហៈស័ង្កសីបានបោះបង់ $2e^-$ របស់វាក៏ក្លាយទៅជា $Zn^{2+}$ និងរលាយទៅក្នុងសូលុយស្យុង ។ អេឡិចត្រុងដែលបានបោះបង់ដោយ Zn ធ្វើដំណើរតាមសៀគ្វីក្រៅទៅកាន់អេឡិចត្រូត Cu ។ លោហៈ Zn រងអុកស៊ីតកម្ម :

  $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

- **នៅអេឡិចត្រូតទង់ដែង :** អេឡិចត្រុងដែលទៅដល់អេឡិចត្រូត Cu វាមិនអាចឆ្លងកាត់ទៅក្នុងសូលុយស្យុងបានទេ ។ អេឡិចត្រុងទាំងនោះត្រូវបាន $Cu^{2+}$ ដែលនៅក្បែរផ្ទៃអេឡិចត្រូតទង់ដែងចាប់យក ហើយក្លាយជាអាតូម Cu និងតោងជាប់លើផ្ទៃអេឡិចត្រូត ។ អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្ម : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

  ចំនួន $e^-$ ដែលបោះបង់ដោយអេឡិចត្រូត Zn ស្មើនឹងចំនួន $e^-$ ដែលទទួលយកដោយអេឡិចត្រូត Cu ។




*រូបទី 2.3 : វិធានកាម៉ា*

សមីការតុល្យការនៃបំលែងគីមីក្នុងថ្មពិលបានមកពីផលបូកកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង :

$$
\begin{array}{l}
Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s) \\
\underline{Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-} \\
Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)
\end{array}
$$

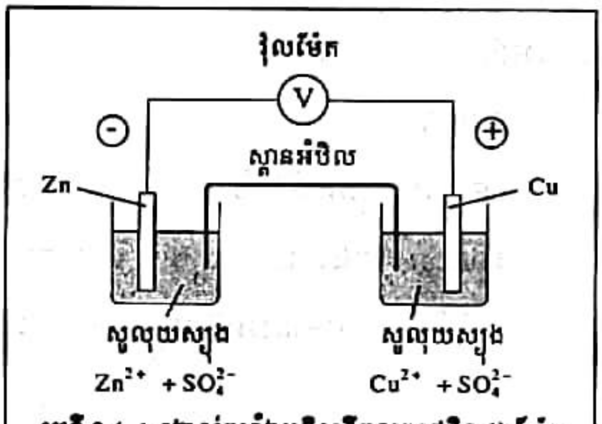
សមីការតុល្យការនេះដូចគ្នានិងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មនៃលោហៈ Zn និងអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ។ ជាទូទៅប្រតិកម្មកើតក្នុងថ្មពិលអុកស៊ីដូរេដុកម្មជាប្រតិកម្មកើតឯងរវាងគូរេដុកទាំង

ពីរដែលបង្កថ្មពិល ។ ដូចនេះគេអាចសរសេរសមីការតុល្យការរបស់វាដោយអនុវត្តតាមវិធានកាម៉ា (រូបទី 2.3) ។

ថ្មពិលដាញ៉ែលជាជនិតា ដែលមានលោហៈ Zn ជាប៉ូលអវិជ្ជមាន (-) និងលោហៈ Cu ជាប៉ូលវិជ្ជមាន (+) ។ តាមការសន្មតថ្មពិលដាញ៉ែលមានគំនូសបំព្រួញ :

| ⊖ Zn | \| | $Zn^{2+}$ | ‖ | $Cu^{2+}$ | \| | Cu ⊕ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ប៉ូលអវិជ្ជមាន | | សូលុយស្យុង | ស្ពានអំបិល | សូលុយស្យុង | | ប៉ូលវិជ្ជមាន |

**កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល** : គេភ្ជាប់វ៉ុលម៉ែតដែលមានរេស៊ីស្តង់ធំ (យ៉ាងតិច 1MΩ) ទៅប៉ូលនៃថ្មពិល គេសង្កេតឃើញវ៉ុលម៉ែតបង្ហាញកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ E នៃថ្មពិល (រូបទី 2.4) ។



*រូបទី 2.4 : រង្វាស់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករថ្មពិលដាញ៉ែល*

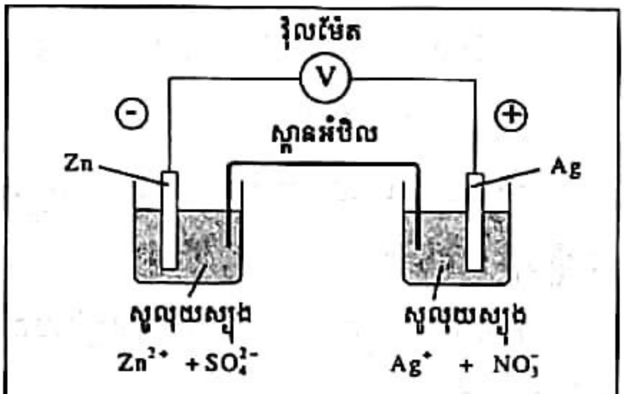
កាលណាសូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្ដាលថ្មពិលមានកំហាប់ស្មើគ្នាគឺ $1mol.L^{-1}$ វ៉ុលម៉ែតបង្ហាញកម្លាំងអគ្គិសនីចលករប្រហែល 1.10V ។

$$E_{Zn/Cu} = V_{Cu} - V_{Zn} \sim 1.10V$$

## 1.2. ថ្មពិលផ្សេងទៀត

### ក. ថ្មពិលស័ង្កសី / ប្រាក់

ថ្មពិលនេះផ្សំដោយពាក់កណ្ដាលពិល $Zn^{2+}/Zn$ និង $Ag^{+}/Ag$ (រូបទី 2.5) ។ បើសូលុយស្យុងស័ង្កសីស៊ុលផាតនិងប្រាក់នីត្រាតដែលមានកំហាប់ $1mol.L^{-1}$ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិលគឺ $E_{Zn/Ag} = V_{Ag} - V_{Zn} = 1.56V$



*រូបទី 2.5 : រង្វាស់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករថ្មពិលស័ង្កសី / ប្រាក់*

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មពេលថ្មពិលដំណើរការ

$$Ag^{+}(aq) + 1e^{-} \longrightarrow Ag(s) \quad (\times 2)$$

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$2Ag^{+}(aq) + Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$$

គំនូសបំព្រួញថ្មពិលស័ង្កសី / ប្រាក់ : ⊖ $Zn/Zn^{2+}$ ‖ $Ag^{+}/Ag$ ⊕

១. ថ្មពិល Cu/Ag

ថ្មពិលនេះផ្សំដោយភ្ជាប់កណ្ដាលពិល $Cu^{2+}/Cu$ និង $Ag^{+}/Ag$ ។ បើសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាតនិងប្រាក់នីត្រាតមានកំហាប់ $1 mol \cdot L^{-1}$ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល គឺ

$E_{Cu/Ag} = V_{Ag} - V_{Cu} = 0.46V$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មពេលថ្មពិលដំណើរការ :

$2Ag^{+}(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

តំនួសបំប្រួញថ្មពិលទង់ដែង / ប្រាក់ : $\ominus Cu/Cu^{2+} \, \vdots \, Ag^{+}/Ag \oplus$

ក្នុងថ្មពិលដែលផ្សំដោយពីរគូនៃអ៊ីយ៉ុងលោហៈ / លោហៈជាជនិតាដែលមានបំលែងគីមីដូចប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯងរវាងគូទាំងពីរនោះ ។ ប៉ូលអវិជ្ជមាន (-) ធ្វើពីលោហៈដែលជារេដុករខ្លាំងជាងលោហៈដែលធ្វើជាប៉ូលវិជ្ជមាន (+) ។

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិលអាស្រ័យនិងគូអ៊ីយ៉ុងលោហៈ/ លោហៈដែលប្រើនិងកំហាប់អ៊ីយ៉ុងលោហៈក្នុងសូលុយស្យុង ។

# 2. ចំណាត់ថ្នាក់អុកស៊ីដូរេដុកម្មស្តង់ដា

## 2.1. ចំណែកថ្នាក់នៃគូអុកស៊ីតករ/រេដុករ

គេបានសិក្សាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល គឺ $E_{Zn/Cu} = 1.10V$ , $E_{Zn/Ag} = 1.56V$ $E_{Cu/Ag} = 0.46V$ ។ គេសង្កេតឃើញថា ៖

- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករកាន់តែធំ កាលណាគំលាតរវាងគូអ៊ីយ៉ុងលោហៈ/ លោហៈកាន់តែឆ្ងាយនៅក្នុងចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមី ។
- ផលបូក $E_{Zn/Cu} + E_{Cu/Ag} = E_{Zn/Ag}$

  $1.10V + 0.46V = 1.56V$

តាមទំនាក់ទំនងនេះ គេអាចធ្វើចំណែកថ្នាក់គូរេដុកទាំងបីខាងលើនេះនៅលើអ័ក្សឈរដែលក្រិតជាវ៉ុល (Volt) (រូបទី 2.6) ។

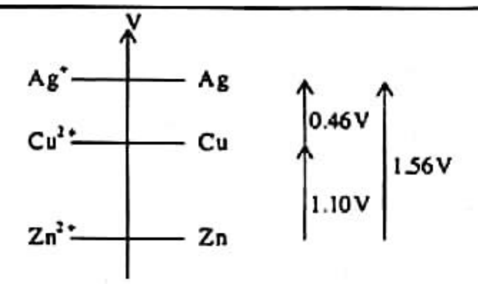
បើគេយកគូ $Cu^{2+}/Cu$ ជាគោល (សន្មត $V_{Cu^{2+}/Cu} = 0V$ ) ដើម្បីកំណត់ទីតាំងនៃគូពីរទៀត ។ គេបាន :

$E_{Zn/Cu} = V_{Cu^{2+}/Cu} - V_{Zn^{2+}/Zn} = 1.10V$ គេបាន $V_{Zn^{2+}/Zn} = -1.10V$

ដូចនេះប៉ូតង់ស្យែលនៃគូ $Zn^{2+}/Zn$ ត្រូវមានទីតាំងនៅក្រោមគូ $Cu^{2+}/Cu$ ។

$E_{Cu/Ag} = V_{Ag^{+}/Ag} - V_{Cu^{2+}/Cu} = 0.46V$

គេបាន $V_{Ag^{+}/Ag} = 0.46V$ ។ ដូចនេះប៉ូតង់ស្យែលនៃគូ $Ag^{+}/Ag$ ត្រូវមានទីតាំងនៅលើគូ $Cu^{2+}/Cu$ ។




រូបទី 2.6 : ចំណែកថ្នាក់នៃគូ : $Ag^{+}/Ag$ $Cu^{2+}/Cu$ និង $Zn^{2+}/Zn$

គេសង្កេតឃើញ:

$$E_{Zn/Ag} = V_{Ag^{+}/Ag} - V_{Zn^{2+}/Zn}$$
$$= 0.46-(-1.10) = 1.56V$$

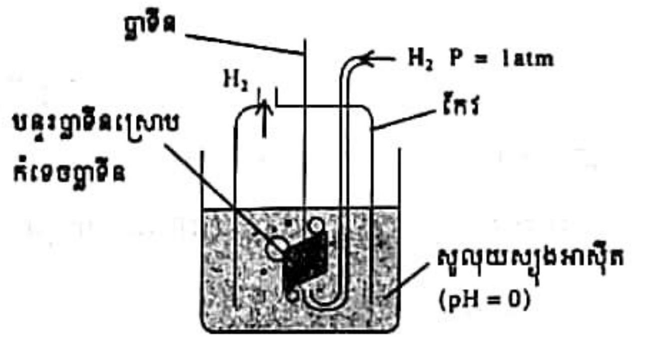
ដូច្នេះតាមរយៈតម្លៃកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល គេអាចធ្វើចំណែកថ្នាក់តាមបរិមាណនៃគូរេដុក ។

## 2.2. សញ្ញាណអេឡិចត្រូតគោល

គេបានវាស់ឃើញកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល $Zn \mid Zn^{2+} \parallel Cu^{2+} \mid Cu$ ស្មើ 1.10V និងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល $Cu \mid Cu^{2+} \parallel Ag^{+} \mid Ag$ ស្មើ 0.46V ។ តាមលទ្ធផលនេះ គេអាចនិយាយថា ប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូតស័ង្កសីធៀបនិងអេឡិចត្រូតទង់ដែងស្មើ –1.10V និងអេឡិចត្រូតប្រាក់ធៀបនិងអេឡិចត្រូតទង់ដែងស្មើ +0.46V ។ តម្លៃប៉ូតង់ស្យែលដែលគេវាស់ឃើញនេះជាប៉ូតង់ស្យែលធៀបនឹងអេឡិចត្រូតគោលទង់ដែង ។ ប៉ុន្តែអេឡិចត្រូតគោលសម្រាប់វាស់ប៉ូតង់ស្យែល គឺអេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន ។

### ក. អេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន (ESH)

អេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន( ESH : Electrode Standard à Hydrogène ឬ SHE : Standard Hydrogen Electrode) ផ្សំដោយបន្ទះប្លាទីនត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចកំហាប់ $1mol.L^{-1}$ និងឱ្យចរន្តអ៊ីដ្រូសែនឆ្លងកាត់ដែលមានសម្ពាធ P = 1atm (រូបទី 2.7) ។




រូបទី 2.7 : អេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន

## ១. គូរេដុកនៃអេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន

ដោយសារវត្ថុមានបន្ទុះប្លាទីនទើប $H_2$ និងអ៊ីយ៉ុង $H^+$ មានបណ្តូរអេឡិចត្រុងតាមកន្លះសមីការ : $2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$ ត្រូវនឹងគូរេដុក $H^+ / H_2$ ។ គេតាងអេឡិចត្រូតអ៊ីដ្រូសែនដោយតំនូសបំប្រួញ : $Pt , H_2/H^+$ ។

គេវាស់ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុកដទៃទៀតដោយធៀបនឹង ESH ។ គេសន្មតថាប៉ូតង់ស្យែល ESH ស្មើសូន្យនៅគ្រប់សីតុណ្ហភាពដែលតាងដោយ : $V_{ESH} = E°_{H^+/H_2} = 0$ ។

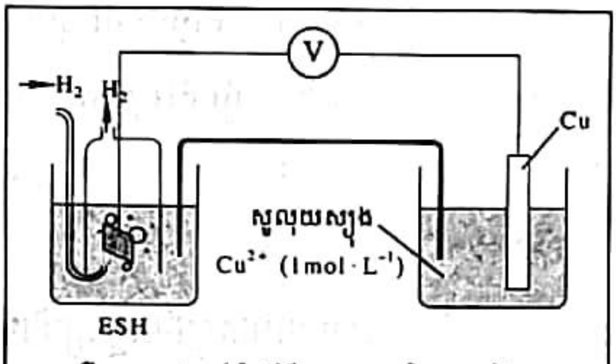
សន្ទស្សន៍«o» នៅលើ E បញ្ជាក់ថា នៅលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា ($pH = 0$ ,$P = 1atm$ )។

## 2.3. ប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេកម្មនៃគូ $M^{n+} / M$

### ក. គូ $Cu^{2+} / Cu$

គេបង្កើតថ្មពិលមួយ ដោយប្រើពាក់កណ្តាលពិល $Cu^{2+} / Cu$ និង ESH (រូបទី 2.8) ។ វ៉ុលម៉ែតដែលតភ្ជាប់ប៉ូលទាំងពីរនៃថ្មពិលបង្ហាញថា ប៉ូល (+) នៃថ្មពិល គឺអេឡិចត្រូតទង់ដែង ហើយកម្លាំងអគ្គិសនីចលករគឺ $E = 0.34V$ ។

$$E = V_{Cu^{2+}/Cu} - V_{ESH} = 0.34V$$



*រូបទី 2.8 : រង្វាស់ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកនៃគូ $Cu^{2+} / Cu$*

ដោយ $V_{ESH} = 0$ នោះ $E = V_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34V$ គេថាប៉ូតង់ស្យែលរេដុកនៃគូ $Cu^{2+} / Cu$ គឺ $E_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34V$ ។ តម្លៃប៉ូតង់ស្យែលរេដុកអាស្រ័យនឹងកំហាប់អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ និងសីតុណ្ហភាព ។

### ខ. គូ $Zn^{2+} / Zn$

គេបង្កើតថ្មពិលមួយពីពាក់កណ្តាលពិល $Zn^{2+} / Zn$ និង ESH ។ វ៉ុលម៉ែតបង្ហាញថាប៉ូល (+) គឺអេឡិចត្រូតប្លាទីននៃ ESH ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល $E = 0.76V$ ។

$E = V_{ESH} - V_{Zn^{2+}/Zn} = 0.76V$ ដោយ $V_{ESH} = 0$ នាំឱ្យ $V_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$ ។ ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកនៃគូ $Zn^{2+} / Zn$ គឺ $E_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$ ។ តម្លៃនេះប្រែប្រួលតាមកំហាប់ $Zn^{2+}$ និងសីតុណ្ហភាពនៃសូលុយស្យុង ។

គ. ជាទូទៅ

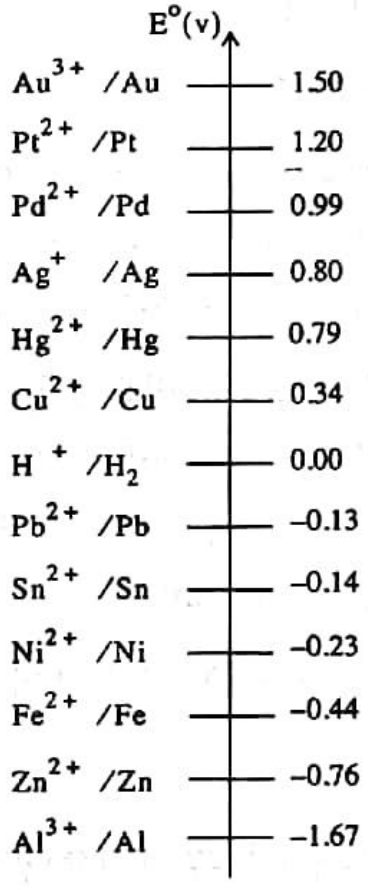
ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកនៃគូ $M^{n+}/M$ ស្មើនឹងប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូតលោហៈត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងអ៊ីយ៉ុង $M^{n+}$ ធៀបនឹងអេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន (ESH) ។

$E_{M^{n+}/M} = V_{M^{n+}/M} - V_{ESH}$ ។

តម្លៃប៉ូតង់ស្យែលរេដុកជាទំហំវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមានដែលប្រែប្រួលតាមកំហាប់ $M^{n+}$ និងសីតុណ្ហភាពនៃសូលុយស្យុង ។

## 2.4. ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា

ដោយប៉ូតង់ស្យែលរេដុកអាស្រ័យនឹងកំហាប់អ៊ីយ៉ុង $M^{n+}$ គេបានជ្រើសយកកំហាប់ពិសេសមួយគឺ $[M^{n+}] = 1mol\cdot L^{-1}$ ។ តម្លៃប៉ូតង់ស្យែលដែលគេវាស់បានមានឈ្មោះថា ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $M^{n+}/M$ ដែលតាងដោយ : $E^\circ_{M^{n+}/M}$ (រូបទី 2.9) ។




រូបទី 2.9 : ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $M^{n+}/M$ នៅ 25°C

## 2.5. រង្វាស់ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកស្តង់ដាក្នុងប្រតិបត្តិ

គេប្រើអេឡិចត្រូតស្តង់ដាអ៊ីដ្រូសែន (ESH) តែនៅក្នុងទីពិសោធន៍ពិសេសប៉ុណ្ណោះ ។ ក្នុងការប្រតិបត្តិ គេប្រើអេឡិចត្រូតយោងដែលងាយប្រើ ហើយប៉ូតង់ស្យែលវាធៀបនឹង ESH ត្រូវបានគេស្គាល់ ។

### ក. អេឡិចត្រូតយោង $Cu^{2+}/Cu$

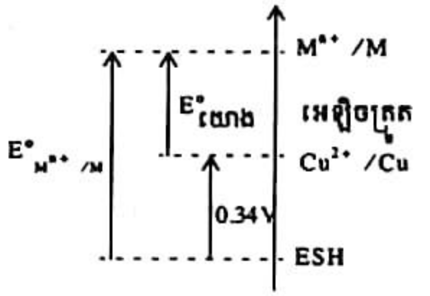
អេឡិចត្រូតយោង $Cu^{2+}/Cu$ ធ្វើពីបន្ទះទង់ដែងត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ នៅកំហាប់ $1mol.L^{-1}$ ។ ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $Cu^{2+}/Cu$ គឺ 0.34V ។ តាមរូបទី 2.10 គេអាចសរសេរទំនាក់ទំនងរវាងប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា $E^\circ_{M^{n+}/M}$ និងប៉ូតង់ស្យែលដែលវាស់ធៀបនឹងអេឡិចត្រូតយោង៖

$$E^\circ_{M^{n+}/M} = E^\circ_{\text{យោង}} + 0.34V$$

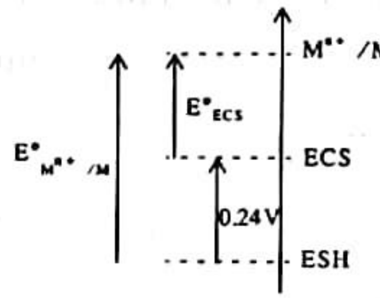
## ១. អេឡិចត្រូតកាឡូម៉ែល

អេឡិចត្រូតយោងដែលគេប្រើប្រាស់ញឹកញាប់ជាងគេ គឺអេឡិចត្រូតកាឡូម៉ែលឆ្អែត : ECS (électrode au calomel saturé) ។ កាឡូម៉ែលជាអំបិលបារត (I)ក្លរួ អេឡិចត្រូត កាឡូម៉ែលផ្សំឡើងពីពាក់កណ្តាលពិល $Hg_2^{2+}/Hg$ ដែលមានប៉ូតង់ស្យែលធៀបនឹង ESH គឺ 0.24V ។

$$E^\circ_{M^{n+}/M} = E^\circ_{ECS} + 0.24V$$




រូបទី 2.10 : រង្វាស់ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា ចេញពីអេឡិចត្រូតយោង $Cu^{2+}/Cu$

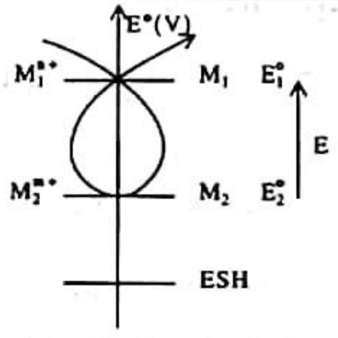



រូបទី 2.11 : រង្វាស់ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា ចេញពីអេឡិចត្រូតកាឡូម៉ែល

## 2.6. បម្រើបម្រាស់ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា

### ក. ប៉ូលភាពនិងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល

ថ្មពិលមួយបង្កដោយពាក់កណ្តាលពិល $M_1^{n+}/M_1$ និង $M_2^{m+}/M_2$ ដែលមានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា $E_1^\circ$ និង $E_2^\circ$ ដោយ $E_1^\circ > E_2^\circ$ ។ រូបទី 2.12 បង្ហាញពីប៉ូតង់ស្យែលនៃអេឡិចត្រូតនីមួយៗធៀបនឹង ESH ហើយប្រាប់ឱ្យដឹងថា :




រូបទី 2.12 : កំណត់ប៉ូលនិងកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល

- ប៉ូល (+) របស់ថ្មពិលជាអេឡិចត្រូតលោហៈដែលមានប៉ូតង់ស្យែលធំជាងគេ ។
- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល : $E = E_1^\circ - E_2^\circ$

### ខ. ព្យាករណ៍ប្រតិកម្មរេដុក

តាមចំណែកថ្នាក់អេឡិចត្រូគីមីនៃគូរេដុក គេអាចព្រាងទុកប្រតិកម្មកើតឯងរវាងគូរេដុកពីរ ដោយប្រើវិធានកាម៉ា ។ ប្រតិកម្មអាចសម្រេចទាំងស្រុងកាលណាផលសងប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដាធំជាងឬស្មើនឹង 0.3V ($\Delta E^\circ \geq 0.3V$) ។

## មេរៀនសង្ខេប

- ថ្មពិលដែលបង្កដោយពាក់កណ្ដាលពិលលោហៈពីរ កាលណាវាដំណើរការ ប៉ូលអវិជ្ជមានរបស់វាជាលោហៈដែលជារេដុករខ្លាំងជាង ចំណែកប៉ូលវិជ្ជមានជាលោហៈដែលជារេដុករខ្សោយជាង ។
- ប៉ូតង់ស្យែលអុកស៊ីដូរេដុកម្មនៃគូ $M^{n+}/M$ $(E_{M^{n+}/M})$ អាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាពនិងកំហាប់នៃសូលុយស្យុងអ៊ីយ៉ុង $M^{n+}$ ។
- $E°_{M^{n+}/M}$ ជាប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $M^{n+}/M$ : $[M^{n+}] = 1mol.L^{-1}$ និងសម្ពាធឧស្ម័ន $P = 1atm$ ។
- តាមសន្មត $E°_{(H^+/H_2)} = 0$ នៅគ្រប់សីតុណ្ហភាព : $[H^+] = 1mol.L^{-1}$ និង $P_{(H_2)} = 1atm$ ។
- ប្រតិកម្មដែលកើតឯងរវាងគូរេដុកពីរ គឺប្រព្រឹត្តទៅរវាងអុកស៊ីតករនៃគូដែលមានប៉ូតង់ស្យែលខ្ពស់និងរេដុករនៃគូមួយទៀតដែលមានប៉ូតង់ស្យែលទាបជាង ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរគូសគំនូសបំព្រួញបង្ហាញពីដំណើរការនៃថ្មពិលស័ង្កសី / ទង់ដែង ។
2. ចូរឱ្យនិយមន័យប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូ $M^{n+}/M$ ។
3. ចូរកំណត់ប៉ូល កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូត និងសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មក្នុងថ្មពិល ដែលបង្កដោយគូ $Fe^{2+}/Fe$ និង $Pb^{2+}/Pb$ ពេលវាដំណើរការ ។

   ចម្លើយ : $E_{Fe/Pb} = 0.31V$
4. តើប្រតិកម្មគីមីខាងក្រោមនេះ អាចប្រព្រឹត្តទៅបានដែរឬទេ ? ចូរបញ្ជាក់ចម្លើយ ។

   ក. $Zn^{2+}$ រងរេដុកម្មដោយ Fe
   ខ. $Ni^{2+}$ រងរេដុកម្មដោយ Fe
   គ. $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្មដោយ Co
   ឃ. Co រងអុកស៊ីតកម្មដោយ $Cu^{2+}$
   ង. $Ag^+$ រងរេដុកម្មដោយ Zn

   គេឱ្យ : $E°(Co^{2+}/Co) = -0.29V$ , $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0.44V$ ,
   $E°(Ag^+/Ag) = +0.80V$ , $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0.23V$ , $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0.76V$ ។

5. ក. នៅពេលគេដាក់លោហៈ Ni ទៅក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាតនិងលោហៈCu ទៅក្នុងសូលុយស្យុងនីកែលស៊ុលផាត ($Ni^{2+} + SO_4^{2-}$) ។ តើគេអាចព្យាករយ៉ាងដូចម្ដេច ? ចូរបញ្ជាក់ចម្លើយ ។

ខ. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មដែលបានព្យាករណ៍ ។

គ. ចូរគូសតំនួសបំប្រួញថ្មពិល ដែលអាចកើតមានរវាងគូ $Ni^{2+}/Ni$ និង $Cu^{2+}/Cu$ តាមគំរូ ⊖ $M|M^{n+}$ ‖ $M'^{n'+}|M'$ ⊕ ។គេឱ្យ : $E°(Ni^{2+}/Ni) = -0.23V$, $E°(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V$, $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0.76V$ ។

6. ក. តើលោហៈកូបាល(Co) អាចមានអំពើលើសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច(HCl)និងសូលុយស្យុងស័ង្កសីស៊ុលផាត$ZnSO_4$ ដែរឬទេ ? ចូរបញ្ជាក់ចម្លើយ ។

ខ. បើមានប្រតិកម្មចូរសរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម ។

គេឱ្យ : $E°(Co^{2+}/Co) = -0.29V$, $E°(H^{+}/H_2) = 0.00V$, $E°(Zn^{2+}/Zn) = -0.76V$ ។

7. គេដំឡើងថ្មពិលមួយដូចតំនួសបំប្រួញ $Fe|Fe^{2+}$ ‖ $Cu^{2+}|Cu$ ។

ក. ចូរប្រាប់ប៉ូលវិជ្ជមាននិងអវិជ្ជមាននៃថ្មពិល ។

ខ. តើមានប្រតិកម្មអ្វីកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ។

គ. សរសេរសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មពេលថ្មពិលដំណើរការ ។

គេឱ្យ : $E°(Fe^{2+}/Fe) = -0.44V$, $E°(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V$ ។

8. ថ្មពិលមួយផ្សំដោយពាក់កណ្ដាលពិល $Cu^{2+}/Cu$ និង $Al^{3+}/Al$ ។ ពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរភ្ជាប់គ្នាដោយស្ពានមួយ ដែលមានសូលុយស្យុង KCl ឆ្អែត ។

ក. គូសតំនួសបំប្រួញនិងកំណត់ប៉ូលរបស់ថ្មពិលតាមតំនួសបំប្រួញ ៖

⊖ $M/M^{n+}$ ⁞⁞ $M'^{n'+}/M'$ ⊕ ។

ខ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរ និងសមីការតុល្យការនៃបំលែង កាលណាថ្មពិលដំណើរការ ។

គេឱ្យ ៖ $E°(Al^{3+}/Al) = -1.66V$  $E°(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V$

9. គេមានថ្មពិលមួយ ⊖ $Ti|Ti^{4+}$ $(0.5mol.L^{-1})$ ‖ $Cu^{2+}$ $(0.1mol.L^{-1})|Cu$ ⊕ ដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ $E = 1.96V$ ។ គេដឹងថាប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូតនៃគូ $Cu^{2+}/Cu$ ធៀបនឹង ESH ស្មើនឹង 0.28V ។ ចូរកំណត់រកប៉ូតង់ស្យែលនៃគូ $Ti^{4+}/Ti$ ។ តើប៉ូតង់ស្យែលនេះ ជាប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដាដែរឬទេ ? ចម្លើយ : $E(Ti^{4+}/Ti) = -1.68V$

មេរៀនទី

# 3 ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

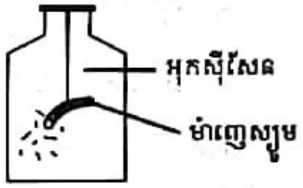
**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ បកស្រាយប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត ។
- ❑ កំណត់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុ ។
- ❑ ថ្លឹងសមីការប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មសាំញ៉ាំ ដោយប្រើចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។

## 1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត

ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត ជាប្រតិកម្មដែលប្រព្រឹត្តទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានទឹកនិងផ្តល់សីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ។

### 1.1. ចំហេះម៉ាញេស្យូម



*រូបទី 3.1. : ចំហេះម៉ាញេស្យូមក្នុងអុកស៊ីសែន*

គេដុតបន្ទះម៉ាញេស្យូមក្នុងខ្យល់ឱ្យឆេះ ហើយយកវាទៅដាក់ក្នុងដបអុកស៊ីសែន (រូបទី 3.1) ។ គេសង្កេតឃើញម៉ាញេស្យូមនេះមានពន្លឺភ្លឺចិញ្ចាច និងបំភាយកម្តៅយ៉ាងខ្លាំងក្លា ហើយចំហេះសព្វរបស់វាឱ្យផលជាម្សៅពណ៌ស (ក្រាមម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត MgO) ។

ម៉ាញេស្យូមមានអំពើជាមួយអុកស៊ីសែនតាមសមីការតុល្យការ :

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

ម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីតជាសមាសធាតុរឹងអ៊ីយ៉ុងដែលផ្សំដោយអ៊ីយ៉ុង $Mg^{2+}$ និង $O^{2-}$ ។

ក្នុងពេលប្រតិកម្ម ៖

- អាតូមម៉ាញេស្យូមនីមួយៗបានបាត់បង់ពីរអេឡិចត្រុង ហើយប្លែងជាអ៊ីយ៉ុង $Mg^{2+}$ ។ វារងអុកស៊ីតកម្មតាមពាក់កណ្តាលសមីការអេឡិចត្រុង: $Mg \longrightarrow Mg^{2+} + 2e^-$
- អាតូមអុកស៊ីសែននីមួយៗក្នុងម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនទទួលយកពីរអេឡិចត្រុង ហើយប្លែងជាអ៊ីយ៉ុងអុកស៊ីសែន ឬអ៊ីយ៉ុងអុកស៊ីត ($O^{2-}$) ។ វារងរេដុកម្មតាមពាក់កណ្តាលសមីការអេឡិចត្រុង : $O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$

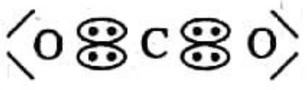
ដូច្នេះ មានបន្ទេរអេឡិចត្រុងពីម៉ាញេស្យូមទៅអុកស៊ីសែនដោយអវត្តមានទឹក ។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមផ្លូវស្ងួត ។

### 1.2. ប្រតិកម្មរវាងអុកស៊ីសែននិងកាបូន

រូបទី 3.2 : ប្រតិកម្មរវាងកាបូននិងអុកស៊ីសែន

គេដុតដុំធ្យូង(C) ឱ្យឆេះរងើ ហើយដាក់ទៅក្នុងដបដែលមានអុកស៊ីសែន ។ គេសង្កេតឃើញដុំធ្យូងនេះឱ្យអណ្តាតភ្លើងភ្លឺច្រាល និងបញ្ចេញកម្តៅយ៉ាងខ្លាំង ។ កាបូននេះក្នុងអុកស៊ីសែនឱ្យផលជាកាបូនឌីអុកស៊ីតតាមសមីការតុល្យការ : $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

O = C = O



រូបទី 3.3 : ទម្រង់អេឡិចត្រុងនៃកាបូនឌីអុកស៊ីត

ក្នុងប្រតិកម្មនេះ កាបូនរងអុកស៊ីតកម្មដោយអុកស៊ីសែនឱ្យផលជា $CO_2$ ដែលជាសមាសធាតុម៉ូលេគុល ។ អាតូមទាំងឡាយក្នុងម៉ូលេគុល $CO_2$ ចងភ្ជាប់គ្នាដោយសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ ។ ដូច្នេះក្នុងម៉ូលេគុលវាគ្មានអ៊ីយ៉ុងទេ (រូបទី 3.3) ។ ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មនេះ មិនអាចបកស្រាយតាមរយៈកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនិងការផ្ទេរអេឡិចត្រុងបានទេ យើងនឹងបកស្រាយនៅផ្នែកខាងក្រោយ ។

## 2. ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

### 2.1. សញ្ញាណអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន

ក. ការសង្កេត : គេសង្កេតឃើញថា

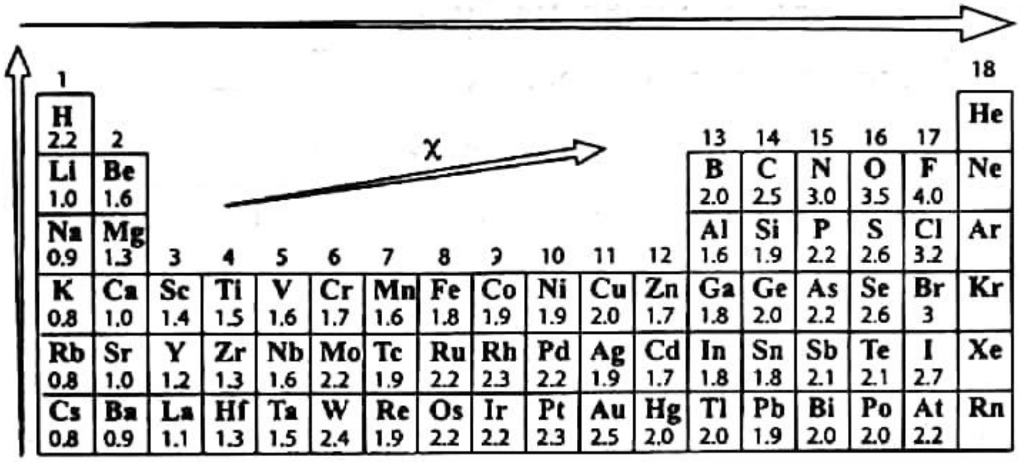
- ធាតុខ្លះមានទំនោរចាប់យកអេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន : $F^-$ , $O^{2-}$ , $Cl^-$ , $S^{2-}$ . . . ។ ក្នុងចំណោមធាតុទាំងនោះមានតែភ្លុយអរមួយទេ ដែលងាយចាប់យកអេឡិចត្រុងជាងគេ ។
- ធាតុខ្លះទៀតមានទំនោរបោះបង់អេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន :$Li^+$ , $Na^+$ , $Zn^{2+}$ , $Al^{3+}$ . . . ។ លីចូមងាយបោះបង់អេឡិចត្រុងជាងគេ ។

ធាតុដែលងាយចាប់យកអេឡិចត្រុង គេថាវាមាន**អេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំង** ។ ធាតុដែលងាយបោះបង់អេឡិចត្រុង គេថាវាមាន**អេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្សោយ** ។

ខ. និយមន័យ

អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុមួយគឺសម្បទារបស់ធាតុនោះក្នុងការរក្សាអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់របស់វា (អេឡិចត្រុងស្រទាប់ក្រៅ) ឬក្នុងទំនាញយកអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ពីធាតុមួយផ្សេងទៀត ។

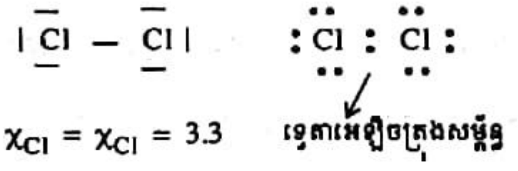
គេតាងអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុនីមួយៗដោយអក្សរក្រិកគី (χ) ។ អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុភ្លុយអរ $\chi_F = 4$ និងលីចូម $\chi_{Li} = 1$ ។ អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុទាំងឡាយស្ថិតនៅ ចន្លោះ 0.8 និង 4 ។ ក្នុងតារាងចំណែកថ្នាក់នៃធាតុគីមី(រូបទី 3.4) អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុកើនឡើងពីឆ្វេងទៅស្តាំតាមខួបនិងពីក្រោមទៅលើតាមក្រុមនីមួយៗ ។



*រូបទី 3.4 : ទិសដៅវិវត្តអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុក្នុងចំណែកថ្នាក់នៃធាតុគីមី*

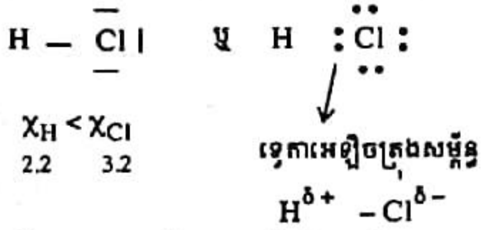
## គ. ប៉ូលកម្មនៃសម្ព័ន្ធនិងអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន

- ក្នុងម៉ូលេគុលក្លរខ្សែអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅចំកណ្តាលអាតូមក្លរទាំងពីរ (រូបទី 3.5) ។ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់បែបនេះជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ ។



*រូបទី 3.5 : ខ្សែអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធនៅចំកណ្តាល*

- ក្នុងម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនក្លរខ្សែ អេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធខិតទៅជិតអាតូមក្លរបណ្តាលឱ្យអាតូមក្លរមានបន្ទុកដោយភាគអវិជ្ជមាន δ– ចំណែកអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមានបន្ទុកដោយភាគវិជ្ជមាន δ+ (រូបទី 3.6) ។ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់បែបនេះជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ ។



*រូបទី 3.6 : ខ្សែអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធខិតទៅជិតអាតូមក្លរ*

មាត្រដ្ឋានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុគីមី អាចឱ្យគេព្រាងទុកប៉ូលភាពនៃសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់និងសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច ។

តាងអាតូម A និង B ដែលមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមាន $\chi_A$ និង $\chi_B$ ចងសម្ព័ន្ធនឹងគ្នា :

បើ $|\chi_A - \chi_B| \le 0.5$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ

បើ $|\chi_A - \chi_B| > 1.8$ ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច

បើ $0.5 < |\chi_A - \chi_B| \leq 1.8$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ

***ឧទាហរណ៍*** : មេតាន $CH_4$ : $\chi_C = 2.5$ និង $\chi_H = 2.2$

$|\chi_A - \chi_B| = 0.3$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ ។

អ៊ីដ្រូសែនក្លរួ (HCl) : $\chi_{Cl} = 3.2$ និង $\chi_H = 2.2$

$|\chi_A - \chi_B| = 1$ ជាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ ។

សូដ្យូមក្លរួ (NaCl) : $\chi_{Cl} = 3.2$ និង $\chi_{Na} = 0.9$

$|\chi_A - \chi_B| = 2.3$ ជាសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច ។

***សំគាល់ :*** តម្លៃ $|\chi_A - \chi_B|$ អាចអនុវត្តបាន ចំពោះសមាសធាតុភាគច្រើន ។

### ឃ. ប្រតិកម្មរវាង C និង $O_2$ ជាប្រតិកម្មរេដុក

យើងសរសេរសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មនេះដោយបង្ហាញពីបន្ទុកអគ្គិសនីដោយភាគនៅលើអាតូមនីមួយៗក្នុងម៉ូលេគុលកាបូនឌីអុកស៊ីត:

$$C + O_2 \longrightarrow \overset{\delta-}{O} = \overset{2\delta+}{C} = \overset{\delta-}{O}$$

នៅពេលប្រតិកម្មអាតូមកាបូនបានផ្ទេរអេឡិចត្រុងដោយភាគទៅឱ្យអាតូមអុកស៊ីសែនទាំងពីរ ។ បន្ទុកកាបូនប្រែពី 0 ទៅ $2\delta+$ កាបូនរងអុកស៊ីតកម្ម ។ បន្ទុកអុកស៊ីសែនប្រែពី 0 ទៅ $\delta-$ អុកស៊ីសែនរងរេដុកម្ម ។ ហេតុនេះប្រតិកម្មរវាងកាបូននិងអុកស៊ីសែនជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មទោះបីបន្ទេរអេឡិចត្រុងទាំងឡាយរវាងអាតូមកាបូននិងអុកស៊ីសែនធ្វើឡើងដោយភាគក៏ដោយ ។

## 2.2. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុ

ការវិភាគប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម (ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទឹក ឬស្ងួត) មួយមានការងាយស្រួល បើគេប្រើសញ្ញាណចំនួនអុកស៊ីតកម្ម (n.o) ភ្ជាប់និងអេឡិចត្រុងអវិជ្ជមាននៃធាតុ ។ ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុនៅក្នុងប្រភេទគីមី គឺជាចំនួនគត់ពីជគណិត ដែលសំគាល់ដោយលេខរ៉ូម៉ាំង ។

### ក. អ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូម

ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុក្នុងអ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូមស្មើនិងបន្ទុកអគ្គិសនីនៃអ៊ីយ៉ុងនោះ (រង្វាស់បន្ទុកដំបូង) ។ ***ឧទាហរណ៍*** អ៊ីយ៉ុង $Na^+$ : n.o(Na) = +I អ៊ីយ៉ុង$Ca^{2+}$ : n.o(Ca) = +II

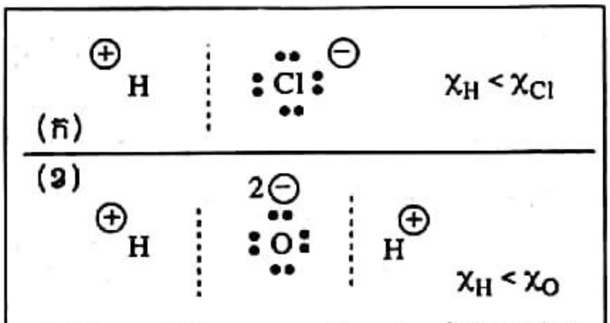
អ៊ីយ៉ុងទង់ដែង (I) $Cu^+$ : n.o(Cu) = +I អ៊ីយ៉ុងទង់ដែង (II) $Cu^{2+}$: n.o(Cu) = +II

អ៊ីយ៉ុង $Cl^-$ : n.o(Cl) = –I អ៊ីយ៉ុង $O^{2-}$ : n.o(O) = –II

## ខ. បណ្តុំប៉ូលីអាតូម

ក្នុងបណ្តុំប៉ូលីអាតូម កាលណាធាតុពីរចងភ្ជាប់គ្នាតាមសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ អេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធសន្មតស្ថិតនៅខាងធាតុអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំង ។ ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់ធាតុទាំងឡាយក្នុងបណ្តុំមានតម្លៃស្មើនឹងបន្ទុកសន្មតដែលផ្ទុកដោយធាតុនោះ ។ ***ឧទាហរណ៍***

- ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន $O_2$ មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធស្ថិតនៅស៊ីមេទ្រីរវាងអាតូមអុកស៊ីសែនទាំងពីរ ។ គេមិនអាចកំណត់បន្ទុកសន្មតបានទេ $n.o(O) = 0$ ។
- លោហៈដែក Fe អាតូមរបស់វាដូចគ្នា $n.o(Fe) = 0$
- ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ (HCl) មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធសន្មតស្ថិតលើអាតូមក្លរ (រូបទី 3.7ក) ។ បន្ទុកសន្មតនៃធាតុ Cl ក្នុងម៉ូលេគុល HCl គឺ −1 និងធាតុ H គឺ +1 : $n.o(Cl) = -I$ និង $n.o(H) = +I$ ។
- ម៉ូលេគុលទឹក $H_2O$ មានទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធពីរដែលសន្មតស្ថិតនៅលើអាតូមអុកស៊ីសែន (រូបទី 3.7ខ) ។ បន្ទុកសន្មតនៃធាតុ O ក្នុងម៉ូលេគុលទឹក គឺ −2 និងធាតុ H គឺ +1 : $n.o(O) = -II$ និង $n.o(H) = +I$ ។




***រូបទី37 : ក និង ខ: ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធទិសទៅរកអាតូមដែលមានអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានខ្លាំង ។***

## គ. វិធានគណនាចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

- ផលបូក n.o នៃគ្រប់ធាតុដែលបង្កម៉ូលេគុលស្មើសូន្យ ។

***ឧទាហរណ៍*** $HNO_3$ : $n.o(H) + n.o(N) + 3 \times n.o(O) = (+I) + (+V) + 3(-II) = 0$

- ផលបូក n.o នៃគ្រប់ធាតុដែលបង្កអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូមស្មើ ចំនួនបន្ទុករបស់វា ។

***ឧទាហរណ៍*** $SO_4^{2-}$ : $n.o(S) + 4 \times n.o(O) = (+VI) + 4(-II) = -2$

ក្នុងសមាសធាតុម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុង ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុអ៊ីដ្រូសែនស្មើ +I និងអុកស៊ីសែនស្មើ −II ។ លើកលែងក្នុងសមាសធាតុមួយចំនួនដូចជា $H_2O_2$ : $n.o(O) = -I$ និង LiH , NaH , . . . : $n.o(H) = -I$ ។

# 3. ចម្រើបម្រាស់ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

## 3.1. ប្រតិកម្មរវាងសូដ្យូមនិងក្លរ

សូដ្យូមរងអុកស៊ីតកម្មដោយក្លរនាំឱ្យចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុសូដ្យូមប្រែប្រួលពី 0( ក្នុង$Na$) ទៅ +I( ក្នុង $Na^+$ ) : កើនចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។ ក្លររងរេដុកម្មដោយសូដ្យូមនាំឱ្យចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុក្លរប្រែប្រួលពី 0( ក្នុង$Cl_2$) ទៅ –I( ក្នុង$Cl^-$ ) : ថយចុះចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។

អុកស៊ីតកម្ម : $2 \times \Delta n.o(Na) = 2(+I) = +II$

$$\overset{0}{2Na} + \underset{0}{Cl_2} \longrightarrow 2(\overset{+I}{Na^+} + \underset{-I}{Cl^-})$$

រេដុកម្ម : $2 \times \Delta n.o(Cl) = 2(-I) = -II$

***សន្និដ្ឋាន:***

- ធាតុគីមីមួយរងអុកស៊ីតកម្ម កាលណា n.o នៃធាតុនោះកើនឡើង ។
- ធាតុគីមីមួយរងរេដុកម្ម កាលណា n.o នៃធាតុនោះថយចុះ ។
- អុកស៊ីតករជាប្រភេទគីមីដែលក្នុងនោះមានធាតុណាមួយថយចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។
- រេដុករជាប្រភេទគីមីដែលក្នុងនោះមានធាតុណាមួយកើនចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។
- ក្នុងប្រតិកម្មរេដុក ផលបូកនៃបម្រែបម្រួល n.o របស់អុកស៊ីតករនិងរេដុករស្មើសូន្យ ។

***ឧទាហរណ៍*** $2 \times \Delta n.o(Na) + 2 \times \Delta n.o(Cl) = 0$

$2 \times (+I) + 2 \times (-I) = 0$

## 3.2. សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មរេដុក

ក. ប្រតិកម្មរេដុកតាមផ្លូវស្ងួត : ប្រតិកម្មរវាងក្លរ និងអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផួ :

អុកស៊ីតកម្ម $1 \times \Delta n.o(S) = 1 \times (+II) = +II$

$$\overset{-II}{H_2S} + \underset{0}{Cl_2} \longrightarrow \overset{0}{S} + \underset{-I}{2HCl}$$

រេដុកម្ម : $2 \times \Delta n.o(Cl) = 2 \times (-I) = -II$

ក្នុងប្រតិកម្មនេះ ៖

- n.o(S) ប្រែប្រួលពី –II (ក្នុង $H_2S$ ) ទៅ 0 (ក្នុង S ) : $\Delta n.o(S) = +II$

• n.o(Cl) ប្រែប្រួលពី 0 (ក្នុង $Cl_2$) ទៅ –I (ក្នុង HCl) :  $2 \times \Delta n.o(Cl) = -II$

$$1 \times \Delta n.o(S) + 2 \times \Delta n.o(Cl) = 0$$

ដើម្បីថ្លឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មរេដុក គេត្រូវរកមេគុណ a និង b ក្នុងទំនាក់ទំនង :

$$\boxed{a \times \Delta n.o(\text{រេដុករ}) + b \times \Delta n.o(\text{អុកស៊ីតករ}) = 0}$$

## ១. ប្រតិកម្មរេដុកក្នុងសូលុយស្យុងទឹក

***ឧទាហរណ៍*** ទង់ដែងមានប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីតនីទ្រិច ឱ្យផលជាអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ និងឧស្ម័ន NO ។ ដើម្បីថ្លឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មរេដុក គេត្រូវគិតពីតុល្យភាពបម្រែបម្រួល n.o នៃអុកស៊ីតករ និងរេដុករ ។

អុកស៊ីតកម្ម : $3 \times \Delta n.o(Cu) = 3 \times (+II) = +VI$

$$\underset{+V}{2NO_3^-} + \overset{0}{3Cu} \longrightarrow \underset{+II}{2NO} + \overset{+II}{3Cu^{2+}}$$

រេដុកម្ម : $2 \times \Delta n.o(N) = 2 \times (-III) = -VI$

$2 \times \Delta n.o(N) + 3\Delta n.o(Cu) = 0$ គឺ $2 \times (-III) + 3 \times (+II) = 0$

ដើម្បីឱ្យមានតុល្យភាពបន្ទុក គេត្រូវបន្ថែម $H^+$ នៅខាងអង្គធាតុប្រតិករ :

$$8H^+ + 2NO_3^- + 3Cu \longrightarrow 2NO + 3Cu^{2+}$$

ដើម្បីឱ្យមានតុល្យភាពចំនួនអាតូម O និង H គេត្រូវបន្ថែម $H_2O$ ខាងអង្គធាតុកកើត :

$$8H^+ + 2NO_3^- + 3Cu \longrightarrow 2NO + 3Cu^{2+} + 4H_2O$$

***ឧទាហរណ៍ :*** អាស៊ីតនីទ្រិចជាវត្ថុធាតុដើមយ៉ាងសំខាន់សម្រាប់ឧស្សាហកម្មផលិតជីកសិកម្ម ។ គេធ្វើវាដោយប្រព្រឹត្តទៅច្រើនដំណាក់៖

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3 \quad (1)$$

$$2NH_3 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2NO + 3H_2O \quad (2)$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \quad (3)$$

$$2NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_2 + HNO_3 \quad (4)$$

$$3HNO_2 \longrightarrow H_2O + HNO_3 + 2NO \quad (5)$$

ក. តើប្រតិកម្មទាំងអស់នេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែរឬទេ ? ចូរបញ្ជាក់ចម្លើយ ។

ខ. គេចង់ផលិតអាម៉ូញាក់ 1000kg ។ តើមានអ៊ីដ្រូសែនចាំបាច់ប៉ុន្មាន បើគេដឹងថា ទិន្នផលប្រតិកម្មតែ 80% ប៉ុណ្ណោះ? គេឱ្យមានម៉ូល : $V_M = 24L \cdot mol^{-1}$

## ✍ ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់រកចំនួនអុកស៊ីតកម្ម $(n \cdot o)$ នៃអាតូមក្នុងសមាសធាតុនីមួយៗ

$n \cdot o(N) = 0$ នៅក្នុង $N_2$ $n \cdot o(N) = -III$ នៅក្នុង $NH_3$ $n \cdot o(N) = +II$ នៅក្នុង NO $n \cdot o(N) = +IV$ នៅក្នុង $NO_2$ $n \cdot o(N) = +III$ នៅក្នុង $HNO_2$ $n \cdot o(N) = -V$ នៅក្នុង $HNO_3$ ។ ក្នុងប្រតិកម្មនីមួយៗមានបម្រែបម្រួលចំនួនអុកស៊ីតកម្ម ។ ដូច្នេះប្រតិកម្មទាំងអស់នេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ។

ខ. រកបរិមាណអាម៉ូញាក់

$n_{NH_3} = \frac{m_{NH_3}}{M_{NH_3}}$ $(M_{NH_3} = 14 + (3 \times 1) = 17g$ ឬ $0.017kg$ )

$n_{NH_3} = \frac{1000}{0.017} = 58823.52mol$

តាមសមីការ (1)

$n_{H_2} = \frac{58823.52 \times 3}{2} = 88235.28mol$

ដោយទិន្នផលប្រតិកម្មមានតែ 80%

ដូច្នេះ គេត្រូវការបរិមាណអ៊ីដ្រូសែន $n_{H_2}$ : $n_{H_2} = \frac{88235.28 \times 100}{80} = 110294.1mol$

មាឌអ៊ីដ្រូសែនដែលត្រូវការ :

$V_{H_2} = n \times V_M = 110294.1 \times 24 = 2647058.4L$

$V_{H_2} = 2647058.4L$

## មេរៀនសង្ខេប

- អេឡិចត្រូអវិជ្ជមាននៃធាតុមួយ គឺសម្បទានៃធាតុនោះក្នុងការទាញយកអេឡិចត្រុង ។
- អុកស៊ីតកម្មនៃធាតុមួយត្រូវនឹងកំណើន n.o របស់វា ។
- រេដុកម្មនៃធាតុមួយត្រូវនឹងតំហយ n.o របស់វា ។
- វិធានសម្រាប់គណនា n.o នៃធាតុមួយ ។

| ធាតុនៅក្នុង | វិធាន |
|---|---|
| អង្គធាតុទោល | n.o = 0 |
| អ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូម | n.o = q (q : ចំនួនបន្ទុកអ៊ីយ៉ុង) |
| ម៉ូលេគុល | Σn.o = 0 (Σ : ផលបូក) |
| អ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូម | Σn.o = q (q : ចំនួនបន្ទុកអ៊ីយ៉ុង) |

## សំណួរនិងលំហាត់

1. ក្នុងសមាសធាតុ $S_2F_{10}$ តើស្ពាន់ធ័រមាន n.o ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?
2. ប្រតិកម្មមួយតាងដោយសមីការតុល្យការ :

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

   ក. តើធាតុអាលុយមីញ៉ូមរងអុកស៊ីតកម្មឬរងរេដុកម្មឬមិនរងរេដុកម្ម?

   ខ. តើធាតុក្លររងអុកស៊ីតកម្មឬរងរេដុកម្ម?
3. តើក្នុងលក្ខខណ្ឌណាសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់រវាងពីរអាតូម A – B មានភាពប៉ូលកម្ម ?
4. ក្នុងម៉ូលេគុល : MgO , $CO_2$ , CaO , $Cl_2$ , $H_2$ , $CH_3Cl$ , NaCl , HCl ។ តើសម្ព័ន្ធរវាងអាតូមក្នុងម៉ូលេគុលខាងលើនេះ ណាខ្លះមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ប៉ូលែ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់មិនប៉ូលែ និងសម្ព័ន្ធអ៊ីយ៉ូនិច ។
5. កំណត់រក n.o នៃធាតុកាបូនក្នុងប្រភេទគីមី : CO , $CO_2$ , C (ពេជ្រ) , C (ក្រាភីត) $CH_4$ , $CO_3^{2-}$ ។
6. កំណត់រក n.o នៃធាតុទង់ដែងក្នុងប្រភេទគីមី : $Cu^{2+}$, CuO , Cu , $Cu(OH)_2$ ។

7. កំណត់រក n.o នៃធាតុលោហៈនៅក្នុងអុកស៊ីត : $ZnO$ , $WO_3$ , $Fe_2O_3$ , $Al_2O_3$ , $Ag_2O$ , $MnO_2$ , $Cu_2O$ , $MgO$ , $TiO_2$ ។

8. ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការខាងក្រោមដោយប្រើ n.o

ក. $NO + O_2 \longrightarrow NO_2$

ខ. $SO_2 + H_2 \longrightarrow S + H_2O$

គ. $P + SO_2 \longrightarrow P_2O_4 + S$

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

9. ក្នុងចំណោមប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះ តើណាខ្លះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ?

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

ខ. $2Mg + CO_2 \longrightarrow 2MgO + C$

គ. $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$

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

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

10. ប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះ ប្រព្រឹត្តទៅតាមផ្លូវស្ងួត ។ ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o ។

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

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

11. ប្រតិកម្មខាងក្រោមនេះ ប្រព្រឹត្តទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានទឹក ។ ចូរថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o ។

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

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

12. ក្នុងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មខ្លះ មានប្រភេទគីមីមួយអាចមានតួនាទីជាអុកស៊ីតករផង និងរេដុករផង ។ ដូចក្នុងករណី $ClO^-$ កាលណាវាបំបែកធាតុវាក្លាយជាអ៊ីយ៉ុងក្លរ៉ាត $ClO_3^-$ និងអ៊ីយ៉ុងក្លរួ $Cl^-$ ។ ចូរសរសេរនិងថ្លឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មដោយប្រើ n.o ។

# 4 ថ្មពិលអេឡិចត្រូគីមី

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

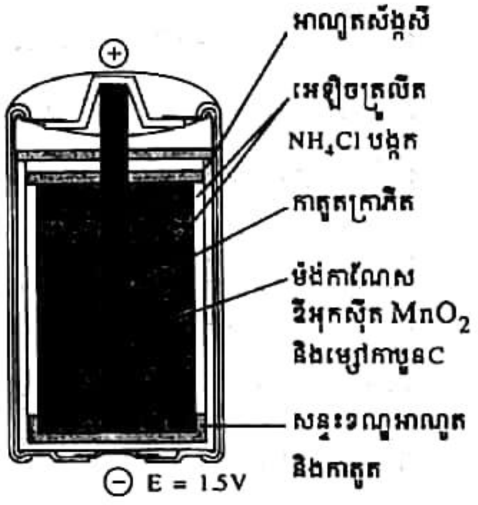
- ❑ ពណ៌នាប្រភេទថ្មពិលនិងអាគុយ ។
- ❑ សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មរេដុកនៅក្នុងជនិតាអេឡិចត្រូគីមីដែលគេជួបប្រទះញឹកញាប់ពេលវាមានដំណើរការ : ថ្មពិលឡឺក្លង់សេនិងអាគុយសំណ ។

ថ្មពិល ជាជនិតាចរន្តជាប់ ដែលវាបំលែងថាមពលគីមីទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ដូចយើងបានឃើញថ្មពិលដាញ៉ែលក្នុងមេរៀនខាងដើម ។ ក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងសិក្សាពីថ្មពិល ដែលយើងបានជួបប្រទះញឹកញាប់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ ។

## 1. ថ្មពិលអំបិល ឬថ្មពិលឡឺក្លង់សេ

### ក. ពណ៌នាអំពីថ្មពិល

- គូអុកស៊ីតករ-រេដុករចូលរួមប្រតិកម្មក្នុងថ្មពិលអំបិល : $Zn^{2+}/Zn$ និង $MnO_2/MnO(OH)$ ។
- ប៉ូលអវិជ្ជមានឬអាណូត ធ្វើពីស័ង្កសីដែលមាននាទីជាប្រអប់ថ្មពិល អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុចម្លងអគ្គិសនី(រូបទី 4.1) ។
- ប៉ូលវិជ្ជមាន ឬកាតូត ធ្វើពីក្រាភីតដែលត្រាំក្នុងល្បាយម៉ង់កាណែសឌីអុកស៊ីត $MnO_2$ និងម្សៅកាបូន ។ ល្បាយនេះភ្ជោកដោយសូលុយស្យុងកកនៃអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ ។



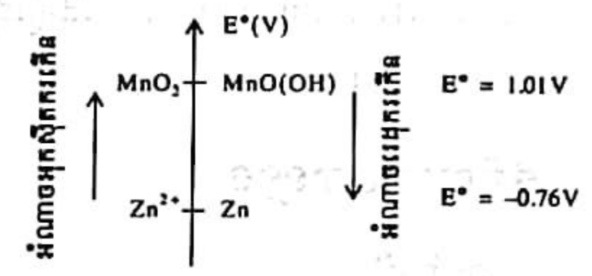
រូបទី 4.1 : ថ្មពិលឡឺក្លង់សេ ឬថ្មពិលអំបិល

- អេឡិចត្រូលីត ជាសូលុយស្យុងកកនៃអំបិលអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ ($NH_4^+$ + $Cl^-$) ។ ហេតុនេះហើយបានជាគេឱ្យឈ្មោះថាថ្មពិលអំបិល ឬថ្មពិលស្ងួត ។
អំបិលអាម៉ូញ៉ូមក្លរួមានលក្ខណៈជាអាស៊ីត ។

## ខ. គូអុកស៊ីតករ-រេដុករ

ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក ដែលចូលរួមប្រតិកម្មក្នុងថ្មពិលអំបិលដូចមានក្នុងរូបទី4.2 ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដា (25°C ,1atm) នៃថ្មពិលគឺ:

$E = (+1.01V) - (-0,76V) = 1.77V$




*រូបទី4.2 : មាត្រដ្ឋានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុកក្នុងថ្មពិលអំបិល ( MnO(OH) : ម៉ង់កានីត )*

ក្នុងការអនុវត្តគេមិនអាចធ្វើថ្មពិលឡើក្លង់សេនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌស្តង់ដាបានទេ ។ ដូច្នេះកម្លាំងអគ្គិសនីចលកររបស់វាមានត្រឹមតែ 1.5V ។

## គ. សមីការតុល្យការ

- ប៉ូល ⊕ ឬកាតូត ជាកន្លែងរេដុកម្ម ។ នៅទីនេះ $MnO_2$ រងរេដុកម្ម (ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត) ក្លាយជា MnO(OH) :

$$MnO_2 + H^+ + e^- \longrightarrow MnO(OH) \text{ ឬ } Mn_2O_3 \text{ , } H_2O$$

- ប៉ូល ⊖ ឬអាណូត ជាកន្លែងអុកស៊ីតកម្ម ។ នៅទីនេះស័ង្កសី Zn រងអុកស៊ីតកម្ម :

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មនៅពេលថ្មពិលដំណើរការ :

$$Zn + 2MnO_2 + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2MnO(OH)$$

ប្រតិកម្មនេះ ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញថាមពល ហើយថាមពលប្រតិកម្មមួយផ្នែក ប្លែងទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។ ថ្មពិលអេឡិចត្រូគីមីបានប្លែងថាមពលគីមីជាថាមពលអគ្គិសនី ។

***សំគាល់ :***

ស័ង្កសីអាចមានអំពើជាមួយ $H^+$ នៃអេឡិចត្រូលីតតាមសមីការតុល្យការ :

$Zn + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + H_2$ ។ ប្រតិកម្មនេះមានផលពីរយ៉ាងប៉ះពាល់ដល់ថ្មពិល :

- អង្គធាតុប្រតិករឆាប់អស់និងថយបរិមាណអគ្គិសនីនៃថ្មពិល ។
- ប្រអប់ថ្មពិលផ្ទុះធ្លាយដោយសារសម្ពាធ $H_2$ កើនឡើង ។

គេអាចបន្ថយល្បឿនប្រតិកម្មនេះឱ្យយឺតបំផុត ដោយប្រើស័ង្កសីអាម៉ាល់កាម (សំលោហៈស័ង្កសីបារត) ។ ដោយបារតជាលោហៈពុល វិធីនេះត្រូវគេបោះបង់ចោល ហើយជំនួសដោយសមាសធាតុសរីរាង្គវិញ ។

ក្នុងការអនុវត្ត គេប្រើ $MnO_2$ ឱ្យខ្វះដើម្បីជៀសវាងការធ្លុះធ្លាយប្រអប់ថ្មពិលធ្វើពី Zn ក្នុងពេលថ្មពិលដំណើរការ ។

## 2. ថ្មពិលអាល់កាឡាំង

### ក. ថ្មពិលម៉ាឡូរី

គូរេដុកដែលប្រើក្នុងថ្មពិលម៉ាឡូរីគឺ $Zn(OH)_4^{2-}$ /Zn និង $MnO_2/MnO(OH)$ ។ អេឡិចត្រូលីតជាសូលុយស្យុងបាស ឬអាល់កាឡាំង ។ សូលុយស្យុងបាសដែលគេប្រើគឺ ប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត KOH ដែលមានកំហាប់ 40 % និងជាសូលុយស្យុងកក (រូបទី 4.3) ។

កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិលគឺ 1.5V ។ ថ្មពិលបែបនេះគេនិយមហៅថា ថ្មពិលអាល់កាឡាំង ។

ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូតពេលថ្មពិលដំណើរការ :

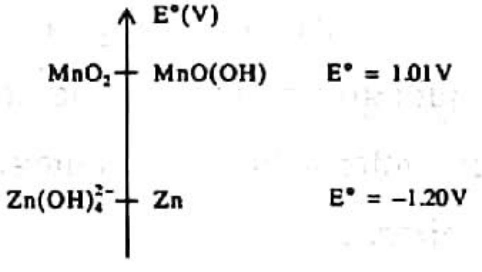
ប៉ូល ⊕ : $MnO_2 + H_2O + e^- \longrightarrow MnO(OH) + OH^- \quad (\times 2)$

ប៉ូល ⊖ : $Zn + 4OH^- \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2e^- \quad (\times 1)$

$$Zn + 2MnO_2 + 2OH^- + 2H_2O \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2MnO(OH)$$

ដោយសារថ្មពិលអាល់កាឡាំងមានអេឡិចត្រូលីតជាសូលុយស្យុង KOH ខាប់ដែលអាចចម្លងអគ្គិសនីបានល្អ និងរេស៊ីស្តង់ក្នុងតូច ទើបកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិលថេរក្នុងពេលប្រើប្រាស់ ។

*រូបទី 4.3 : ថ្មពិលអាល់កាឡាំង*




*រូបទី 4.4 : មាត្រដ្ឋានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុកក្នុងថ្មពិលអាល់កាឡាំង ។ ( $Zn(OH)_4^{2-}$ : អ៊ីយ៉ុងតេត្រាអ៊ីដ្រុកស៊ូស័រាំងកាត)*

### ខ. ថ្មពិលប្រាក់អុកស៊ីត

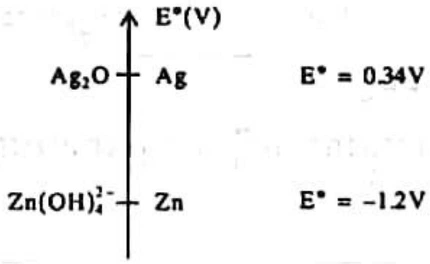
គូរេដុកដែលប្រើក្នុងថ្មពិលប្រាក់អុកស៊ីត : $Ag_2O/Ag$ និង $Zn(OH)_4^{2-}$ /Zn ។ ថ្មពិលនេះគេប្រើជាថ្មពិលខ្សែរអាវ(រូបទី 4.6) ។ កម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដាររបស់វា 1.54V ហើយថេរនៅពេលវាដំណើរការ ។

ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូត ពេលវាដំណើរការ ៖

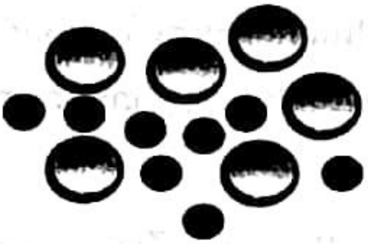
ប៉ូល ⊕ : $Ag_2O + H_2O + 2e^- \longrightarrow 2Ag + 2OH^-$

ប៉ូល ⊖ : $Zn + 4OH^- \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2e^-$

$$Zn + Ag_2O + 2OH^- + H_2O \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-} + 2Ag$$




រូបទី4.5 : មាត្រដ្ឋានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា



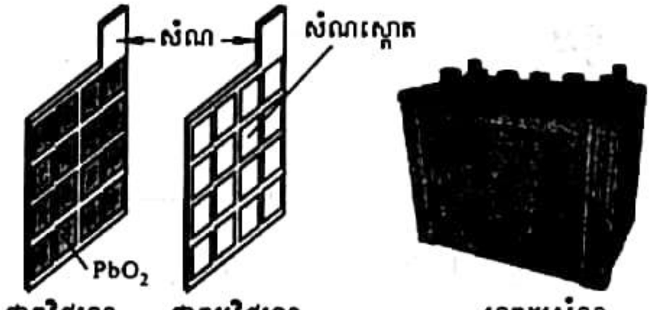
រូបទី4.6 : ថ្មពិលឡៀវអាវ

## 3. អាគុយ

អាគុយជាជនិតាអេឡិចត្រូគីមី ។ វាមានដំណើរការដូចថ្មពិលនៅពេលវាផ្ទេរ និងមានដំណើរការជាគ្រឿងទទួលអគ្គិសនីនៅពេលវាផ្ទុក ។

### 3.1. អាគុយសំណ

#### ក. ពណ៌នា

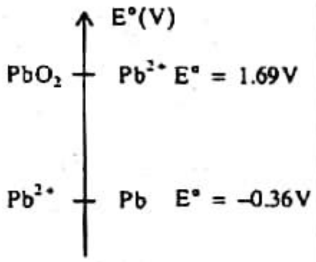



រូបទី4.7 : ផ្លាកអាគុយសំណ

អេឡិចត្រូលីតក្នុងអាគុយសំណជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ដែលមានកំហាប់ $6 mol \cdot L^{-1}$ ។

• អេឡិចត្រូត ឬផ្លាកជាសំណាញ់ធ្វើពីសំណដែលមានចន្លោះប្រហោងសម្រាប់បំពេញអង្គធាតុរឹងទម្រង់ជាម្សៅជ្រាយ(រូបទី 4.7) ។ សំណឌីអុកស៊ីត ($PbO_2$) សម្រាប់ផ្លាកវិជ្ជមាននិងសំណស្ពាតសម្រាប់ផ្លាកអវិជ្ជមាន ។ ផ្លាកទាំងពីរប្រភេទនេះ តម្រៀបឆ្លាស់គ្នានិងខណ្ឌដោយភ្នាស ។ ផ្លាកដែលមានធម្មជាតិដូចគ្នា គេភ្ជាប់គ្នាបង្កើតជាប៉ូល ⊕ និងប៉ូល ⊖ នៃអាគុយ ។

## ខ. ដំណើរការជាជនិតាឬបន្ទេរអាគុយ




រូបទី 4.8 : មាត្រដ្ឋានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុកក្នុងអាគុយសំណ

អាគុយសំណ មានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករ E = 2.05V ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូតពេលអាគុយសំណដំណើរការជាជនិតា :

ផ្លាកវិជ្ជមាន ⊕ : $PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$

ផ្លាកអវិជ្ជមាន ⊖ : $Pb \longrightarrow Pb^{2+} + 2e^-$

សមីការតុល្យការ : $Pb + PbO_2 + 4H^+ \longrightarrow 2Pb^{2+} + 2H_2O$

នៅពេលអាគុយផ្ទេរ កំហាប់អាស៊ីតស៊ុលផួរិចថយចុះ និងផ្លាកអាគុយរុំព័ទ្ធដោយ $PbSO_4$ នាំឱ្យអានុភាពអាគុយថយចុះ ។ គេត្រូវផ្ទុកវាឡើងវិញមុនពេលវាផ្ទេរអស់ទាំងស្រុង ។

## គ. ដំណើរការជាគ្រឿងទទួលឬបន្ទុកអាគុយ

គេសាក ឬផ្ទុកបាតឺរីអាគុយ 12V ដោយប្រើជនិតាចរន្តជាប់ ដែលមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករខ្ពស់ជាង 12V ឱ្យឆ្លងកាត់ ។ ប៉ូល ⊕ នៃអាគុយត្រូវភ្ជាប់ជាមួយប៉ូល ⊕ នៃឧបករណ៍បញ្ចូលចរន្តជាប់ ឯប៉ូល ⊖ ត្រូវភ្ជាប់ជាមួយប៉ូល ⊖ (រូបទី 4.9) ។

រូបទី 4.9 : ការផ្ទុកអាគុយ

ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូត :

ប៉ូល ⊕ : $Pb^{2+} + 2H_2O \longrightarrow PbO_2 + 4H^+ + 2e^-$

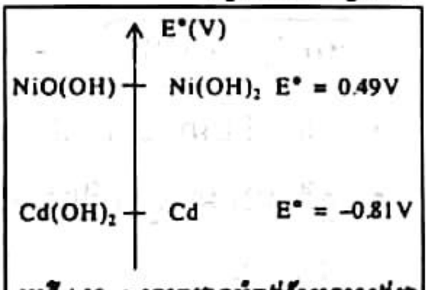
ប៉ូល ⊖ : $Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$

$$2Pb^{2+} + 2H_2O \longrightarrow Pb + PbO_2 + 4H^+$$

ប្រតិកម្មនៅពេលផ្ទុកនេះជាប្រតិកម្មច្រាស់ពីប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅពេលអាគុយផ្ទេរ ។ ដូច្នេះ ពេលផ្ទុកថាមពលអគ្គិសនីបានប្លែងជាថាមពលគីមី ។

អាគុយបំប្លែងថាមពលគីមីជាថាមពលអគ្គិសនីនៅពេលផ្ទេរ និងបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីជាថាមពលគីមីនៅពេលផ្ទុក ។

## 3.2. អាគុយកាត់ម្ញូម-នីកែល




រូបទី 4.10 : មាត្រដ្ឋានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា

ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក ដែលប្រើក្នុងអាគុយកាត់ម្ញូម- នីកែលមានបង្ហាញដូចក្នុងរូបទី 4.10 ។ អេឡិចត្រូលីតជាសូលុយស្យុង KOH កំហាប់ 40 % ។កម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដាតាមទ្រឹស្តី E = 1.30V ។ តែនៅពេលវាដំណើរការជាជនិតា វាមានកម្លាំងអគ្គិសនីចលករប្រហែល 1.20V ប៉ុណ្ណោះ ។

ផ្លាក ⊕ ជាកន្លែងរេដុកម្ម :

$$NiO(OH) + H_2O + e^- \longrightarrow Ni(OH)_2 + OH^-$$

ផ្លាក ⊖ ជាកន្លែងអុកស៊ីតកម្ម :

$$Cd + 2OH^- \longrightarrow Cd(OH)_2 + 2e^-$$

នៅពេលវាផ្ទុក ទិសដៅប្រតិកម្មច្រាស់នឹងប្រតិកម្មនៅពេលវាផ្ទេរ ។ សមីការតុល្យការប្រតិកម្មនៅពេលអាគុយ Ni – Cd ផ្ទេរនិងផ្ទុក :

$$Cd + 2NiO(OH) + 2H_2O \underset{\text{ផ្ទុក}}{\overset{\text{ផ្ទេរ}}{\rightleftharpoons}} Cd(OH)_2 + 2Ni(OH)_2$$

សព្វថ្ងៃនេះ អាគុយបែបនេះត្រូវបានគេប្រើក្នុងរថយន្តដើរដោយថាមពលអគ្គិសនី កុំព្យូទ័រយួរដៃ វិទ្យុ ទូរស័ព្ទ . . . ។

## សង្ខេបមេរៀន

- ថ្មពិល និងអាគុយជាជនិតាចរន្តជាប់ដែលបំលែងថាមពលគីមីទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។
- ថ្មពិលមិនអាចផ្ទុកឡើងវិញបានទេ ។ ចំណែកអាគុយអាចផ្ទុកឡើងវិញបានដោយប្រើជនិតាចរន្តជាប់ ។
- ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មពេលថ្មពិលអំបិលដំណើរការ :

$$Zn + 2MnO_2 + 2H^+ \longrightarrow Zn^{2+} + 2MnO(OH)$$

- ប្រតិកម្មអុកស៊ីតដូរេដុកម្មនៅពេលអាគុយសំណផ្ទេរ និងផ្ទុក :

$$Pb + PbO_2 + 4H^+ \underset{\text{ផ្ទុក}}{\overset{\text{ផ្ទេរ}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O$$

## សំណួរនិងលំហាត់

1. តើមានគូអុកស៊ីតករ-រេដុករណាខ្លះ ក្នុងថ្មពិលឡឺក្លង់សេ ?
2. តើមានគូអុកស៊ីតករ-រេដុករណាខ្លះ ក្នុងអាគុយសំណ ?
3. តើអាគុយ និងថ្មពិលខុសគ្នាដូចម្តេច ?
4. តើណាខ្លះជាអុកស៊ីតករ រេដុករ និងអេឡិចត្រូលីត ក្នុងថ្មពិលឡឺក្លង់សេ ?
5. ដូចម្តេចដែលហៅថា កាតូត និងអាណូតនៃថ្មពិល ?
6. ថ្មពិលឡឺក្លង់សេមួយមានស័ង្កសី 30g ។ គណនាបន្ទុកអគ្គិសនីដែលថ្មពិលនេះអាចបញ្ចេញបានតាមទ្រឹស្តី ។ គេឱ្យ : $M(Zn) = 65.4 g \cdot mol^{-1}$ និងមួយម៉ូលអេឡិចត្រុងមានបន្ទុក96500C ។
7. ថ្មពិលអាល់កាឡាំងមួយមានស័ង្កសី 50g និងម៉ង់កាណែសឌីអុកស៊ីត 55g ។

   ក. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង តាងប្រតិកម្មដែលកើតមាននៅអេឡិចត្រូត ។

   ខ. គណនាបន្ទុកអគ្គិសនី q ដែលវាអាចបញ្ចេញពេលវាដំណើរការតាមទ្រឹស្តី ។

   គេឱ្យ : 1 ម៉ូលអេឡិចត្រុងមានបន្ទុក 96500C , $M(Zn) = 65.4 g \cdot mol^{-1}$ , $M(Mn) = 55 g \cdot mol^{-1}$ ។
8. និមិត្តសញ្ញាអាគុយសំណ : ⊖ $Pb|PbSO_4 \| H_2SO_4 \| PbSO_4|PbO_2$ ⊕

   ក. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង តាងប្រតិកម្មដែលកើតមាននៅផ្លាកវិជ្ជមាននិងផ្លាកអវិជ្ជមានពេលអាគុយផ្ទេរ ។

   ខ. សរសេរសមីការតុល្យការពេលអាគុយផ្ទុក ។

9. ថ្មពិលឡេវអាចធ្វើពីប្រាក់អុកស៊ីត ។ គេនិយមប្រើវាក្នុងនាឡិកា ។ ពេលវាដំណើរការ គេអាចតាងដោយនិមិត្តសញ្ញា :

$Zn|Zn(OH)_4^{2-} \parallel KOH \parallel Ag|Ag_2O$

ក. ចូររកកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដានៃថ្មពិលនេះ

ខ. ចូរបង្ហាញប៉ូលនៃថ្មពិល (ដៅសញ្ញា ⊕ ឬ ⊖ នៅក្នុងនិមិត្តសញ្ញា)

គ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនិងសមីការតុល្យការតាងប្រតិកម្មដែលកើតមាននៅប៉ូលទាំងពីរពេលថ្មពិលដំណើរការ ។

គេឱ្យ : $E°(Ag_2O/ Ag) = 0.34V$ និង $E°(Zn(OH)_4^{2-} / Zn) = -1.20V$

10. ថ្មពិលអាល់កាឡាំងមួយមានស័ង្កសី 20g និងម៉ង់កាណែសឌីអុកស៊ីត 50g ។

ក. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនិងសមីការតុល្យការ ពេលថ្មពិលដំណើរការ ។

ខ. គណនាបន្ទុក q ដែលអាចបញ្ចេញដោយថ្មពិលតាមទ្រឹស្តី ។

11. ក. ថ្លឹងកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង ដែលកើតឡើងនៅលើផ្លាកនៃអាគុយសំណ ពេលវាដំណើរការ(ឬផ្ទេរ) ៖

$PbO_2 + H^+ + e^- \longrightarrow Pb^{2+} + H_2O$

$Pb \longrightarrow Pb^{2+} + e^-$

ខ. ផ្លាកដែលមានប្រតិកម្មអុកស៊ីកម្មនិងផ្លាកដែលមានប្រតិកម្មរេដុកម្មកើតឡើង តើផ្លាកទាំងនោះមានឈ្មោះអ្វី ?

គ. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម ពេលអាគុយសំណដំណើរការ ។

12. ក. ថ្មពិលប្រាក់អុកស៊ីតមួយអាចបញ្ចេញបរិមាណអគ្គិសនី Q = 1440C ។ ថ្មពិលនេះអាចតាងដោយនិមិត្តសញ្ញា៖ ⊖ $Zn/Zn(OH)_4^{2-} \parallel KOH \parallel Ag/Ag_2O$ ⊕ ។

1. តើប្រភេទគីមីណាមួយជាអុកស៊ីតករនិងជារេដុករ ពេលថ្មពិលដំណើរការ ។

2. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងតាងប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅប៉ូលទាំងពីរនៃថ្មពិលនិងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មពេលថ្មពិលធ្វើដំណើរការ ។

ខ. គណនាម៉ាសប្រាក់អុកស៊ីតនិងស័ង្កសីចាំបាច់សម្រាប់ធ្វើថ្មពិល ។

គេឱ្យ ៖ M(Zn) = 65 , M(Ag) = 108 , 1 ម៉ូលអេឡិចត្រុងមានបន្ទុក 96500C

មេរៀនទី

# 5 អគ្គិសនីវិភាគ

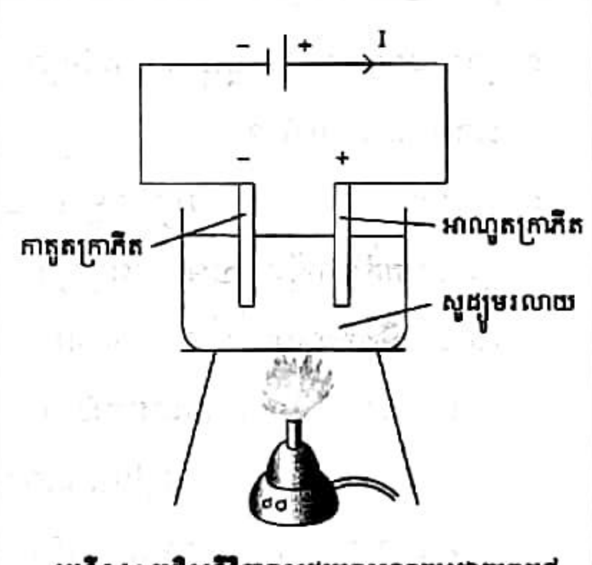
**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- រៀបរាប់និងបកស្រាយអគ្គិសនីវិភាគសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងរលាយដោយកម្ដៅ ។
- រៀបរាប់និងបកស្រាយអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទឹក ។
- រៀបរាប់ពីការអនុវត្តអគ្គិសនីវិភាគក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្ម ។

ផើងវិភាគជាគ្រឿងទទួលអគ្គិសនី វាបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីទៅជាថាមពលគីមី ។ ក្នុងមេរៀននេះ យើងនឹងសិក្សាពីអគ្គិសនីវិភាគនៃផលិតផលគីមីខ្លះៗដែលគេប្រើប្រាស់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ និងក្នុងឧស្សាហកម្ម ។

## 1. អគ្គិសនីវិភាគសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងរលាយដោយកម្ដៅ

ក្រាមសូដ្យូមក្លរួមិនចម្លងអគ្គិសនីទេ ។ វារលាយនៅសីតុណ្ហភាព 801°C ។ ពេលរលាយវាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $Na^+$ និង $Cl^-$ ដែលអាចធ្វើចលនាដោយសេរី ។ពេលមានចរន្តឆ្លងកាត់អ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានឬកាចុង $Na^+$ ត្រូវបានទាញដោយអេឡិចត្រូតអវិជ្ជមានឬកាតូត ឯអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមានឬអាញ៉ុង $Cl^-$ ត្រូវបានទាញដោយអេឡិចត្រូតវិជ្ជមាន ឬអាណូត ។

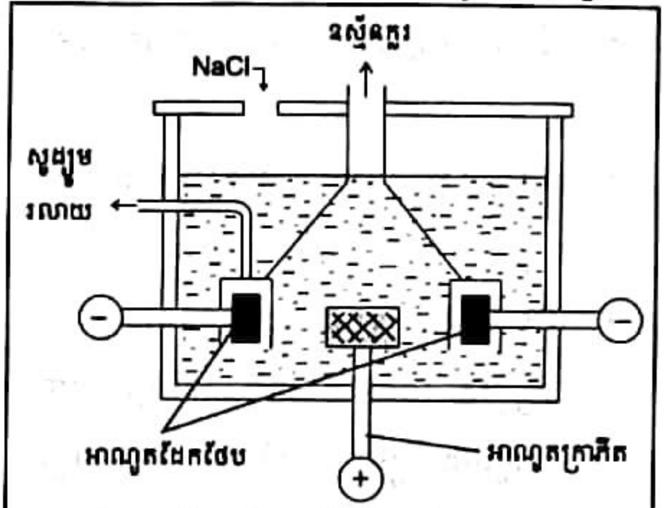



*រូបទី 5.1 : អគ្គិសនីវិភាគសូដ្យូមក្លរួរលាយដោយកម្ដៅ*

នៅកាតូត អ៊ីយ៉ុង $Na^+$ ទទួលយកអេឡិចត្រុងពីអេឡិចត្រូត ហើយក្លាយជាអាតូមសូដ្យូម ។ អ៊ីយ៉ុង $Na^+$ រងរេដុកម្ម ។

$$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$$

នៅអាណូត អ៊ីយ៉ុង $Cl^-$ បោះបង់អេឡិចត្រុងឱ្យទៅអេឡិចត្រូត ហើយក្លាយជាម៉ូលេគុលក្លរ ។ អ៊ីយ៉ុង $Cl^-$ រងអុកស៊ីតកម្ម ។




រូបទី 5.2 : គំនូសបំព្រួញជើងវិភាគនៅឧស្សាហកម្ម

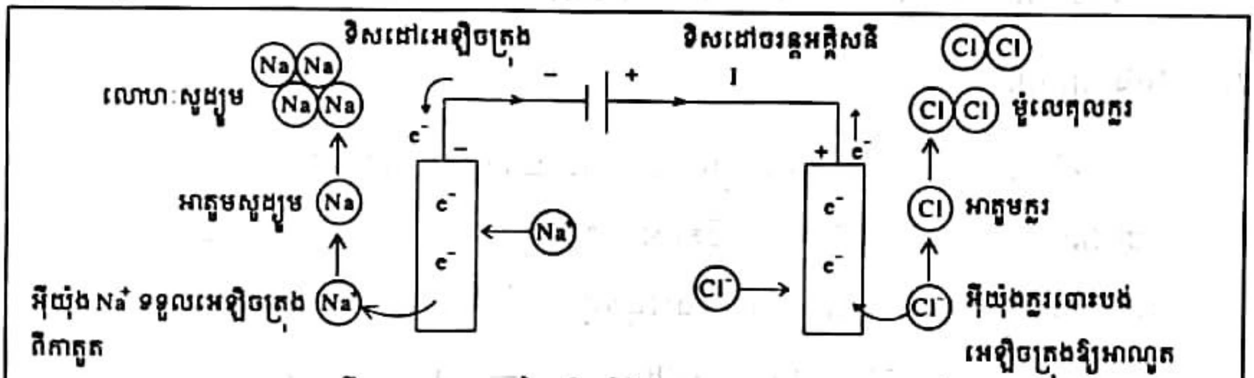
$$2Cl^{-} \longrightarrow Cl_2 + 2e^{-}$$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មគីមីពេលអគ្គិសនីវិភាគ :

$$2NaCl \longrightarrow 2Na + Cl_2$$

សមីការតុល្យការនេះច្រាសនឹងសមីការតុល្យការប្រតិកម្មតាមធម្មជាតិ ឬប្រតិកម្មកើតឯង (មើលមេរៀនទី 3 ជំពូក 3) ។

ក្នុងពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ បរិមាណអេឡិចត្រុងដែលផ្ទេរនៅអាណូត និងកាតូតមានចំនួនស្មើគ្នា ។




រូបទី5.3 : ដំណើរការនៃអគ្គិសនីវិភាគសូដ្យូមក្លរួរលាយដោយកម្តៅ

អគ្គិសនីវិភាគសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងរលាយដោយកម្តៅ គេទទួលបានលោហៈនៅខាងកាតូត និងអលោហៈខាងអាណូត ។

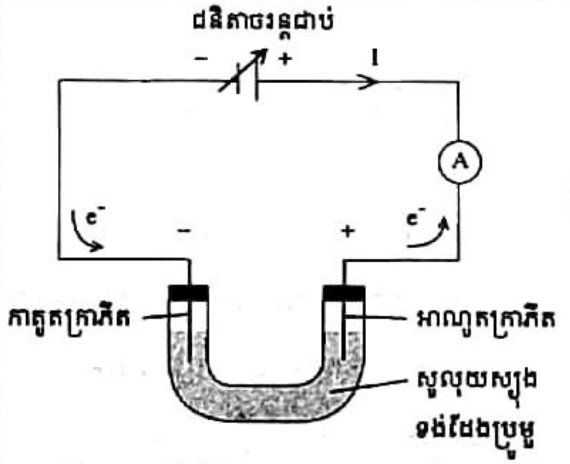
| អេឡិចត្រូលីតរលាយ | ផលិតផលនៅកាតូត | ផលិតផលនៅអាណូត |
|---|---|---|
| កាល់ស្យូមក្លរួ ($CaCl_2$) | កាល់ស្យូម (Ca) | ក្លរ ($Cl_2$) |
| សូដ្យូមអ៊ីយ៉ូឌួ (NaI) | សូដ្យូម (Na) | អ៊ីយ៉ូត ($I_2$) |
| សំណអុកស៊ីត (PbO) | សំណ (Pb) | អុកស៊ីសែន ($O_2$) |

## 2. អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទង់ដែងប្រូមួ

### 2.1. ពិសោធន៍

គេតម្លើងឧបករណ៍ពិសោធន៍ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី5.4 ។ គេប្រែប្រួលតង់ស្យុងដែលភ្ជាប់នឹងអេឡិចត្រូតជើងវិភាគ ។

- បើតង់ស្យុងតូចជាង 0.7V គេពុំឃើញចរន្តឆ្លងកាត់សៀគ្វីទេ ។
- ចាប់ពីតង់ស្យុង 0.8V ទៅគេសង្កេតឃើញចរន្តឆ្លងកាត់ដោយអាំងតង់ស៊ីតេខ្សោយ ។
- បើគេបង្កើនអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត ដែលឆ្លងកាត់សៀគ្វីរយៈពេល 2 ឬ 3 នាទី គេសង្កេតឃើញ ៖
  - សូលុយស្យុងពណ៌ខៀវនៅជុំវិញអាណូតប្រែជាពណ៌លឿង ។ បញ្ជាក់ថាមានប្រូមកកើតនៅខាងអាណូត ។
  - កំណពណ៌ក្រហមតោងជាប់នៅកាតូត ។ វាជាលោហៈទង់ដែង ។



រូបទី 5.4 ៖ អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទង់ដែងប្រូមួ

## 2.2. បំណកស្រាយ

ប្រតិកម្មគីមីដែលកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតតាងដោយសមីការតុល្យការ ៖

នៅអាណូតអ៊ីយ៉ុងប្រូមួ $Br^-$ រងអុកស៊ីតកម្ម ៖ $2Br^- \longrightarrow Br_2 + 2e^-$

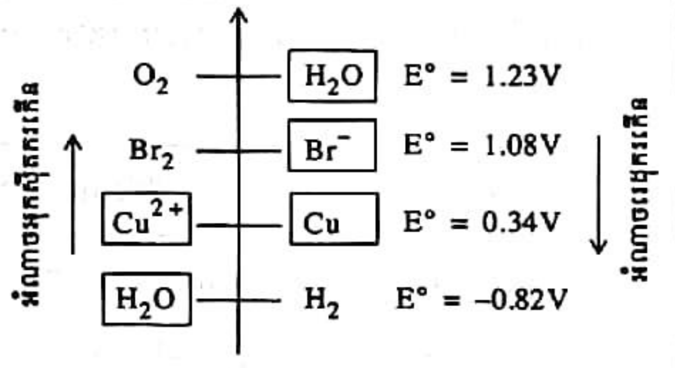
នៅកាតូតអ៊ីយ៉ុងទង់ដែង (II) $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្ម ៖ $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្ម ៖ $Cu^{2+} + 2Br^- \longrightarrow Cu + Br_2$ (1)

ប្រតិកម្ម (1) ដែលកើតឡើងក្នុងពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគនេះច្រាសនឹងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯង ៖

$Cu + Br_2 \longrightarrow Cu^{2+} + 2Br^-$

ក្នុងសូលុយស្យុងទង់ដែងប្រូមួមានប្រភេទគីមី $Cu^{2+}$ , $Br^-$ និង $H_2O$ ។ ដូចនេះ គូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្មពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគមានបង្ហាញក្នុងរូបទី 5.5 ។



រូបទី 5.5 ៖ ចំណែកថ្នាក់គូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្មក្នុងពេលអគ្គិសនីវិភាគ

តាមចំណែកថ្នាក់ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក ៖

- អ៊ីយ៉ុង $Br^-$ ជារេដុករខ្លាំងជាង $H_2O$ ។ ដូចនេះអ៊ីយ៉ុង $Br^-$ រងអុកស៊ីតកម្មនៅអាណូតមុនទឹក ។
- អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាង $H_2O$ ។ ដូចនេះ អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្មនៅកាតូតមុន $H_2O$ ។

ផលសងប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា $\Delta E°$ នៃគូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្ម:

$$\Delta E° = E°(Br_2/Br^-) - E°(Cu^{2+}/Cu) = 1.08V - 0.34V = 0.74V$$

យើងសង្កេតឃើញ តង់ស្យុងអប្បបរមា U ស្មើ 0.8V ដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មកើតមានឡើងនៅអេឡិចត្រូតជើងវិភាគ ។ តង់ស្យុងនេះមានតម្លៃប្រហែល $\Delta E°$ ។

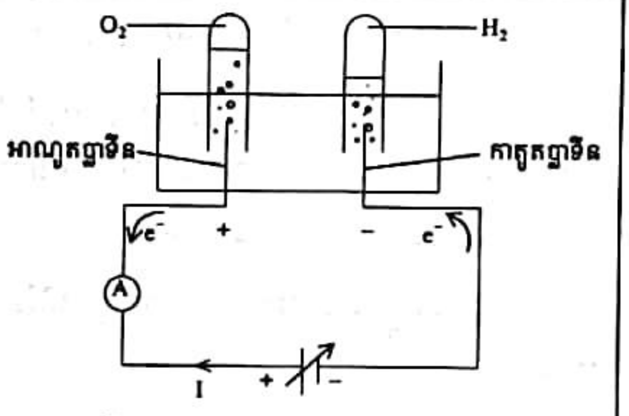
***សំគាល់*** : អេឡិចត្រូតធ្វើពីក្រាភីតឬប្លាទីន ជាអេឡិចត្រូតមិនរងកំណួតតែវាចម្លងអគ្គិសនីបានល្អ ។

# 3. អគ្គិសនីវិភាគទឹក

ទឹកសុទ្ធចម្លងអគ្គិសនីអន់បំផុត ដើម្បីធ្វើអគ្គិសនីវិភាគទឹក គេបន្ថែមអេឡិចត្រូលីតដែលមានអ៊ីយ៉ុងមិនរំខានដល់ប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូតជើងវិភាគ ។

## 3.1. ពិសោធន៍

ក្នុងជើងវិភាគដែលមានអេឡិចត្រូតធ្វើពីប្លាទីន គេដាក់សូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចដែលមានកំហាប់ $1mol.L^{-1}$ (មើលរូបទី 5.6) ។



***រូបទី 5.6: អគ្គិសនីវិភាគទឹកក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត***

គេប្រែប្រួលតង់ស្យុងដែលភ្ជាប់នឹងអេឡិចត្រូតទាំងពីរ :

- បើតង់ស្យុង $U < 2V$ គេពុំឃើញមានឧស្ម័នភាយនៅអេឡិចត្រូតទេ ។
- បើតង់ស្យុង $U \geq 2V$ គេឃើញឧស្ម័នភាយនៅអេឡិចត្រូត ។ តាមអត្តសញ្ញាណបង្ហាញថា ឧស្ម័នភាយខាងកាតូតជា $H_2$ និងខាងអាណូតជា $O_2$ ។ មាឌឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនមាន 2 ដងនៃមាឌឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ។

## 3.2. បំណកស្រាយ

នៅខាងអាណូតទឹករងអុកស៊ីតកម្មដោយបោះបង់អេឡិចត្រុងឱ្យទៅសៀគ្វីក្រៅ ហើយប្លែងជា $O_2$ តាមកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង : $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

នៅខាងកាតូតអ៊ីយ៉ុង $H^+$ រងរេដុកម្មដោយចាប់យកអេឡិចត្រុងពីសៀគ្វីក្រៅ ហើយប្លែងជា $H_2$ តាមកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង : $4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$ ។

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មនៃអគ្គិសនីវិភាគទឹក : $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$ ។

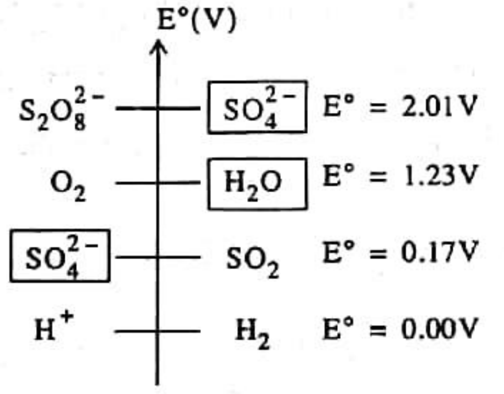
ប្រតិកម្មគីមីនេះច្រាស់នឹងប្រតិកម្មសំយោគទឹក ដែលជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មកើតឯង ($2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$) ។ ប្រតិកម្មក្នុងអគ្គិសនីវិភាគជាប្រតិកម្មបង្ខំ ។

### 3.3. បាតុភូតតង់ស្យុងលើស

គេបានគិតថាអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចនឹងចាប់ផ្តើមនៅពេលតង់ស្យុង :

$$U = \Delta E^\circ = E^\circ(O_2/H_2O) - E^\circ(H^+ \ /H_2)$$
$$= 1.23V - 0.00V = 1.23V$$

តែតាមពិសោធន៍គេពុំបានឃើញបាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគកើតឡើងទេ ។ បើគេឱ្យU ធំជាង 1.23V បន្តិចបន្តួចប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅយឺតណាស់ដែលគេមិនអាចមើលឃើញ ។ គេអាចសង្កេតឃើញបាតុភូតអគ្គិសនីវិភាគនៅពេល $U \geq 2V$ ។ ផលសងរវាងតម្លៃតាមការពិសោធនិងទ្រឹស្តីគេហៅថាតង់ស្យុងលើស u :




*រូបទី5.7 : ចំណែកថ្នាក់គូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្មពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច*

$u = U - \Delta E^\circ = 2V - 1.23V = 0.8V$ ។

តម្លៃតង់ស្យុងលើសអាស្រ័យតាមធម្មជាតិនៃឧស្ម័នដែលភាយ និងផ្ទៃអេឡិចត្រូតរលោងឬគ្រើម ។

***សំគាល់***

- អ៊ីយ៉ុង $SO_4^{2-}$ នៃគូ $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ ជារេដុករខ្សោយជាង $H_2O$ នៃគូ $O_2/H_2O$ ដូច្នេះទឹកត្រូវរងអុកស៊ីតកម្មនៅខាងអាណូតមុន ។
- អ៊ីយ៉ុង $SO_4^{2-}$ នៃគូ $SO_4^{2-}/SO_2$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាងអ៊ីយ៉ុង$H^+$ នៃគូ $H^+ \ /H_2$ ។ តែអ៊ីយ៉ុង $H^+$ រងរេដុកម្មនៅខាងកាតូតមុន ដោយសារអ៊ីយ៉ុង $SO_4^{2-}$ មានបន្ទុកអវិជ្ជមានវាផ្លាស់ទីទៅខាងកាតូតដោយពិបាក ។
- ការមិនចូលរួមប្រតិកម្មនៃអ៊ីយ៉ុង $SO_4^{2-}$ ក្នុងអគ្គិសនីវិភាគនេះ ក៏បណ្តាលមកពីបាតុភូតតង់ស្យុងលើសផងដែរ ។

## 4. អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសំណប៉ាហាំងក្លរួ

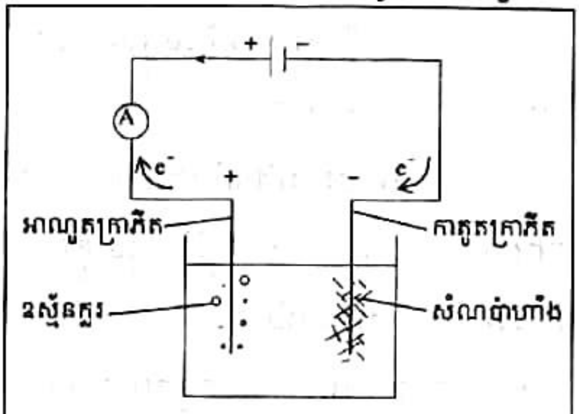
### 4.1. ពិសោធន៍

គេត្រាំអេឡិចត្រូតក្រាភីតក្នុងសូលុយស្យុងសំណប៉ាហាំងក្លរួលាយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ដើម្បីរារាំងកុំឱ្យកកើតសំណប៉ាហាំងអ៊ីដ្រុកស៊ីត $Sn(OH)_2$ (រូបទី 5.8) ។

កាលណាតង់ស្យុងនៅអេឡិចត្រូតតូចជាង 1.4V គេពុំឃើញមានចរន្តឆ្លងកាត់ជើងវិភាគ ។ ចាប់ពី 1.7V ទៅគេសង្កេតឃើញមានកំណលោហៈសំណប៉ាហាំងនៅកាតូតនិងឧស្ម័នក្លរនៅអាណូត ។

***សំគាល់ :***

បើតង់ស្យុងធំជាង 2V គេសង្កេតឃើញនៅកាតូតមានភាយឧស្ម័ន $H_2$ និងនៅអាណូតមានភាយឧស្ម័ន $O_2$ ថែមទៀត ។




***រូបទី 5.8 : អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសំណប៉ាហាំងក្លរួរអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច***

## 4.2. បំណកស្រាយ

កាតូត : អ៊ីយ៉ុងសំណប៉ាហាំងរងរេដុកម្ម :

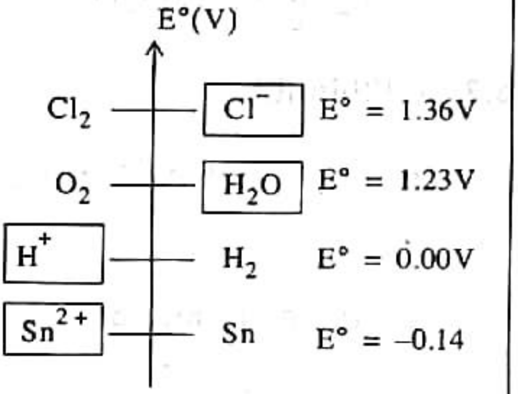
$$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$$

អាណូត : អ៊ីយ៉ុងក្លររងអុកស៊ីតកម្ម :

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ :

$$Sn^{2+} + 2Cl^- \longrightarrow Sn + Cl_2$$




***រូបទី 5.9 : ចំណែកថ្នាក់គូរេដុកក្នុងអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង*** ($Sn^{2+} + 2Cl^-$)

តាមចំណែកថ្នាក់នៃគូរេដុក(រូបទី 5.9) $H_2O$ ត្រូវរងអុកស៊ីតកម្មនិង $H_2O$ រងរេដុកម្មមុន ។

តាមពិសោធន៍បង្ហាញថា ការបំភាយឧស្ម័នក្លរ និងកំណសំណប៉ាហាំងត្រូវការតង់ស្យុងលើស :
$u = U - (E°Cl_2/Cl^- - E°Sn^{2+}/Sn) = 1.7 - (1.36V + 0.14V) = 0.2V$ ។ ចំណែកបំភាយ $H_2$ និង $O_2$ ត្រូវការតង់ស្យុងលើសរហូតដល់ 0.8V ។

ប៉ុន្តែតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុកនៅតែមានសារៈសំខាន់ ក៏ប៉ុន្តែវាមិនគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ព្យាករណ៍ថាមាន ឬគ្មានប្រតិកម្មនៅអេឡិចត្រូតទេ ។

# 5. អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត

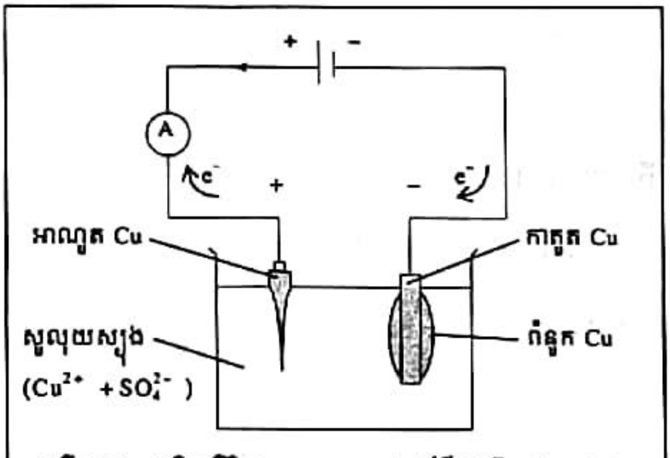
## 5.1. ពិសោធន៍

គេយកសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាត ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) កំហាប់ 0.1mol.$L^{-1}$ ដាក់ក្នុងកែវបេស៊ែ ។

គេត្រាំអេឡិចត្រូតទង់ដែងក្នុងសូលុយស្យុងនេះ (រូបទី 5.10) ។

បើគេផ្តល់ចរន្តអគ្គិសនីដែលមានតង់ស្យុងពី 0.1 ទៅ 0.5V ដល់អេឡិចត្រូតផើងវិភាគ គេសង្កេតឃើញ :

- កាតូតមានរុំព័ទ្ធដោយពំនូកលោហៈទង់ដែង ។
- អាណូតសឹកបន្តិចម្តងៗ និងសូលុយស្យុងមិនប្រែពណ៌ ។




*រូបទី 5.10 : អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាតអាណូតធ្វើពីទង់ដែង*

## 5.2. បំណកស្រាយ

នៅកាតូត : អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ រងរេដុកម្ម :

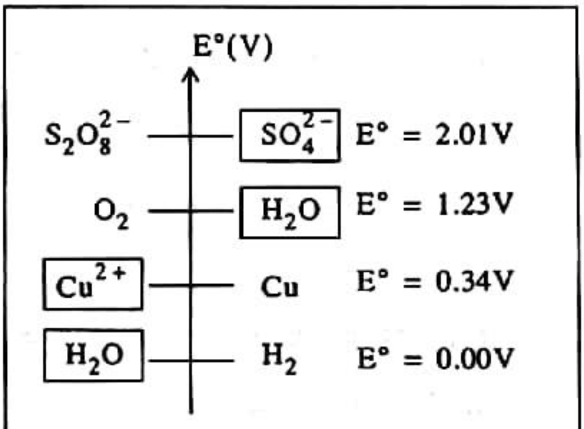
$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

នៅអាណូត : លោហៈទង់ដែងរងអុកស៊ីតកម្ម :

$$Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$

សមីការតុល្យការ :

$$Cu^{2+} + Cu \longrightarrow Cu + Cu^{2+}$$




*រូបទី 5.11 : ចំណែកថ្នាក់គូរេដុកក្នុងអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង ($Cu^{2+}$ + $SO_4^{2-}$)*

តាមសមីការតុល្យការបង្ហាញថាអ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ ដែលបាត់នៅកាតូតត្រូវបានកកើតឡើងវិញនៅអាណូត ដែលធ្វើឱ្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុង $Cu^{2+}$ មិនប្រែប្រួល ។ អគ្គិសនីវិភាគបែបនេះគេហៅថា អគ្គិសនីវិភាគអាណូតរលាយ ។

គេសង្កេតឃើញថា អគ្គិសនីវិភាគចាប់ផ្តើមនៅពេលតង់ស្យុងប្រហែល 0V ដែលជាតង់ស្យុងត្រូវតាមការព្យាករណ៍ ។

# 6. អនុវត្តន៍អគ្គិសនីវិភាគ

## 6.1. ចម្រាញ់អង្គធាតុទោល

- លោហៈមួយចំនួនថ្វីបើវាជារេដុករខ្លាំងជាងអ៊ីដ្រូសែន ក៏គេអាចធ្វើវាពីអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទឹកដែលមានកាចុងលោហៈនោះ ។ ដូចជាលោហៈស័ង្កសីមួយចំនួនធំបានមកពីអគ្គិសនី

វិភាគសូលុយស្យុងស័ង្កសីស៊ុលផាតលាយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។ ចំពោះលោហៈដែលជារេដុករខ្លាំង (Na , K , Al...) គេអាចធ្វើវាពីអគ្គិសនីវិភាគសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងរលាយដោយកម្ដៅ ។

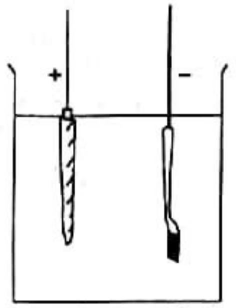
- ចំពោះឧស្ម័ន $H_2$ និង $O_2$ គេអាចធ្វើពីអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($K^+ + OH^-$) ។ ក្លរ និងសូតអាចបានពីអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសូដ្យូមក្លរួ ។

## ៦.2. បន្សុទ្ធលោហៈ

ដើម្បីបានមាស ប្រាក់ ទង់ដែង សំណ នីកែល សុទ្ធគេត្រូវធ្វើអគ្គិសនីវិភាគអាណូតរលាយ ។ ពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ គេយកលោហៈដែលមានភាពមិនសុទ្ធធ្វើជាអាណូតនិងលោហៈសុទ្ធកកើតនៅខាងកាតូត ។

## ៦.3. ការទទួលពំនូកលោហៈ

កាល់វ៉ាណូជាបច្ចេកទេសស្រោបវត្ថុប្រើប្រាស់ដោយស្រទាប់លោហៈស្ដើងមួយ ។



រូបទី5.12 : កាល់វ៉ាណូស្តេស៊ីលើវត្ថុប្រើប្រាស់

- កាល់វ៉ាណូស្តេស៊ីជាប្រតិបត្តិការស្រោបស្រទាប់លោហៈស្ដើងទៅលើវត្ថុផ្សេងទៀត ដើម្បីការពារកំណូត(ដូចជា ការស្រោបក្រូមឬនីកែល)ឬដើម្បីធ្វើឱ្យវត្ថុទាំងនោះមានសោភណភាពល្អ(ដូចជាស្រោបប្រាក់ឬមាស) ។
- កាល់វ៉ាណូផ្លាស្ទី : គេធ្វើពុម្ពឱ្យដូចរាងវត្ថុ ដែលគេចង់បាននិងលើផ្ទៃពុម្ពអាចចម្លងអគ្គិសនីបាន ។គេយកពុម្ពនេះទៅស្រោបលោហៈដែលគេចង់បានតាមអគ្គិសនីវិភាគអាណូតរលាយ ។ លោហៈដែលស្រោបនេះមានរាងដូចពុម្ព និងអាចយកចេញពីពុម្ពបាន ។ បច្ចេកនេះត្រូវបានគេប្រើសម្រាប់ផលិតរូបចម្លាក់បូរាណ មេដាយកិត្តិយស . . . ។

## សង្ខេបមេរៀន

អគ្គិសនីវិភាគត្រូវនឹងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មនៅលើផ្ទៃនៃអេឡិចត្រូត ។ អាណូតដែលភ្ជាប់ទៅប៉ូលវិជ្ជមាននៃជនិតាមានប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម ។ កាតូតដែលភ្ជាប់ទៅប៉ូលអវិជ្ជមាននៃជនិតាមានប្រតិកម្មរេដុកម្ម ។

អគ្គិសនីវិភាគសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងរលាយដោយកម្ដៅ គេបានលោហៈនៅខាងកាតូតនិងអលោហៈនៅខាងអាណូត ។

អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងទឹកអាចមានប្រតិកម្ម :

- អុកស៊ីតកម្មបីយ៉ាងកើតឡើងនៅអាណូត :
  - អុកស៊ីតកម្មអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន(អាញ៉ុង)នៃសូលុយស្យុង: $A^{m-} \longrightarrow A + me^-$
  - អុកស៊ីតកម្មម៉ូលេគុលទឹក : $2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
  - អុកស៊ីតកម្មរូបធាតុដែលធ្វើអេឡិចត្រូត : $M \longrightarrow M^{n+} + ne^-$
- រេដុកម្មពីរយ៉ាងនៅកាតូត :
  - រេដុកម្មអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន (កាចុង)នៃសូលុយស្យុង : $C^{p+} + pe^- \longrightarrow C$
  - រេដុកម្មម៉ូលេគុលទឹក : $2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$

ក្នុងអគ្គិសនីវិភាគ កាលណាមានឧស្ម័នភាយឡើងនៅអេឡិចត្រូត គេតែងតែសង្កេតឃើញមានបាតុភូតតង់ស្យុងលើស ។ វត្តមានតង់ស្យុងលើសនេះហើយដែលធ្វើឱ្យការព្យាករតាមរយៈប៉ូតង់ស្យែលរេដុកមិនបានផ្ទៀងផ្ទាត់តាមពិសោធន៍ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. តើជើងវិភាគនិងថ្មពិលខុសគ្នាដូចម្ដេច ?
2. តើមានប្រតិកម្មអ្វីកើតឡើងនៅអាណូតនិងកាតូតនៃជើងវិភាគ កាលណាវាដំណើរការ ?
3. គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគប៉ូតាស្យូមក្លរួរលាយដោយកម្ដៅ ដោយប្រើអេឡិចត្រូតក្រាភីត ។

   ក. សរសេររូបមន្តអ៊ីយ៉ុងក្នុងអេឡិចត្រូលីត ។

   ខ. ឱ្យឈ្មោះផលិតផលដែលកកើតនៅកាតូតនិងអាណូតព្រមទាំងសរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុង តាងប្រតិកម្មនៅកាតូតនិងអាណូត ។

4. គេអាចធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាតលាយសូលុយស្យុងអាស៊ីតនីទ្រិច ដោយប្រើអេឡិចត្រូតធ្វើពីកាបូននិងប្រាក់ ។ គូរឡើងវិញ និងបំពេញតារាងខាងក្រោមពីលទ្ធផលដែលគេអាចទទួលបាន ។ គេឱ្យ: $E°(Ag^{+}/Ag) = 0.80V$ , $E°(NO_3^-/NO_2^-) = 0.84V$

$E°(NO_3^-/NO) = 0.96V$ , $E°(O_2/H_2O) = 1.23V$ , $E°(H^+/H_2) = 0.00V$

| ពិសោធន៍ | អេឡិចត្រូលីត | អេឡិចត្រូត | ផលិតផលនៅកាតូត | ផលិតផលនៅអាណូត |
|---|---|---|---|---|
| A | ប្រាក់នីត្រាត | កាបូន | | |
| B | ប្រាក់នីត្រាត | ប្រាក់ | | |

5. គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាត ។ គេឱ្យប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុកនៅ pH = 7 :

$E(H_2O/H_2) = -0.42V$ , $E(O_2/H_2O) = 0.81V$ ,

$E°(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}) = 2.01V$ , $E°(SO_4^{2-}/SO_2) = 0.17V$ ,$E°(Na^+/Na) = -2.7V$ ។

តាមពិសោធន៍គេសង្កេតឃើញមានបំភាយ $H_2$ និង $O_2$ ។

ក. តើមានប្រភេទគីមីអ្វីខ្លះនៅក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាត ?

ខ. ចូរព្រាងទុកប្រតិកម្មដែលអាចកើតមាននៅអេឡិចត្រូត ។

គ. សរសេរសមីការតុល្យការអគ្គិសនីវិភាគ ។

ឃ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមាតាមទ្រឹស្តី ដែលត្រូវផ្តល់ដល់អេឡិចត្រូតធុងវិភាគមានតម្លៃប៉ុន្មាន? ដើម្បីឱ្យធុងវិភាគដំណើរការ ?

ង. តើសូលុយស្យុងដែលបានទទួលនេះ ជាសូលុយស្យុងណឺត អាស៊ីត ឬបាស ?

6. នៅឧស្សាហកម្មគេធ្វើឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន និងអុកស៊ីសែនដោយធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងធុងវិភាគដែលមានអេឡិចត្រូតដែកថែបស្រោបនីកែល (អេឡិចត្រូតមិនរងកំណត) ។

ក. តើមានប្រភេទគីមីអ្វីខ្លះនៅក្នុងសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ?

ខ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងដែលកើតមាននៅអេឡិចត្រូត និងសមីការតុល្យការ ។ គេឱ្យប៉ូតង់ស្យែលគូរេដុកក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស : $E°(K^+/K) = -2.92V$ ,

$E°(H_2O/H_2) = -0.84V$ , $E°(O_2/OH^-) = 0.39V$ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 3

**I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់**

1. ថ្មពិលមួយផ្សំឡើងដោយលោហៈពីរយ៉ាង $M_1$ និង $M_2$ ដោយ $M_1$ ជាប៉ូល ⊕ ។

☐ ក. $M_1$ ជារេដុករខ្សោយជាង $M_2$ ☐ ខ. $M_1$ ជាអុកស៊ីតករខ្សោយជាង $M_2$

☐ គ. $M_1^{n_1+}$ ជាអុកស៊ីតករខ្លាំងជាង $M_2^{n_2+}$

2. កាតូតនៃផើងវិភាគជាអេឡិចត្រូតដែលមានប្រតិកម្ម

☐ ក. អុកស៊ីតកម្ម ☐ ខ. រេដុកម្ម ☐ គ. អុកស៊ីដូរេដុកម្ម

3. តង់ស្យុងនៃផើងវិភាគ $U_{AC}$ ជានិច្ចជាកាល

☐ ក. តូចជាងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក ដែលចូលរួមប្រតិកម្ម ។

☐ ខ. ស្មើផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក ដែលចូររួមប្រតិកម្ម ។

☐ ឃ. ធំជាងផលសងប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក ដែលចូររួមប្រតិកម្ម ។

**II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ**

1. ក្នុងប្រតិកម្ម . . . . . . . . .មានការផ្ទេរអេឡិចត្រុងរវាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ អុកស៊ីតករទទួលយកអេឡិចត្រុងនិង . . . . . . . . . .បោះបង់អេឡិចត្រុង ។

2. អេឡិចត្រូលីតក្នុងអាគុយសំណជាសូលុយស្យុង . . . . . . . . .ដែលមានកំហាប់ $6mol \cdot L^{-1}$ ។

3. អាគុយបំប្លែងថាមពលគីមីជាថាមពលអគ្គិសនីនៅពេល . . . . . . . . .និងបំប្លែងថាមពលអគ្គិសនីជា . . . . . . . .នៅពេលផ្ទុក ។ គេផ្ទុកអាគុយដោយប្រើជនិតា . . . . . . . . . ។

**III. សំណួរត្រិះរិះ**

1. ចូរបង្ហាញអុកស៊ីតករនិងរេដុករក្នុងគូរេដុក : $Cl_2/Cl^-$ $Fe^{3+}/Fe^{2+}$ $Fe^{2+}/Fe$ ។

2. ចូរសរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូរេដុក : $Cu^{2+}/Cu^+$ $I_2/I^-$ ។

3. ក. តើណាខ្លះជាអុកស៊ីតករ រេដុករ និងអេឡិចត្រូលីតក្នុងថ្មពិលឡឺក្លងសេ?

ខ. ចូរសរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងតាងប្រតិកម្ម ដែលកើតនៅប៉ូល ⊖ នៃថ្មពិលឡឺក្លងសេ ។

**IV. លំហាត់**

1. គេត្រាំបន្ទះទង់ដែង ទៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត 50ml និងកំហាប់ $1.0 \times 10^{-1} mol \cdot L^{-1}$ គេទទួលបានពំនូកប្រាក់តោងជាប់បន្ទះទង់ដែង ។

ក. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មរវាងអុកស៊ីតករ រេដុករទាំងពីរដែលចូលរួមប្រតិកម្ម ។

ក្នុងចំណោមគូរេដុកដែលចូលរួមប្រតិកម្ម តើគូណាមួយមានអុកស៊ីតករនិងរេដុករខ្លាំង ?

ខ. គណនាម៉ាសប្រាក់ដែលបានទទួលនិងម៉ាសទង់ដែងដែលបាត់បង់ ។

2. គេដាក់បន្ទះដែកមួយមានម៉ាស 10g ទៅក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច 40ml និងកំហាប់ $3.0 mol \cdot L^{-1}$ ។ ក្រោយប្រតិកម្មចប់ គេបន្ថែមសូលុយស្យុងសូតទៅក្នុងសូលុយស្យុងដែលទទួលបាន គេសង្កេតឃើញមានកករកើតឡើង ។

ក. តើកករដែលកើតឡើងនោះមានឈ្មោះអ្វី ?

ខ. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មដែលនាំឱ្យគេទទួលបានកករនិងប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ដែលកើតឡើងក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ?

គ. តើបន្ទះដែកអាចរលាយបាត់អស់ឬនៅសល់ ?

ឃ. គណនាមាឌឧស្ម័ន ដែលភាយឡើងក្រោយប្រតិកម្មចប់ ?

គេឱ្យមាឌម៉ូលឧស្ម័នក្នុងលក្ខខណ្ឌពិសោធន៍ $V = 24.0 L \cdot mol^{-1}$ ។

3. សំលោហៈមួយប្រភេទដែលផ្សំដោយ អាលុយមីញ៉ូមនិងទង់ដែងមានម៉ាស 100g ។ គេយកសំលោហៈនេះឱ្យមានអំពើជាមួយសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ ។ គេទទួលបានឧស្ម័នភាយឡើង 15.0L ដែលគេវាស់នៅលក្ខខណ្ឌមានមាឌម៉ូល $V = 24.0 L \cdot mol^{-1}$ ។ គណនាម៉ាសអាលុយមីញ៉ូម និងម៉ាសទង់ដែងនៅក្នុងដុំសំលោហៈ 100g ។

4. ថ្មពិលមួយផ្សំដោយពាក់កណ្ដាលពិល $Pb^{2+}/Pb$ និង $Ag^{+}/Ag$ ។

ក. គូសតំនូសបំប្រួញនៃថ្មពិលតាមគំរូ ៖ $\ominus\ M/M^{n+} \,\vdots\vdots\, M'^{n'+}/M'\ \oplus$ ។

ខ. គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល ។

គ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រូដនៃប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរ និងសមីការតុល្យការនៃបំលែង កាលណាថ្មពិលដំណើរការ ។ ចូរប្រៀបធៀបប្រតិកម្មកើតឯងរវាងបន្ទះសំណនិងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាតជាមួយនិងប្រតិកម្ម ដែលកើតឡើងពេលថ្មពិលខាងលើដំណើរការ ។

គេឱ្យ ៖ $E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -0.13V$ $E^\circ(Ag^{+}/Ag) = 0.8V$

5. ក្នុងចំណោមគូខាងក្រោមនេះមានខ្លះជាគូរេដុកនិងខ្លះទៀតមិនមែនជាគូរេដុក ។ ចូរសរសេរគូអុកស៊ីតករនិងរេដុករឱ្យបានត្រឹមត្រូវ ។

ក. $SO_2 - SO_4^{2-}$ ខ. $MnO_4^- - Mn^{2+}$ គ. $NH_4^+ - NH_3$ គ. $CuO - Cu$

ឃ. $Fe - Fe_2O_3$ ច. $H_2O - H^+$ ឆ. $H_2O_2 - H_2O$ ជ. $Cr^{3+} - Cr_2O_7^{2-}$

6. កាបួរ៉ង់ដុមត្រូវបានគេជ្រើសរើសសម្រាប់ធ្វើជាឥដ្ឋដែលធន់និងកម្ដៅ ក្រដាសខាត់និងថ្មសំលៀង ។ ឈ្មោះគីមីរបស់វា គឺស៊ីលីស្យូមកាបួ ដែលមានរូបមន្ត SiC ។ គេធ្វើវានៅសីតុណ្ហភាព 2000 – 2500°C ពីខ្សាច់និងធ្យូងក្ញូកដែលតាងដោយសមីការ ៖ $SiO_2 + C \longrightarrow SiC + CO$ ។

ក. ថ្លឹងសមីការតុល្យការដោយប្រើ n.o ។

ខ. តើគេត្រូវប្រើខ្សាច់ ($SiO_2$) និងធ្យូងក្ញូក C ប៉ុន្មាន ? ដើម្បីធ្វើស៊ីលីស្យូមកាបួមួយតោន ។

7. គេឱ្យ ៖ $E°(Br_2/Br^-) = 1.08$ $E°(O_2/H_2O) = 1.23V$ $E°(H^+/H_2) = 0.00V$ ។

គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងអាស៊ីតប្រូមីឌ្រិច នៅក្នុងបំពង់រាង U ដោយអេឡិចត្រូតមិនរងកំណូត ។ គេសង្កេតឃើញមានភាយឧស្ម័ននៅអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ។ សូលុយស្យុងនៅជុំវិញអាណូតប្រែពណ៌លឿងបញ្ជាក់ថាមានវត្ថុមានឌីប្រូម ។

ក. ចូរធ្វើចំណែកថ្នាក់គូរេដុកខាងលើ នៅលើអ័ក្សប៉ូតង់ស្យែល ។

ខ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងតាងប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ។

គ. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មក្នុងពេលធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ ។

ឃ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមានៃធើងវិភាគតាមទ្រឹស្ដីមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

8. គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ដោយប្រើអេឡិចត្រុងធ្វើពីបន្ទះលោហៈប្រាក់ ។

ក. ចូរគូសគំនូសបំប្រួញធើងវិភាគ ។

ខ. សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងដែលកើតឡើងនៅអេឡិចត្រូតនីមួយៗ ។

គ. សរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មនៃអគ្គិសនីវិភាគ ។

ឃ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមានៃការធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ(តាមទ្រឹស្ដី)មានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

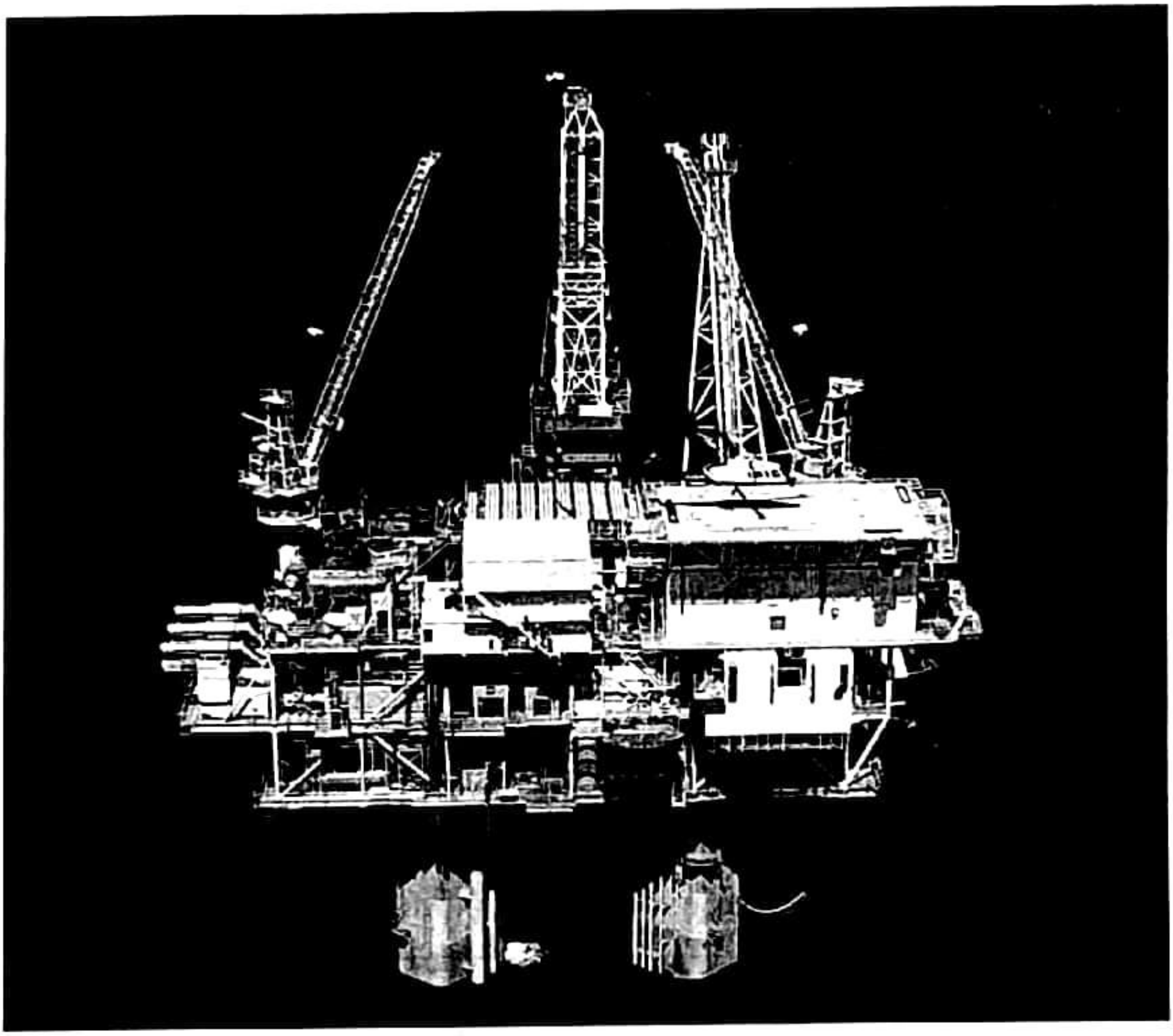
9. សូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចមានអំពើជាមួយលោហៈស័ង្កសី ។

ក. រៀបរាប់ពីការធ្វើពិសោធន៍ដែលអាចឱ្យគេស្គាល់អត្តសញ្ញាណអង្គធាតុកកើត ។

ខ. តើមានគូអុកស៊ីតករ / រេដុករណាខ្លះចូលរួមប្រតិកម្ម ? សរសេរកន្លះសមីការអេឡិចត្រុងដែលត្រូវនិងគូទាំងនេះ និងសរសេរសមីការតុល្យការប្រតិកម្មផង ។

គ. ក្នុងប្រតិកម្មនេះតើប្រភេទគីមីណាមួយជារេដុករនិងណាមួយអុកស៊ីតករ ?

## ជំពូកទី 4 ប្រតិកម្មគីមីនិងថាមពល



ប្រតិកម្មគីមីស្ទើរតែទាំងអស់មានបម្រែបម្រួលថាមពលតាមបែបបញ្ចេញ ឬស្រូបស្ថិតក្នុងសណ្ឋានជាកម្តៅ ។

ការរលាយនៃជីអ៊ុយរ៉េក្នុងទឹកជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ។ ប៉ុន្តែបើយើងចាក់ទឹកទៅលើក្រាមសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត រួចកូរវា បន្ទាប់មកយើងនឹងឃើញក្រាមសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរលាយនិងបញ្ចេញកម្តៅដែលយើងអាចដឹងតាមរយៈយកដៃទៅប៉ះកែវបៃសែ យើងមានអារម្មណ៍ក្តៅ ។

ដូច្នេះតើថាមពលមាននាទីសំខាន់យ៉ាងណាសម្រាប់ការរស់នៅប្រចាំថ្ងៃនិងក្នុងឧស្សាហកម្មផលិតកម្មបែបវិទ្យាសាស្ត្រ ? និងថាតើប្រតិកម្មគីមីនិងថាមពលមានទំនាក់ទំនងគ្នាយ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ ?

# 1 ថាមពលគីមី

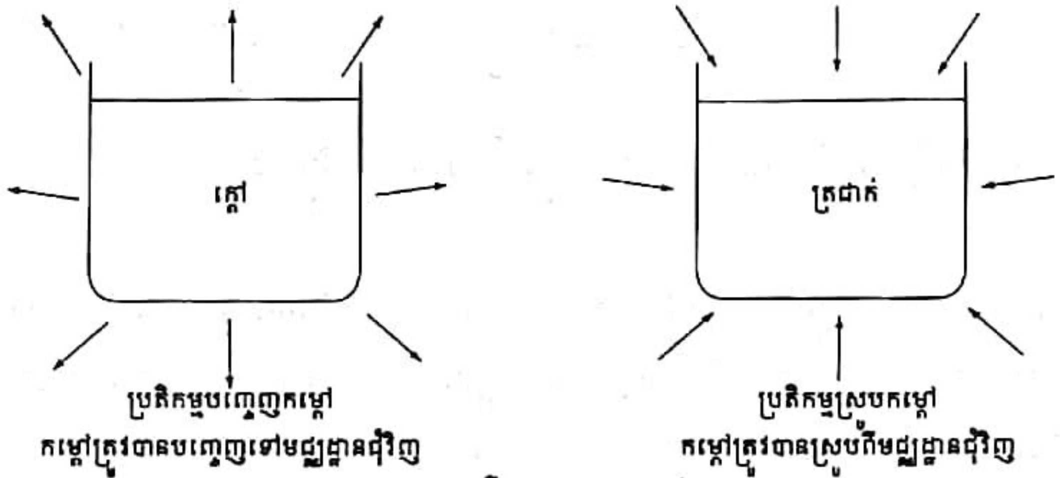
**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ ឱ្យនិយមន័យពីថាមពល ។
- ❑ បកស្រាយពីប្រតិកម្មស្រូប ឬបញ្ចេញកម្ដៅ ។
- ❑ ពន្យល់ពីការបង្កសម្ព័ន្ធនិងការបណ្ដាច់សម្ព័ន្ធ ។
- ❑ បង្ហាញហេតុផលពីថាមពលដែលទាក់ទងនិងប្រតិកម្មគីមី ។
- ❑ ពន្យល់ពីចំហេះឥន្ធនៈជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ ។

## 1. ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅនិងប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ

ជាទូទៅប្រតិកម្មគីមីទាក់ទងនិងបណ្ដូរកម្ដៅ ដែលអាចឱ្យដឹងបានតាមរយៈការឡើងសីតុណ្ហភាពឬការចុះសីតុណ្ហភាព ។ ប្រតិកម្មគីមីមានពីរយ៉ាងគឺ ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅនិងប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ ។

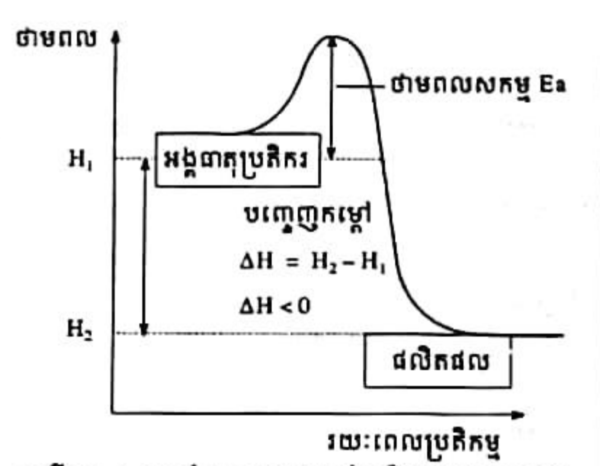
ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅជាប្រតិកម្មមួយដែលថាមពលកម្ដៅត្រូវបានបញ្ចេញទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ចំណែកឯប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅជាប្រតិកម្មមួយដែលថាមពលជាកម្ដៅត្រូវបានស្រូបពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។



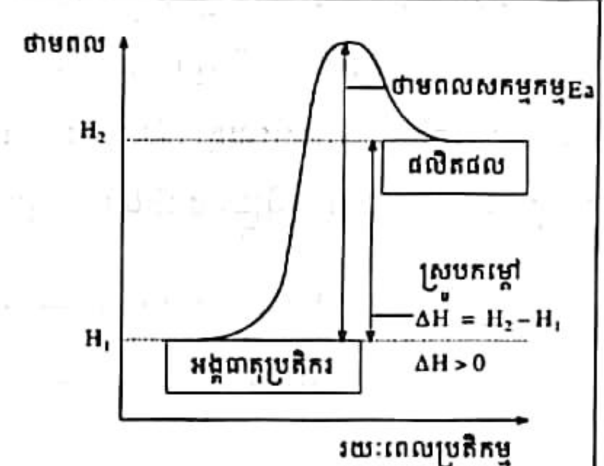

*រូបទី 1.1 : បណ្ដូរកម្ដៅ*

រូប 1.2 បង្ហាញពីខ្សែកោងថាមពលច្រាសគ្នានិងរយៈពេលដែលជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ ។ ថាមពលផលិតផលទាបជាងថាមពលមានអង្គធាតុប្រតិករ ។ ថាមពលដែលបាត់បង់ គឺត្រូវបានទទួលយកដោយមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញជាទម្រង់កម្ដៅ ដែលអាចដឹងបានតាមរយៈកំណើនសីតុណ្ហភាព ។ សមាសធាតុដែលកើតឡើងពីធាតុបង្ករបស់វា បញ្ចេញថាមពលជាទម្រង់កម្ដៅហៅថា សមាសធាតុបញ្ចេញកម្ដៅ ។ សមាសធាតុទាំងនេះមានស្ថិរភាពណាស់ ហើយពិបាកបំបែកទៅធាតុបង្ករបស់វាវិញណាស់ ។

***ឧទាហរណ៍***: ទឹក សូដ្យូមក្លរួ ។ល ។




***រូបទី 1.2 : ទម្រង់ថាមពលសម្រាប់ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ បណ្ដូរថាមពលសរុប ΔH មានតម្លៃអវិជ្ជមាន***




***រូបទី 1.3 : ទម្រង់ថាមពលសម្រាប់ប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ បណ្ដូរថាមពលសរុប ΔH មានតម្លៃវិជ្ជមាន***

រូប 1.3 បង្ហាញពីប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ ។ ផលិតផលសម្រេចមានថាមពលធំជាងថាមពលអង្គធាតុប្រតិករ ។ កំណើនថាមពលនេះបានមកពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញទម្រង់ជាកម្ដៅ ។ ដូច្នេះសីតុណ្ហភាពធ្លាក់ចុះ ហើយសមាសធាតុដែលកើតឡើងពីធាតុបង្ករបស់វាទទួលថាមពលជាទម្រង់កម្ដៅហៅថា សមាសធាតុស្រូបកម្ដៅ ។ សមាសធាតុរបៀបនេះគ្មានស្ថិរភាពទេ ហើយងាយនឹងបំបែកទៅជាធាតុបង្ករបស់វាវិញណាស់ ។

ខ្សែកោងបណ្ដូរថាមពលទៅនឹងរយៈពេលប្រតិកម្មគីមីហៅថា ដ្យាក្រាមថាមពល ។ ជាទូទៅ មុននឹងប្រតិករប្ដូរទៅជាផលិតផល គឺមានរបាំងថាមពលដែលអង្គធាតុប្រតិករត្រូវតែឆ្លងកាត់ដើម្បីប្រែក្លាយទៅជាផលិតផល ។ កម្ពស់នៃរបាំងនេះត្រូវបានកំណត់ដោយបរិមាណថាមពលមួយ ហៅថា ថាមពលសកម្មកម្ម Ea ។

## 2. ការបង្កសម្ព័ន្ធនិងការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ

ហេតុអ្វីបានជាមានការស្រូបឬបញ្ចេញថាមពលក្នុងប្រតិកម្មគីមី? នេះគឺដោយសារតែគ្រប់ប្រតិកម្មគីមីសុទ្ធតែទាក់ទងទៅនឹងការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធឬការបង្កសម្ព័ន្ធគីមី ។ កម្ដៅត្រូវបានបញ្ចេញនៅពេលដែលសម្ព័ន្ធត្រូវបានបង្កើតឡើង ។ ផ្ទុយទៅវិញកម្ដៅត្រូវបានស្រូបនៅពេលដែលសម្ព័ន្ធត្រូវបានផ្ដាច់ ។

ថាមពលដែលបានបញ្ចេញនៅពេលសម្ព័ន្ធកើតឡើង តែងតែផ្តល់ទៅមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅក្នុងទម្រង់ជាកម្តៅ ។ ដូច្នេះមានន័យថា ផលិតផលមានថាមពលតិចជាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ ប្រតិកម្មភាគច្រើនតែងបញ្ចេញកម្តៅ ជាពិសេសប្រតិកម្មដែលបង្កើតម៉ូលេគុលសាំញ៉ាំពីម៉ូលេគុលងាយៗ ។

ផ្ទុយមកវិញថាមពលដែលត្រូវស្រូបក្នុងប្រតិកម្ម ស្រូបកម្តៅក៏បានមកពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅដែរ ។ ដូច្នេះផលិតផលមានថាមពលខ្ពស់ជាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ ជាទូទៅប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅមិនសូវមានច្រើនដូចប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅទេ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ចំហេះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនជាមួយឧស្ម័នអុកស៊ីសែនឱ្យផលជាចំហាយទឹក

ប្រតិកម្មខាងលើជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ព្រោះមានការបង្កើតសម្ព័ន្ធបួនរវាងអាតូមអ៊ីដ្រូសែននិងអាតូមអុកស៊ីសែនក្នុងម៉ូលេគុលទឹកថាមពលដែលបានបញ្ចេញច្រើនជាងថាមពលដែលត្រូវការដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធក្នុងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននិងឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ។

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + \text{កម្តៅ}$$

$$2H-H + O=O \longrightarrow 2\underset{H\quad H}{\overset{}{O}} + \text{កម្តៅ}$$

**តារាងទី 1 : ថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យម**

| សម្ព័ន្ធ | ថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យម (kJ/mol) |
|---|---|
| H – H | 436 |
| C – C | 348 |
| C – H | 413 |
| C = O | 743 |
| O = O | 496 |
| O – H | 463 |
| C = C | 612 |
| N – H | 388 |

**បណ្តូរថាមពលសរុប = ថាមពលបញ្ចេញ (ពេលបង្កសម្ព័ន្ធ) – ថាមពលស្រូបចូល (ពេលផ្តាច់សម្ព័ន្ធ)**

កម្តៅ $= 4 \times (O - H) - [2 \times (H - H) + (O = O)]$

$= 4 \times (463) - [2 \times 436 + (496)]$

$= 1852 - 1368$

$= 484 kJ/mol$

## 3. ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ

ចំហេះគឺជាប្រតិកម្មគីមីជាមួយអុកស៊ីសែន ។ ឥន្ធនៈមួយចំនួនដូចជា ធ្យូងថ្ម ឬធ្យូង ដែលមានធាតុបង្កសំខាន់គឺកាបូនដែលចំហេះរបស់វាឱ្យឧស្ម័នកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតនិងកាបូនឌីអុកស៊ីត ។ កាបូនឌីអុកស៊ីតកើតឡើង កាលណាគេផ្តល់អុកស៊ីសែនគ្រប់គ្រាន់ក្នុងពេលចំហេះ ។ ប្រតិកម្មទាំងពីរនេះ ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅតាមរយៈសមីការៈ

$2C(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CO(g) +$ កម្តៅ

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) +$ កម្តៅ

ឥន្ធនៈខ្លះមានផ្ទុកធាតុអ៊ីដ្រូសែន ។ ចំហេះនៃសារធាតុនេះផ្តល់ឱ្យនូវចំហាយទឹក ។ អ៊ីដ្រូសែនរាវជាឥន្ធនៈប្រើក្នុងរ៉ុកែត ហើយការដុតឥន្ធនៈនេះគឺជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ។

$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) +$ កម្តៅ

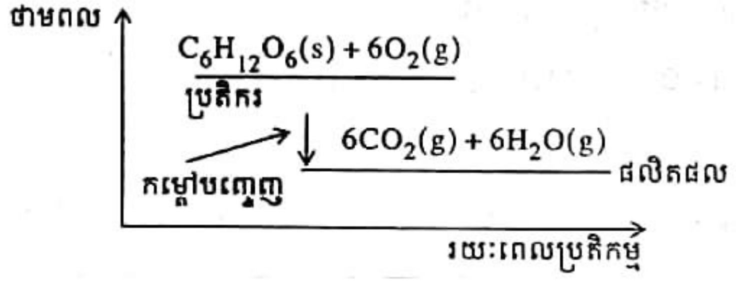
ឧស្ម័នធម្មជាតិ ដូចជា មេតានផ្សំដោយអ៊ីដ្រូសែននិងកាបូន ។ ចំហេះសារធាតុនេះក្នុងបរិមាណខ្យល់គ្រប់គ្រាន់ឱ្យផលជាកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងចំហាយទឹក ។ នេះក៏ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅដែរ ដូច្នេះមេតានជាឥន្ធនៈដ៏ប្រសើរក្នុងការចម្អិនអាហារ ។

$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) +$ កម្តៅ

ធាតុកាបូននិងអ៊ីដ្រូសែនមានវត្តមានក្នុងគ្រប់រូបធាតុសម្រាប់ផលិតម្ហូបអាហារ ។ ដូច្នេះអាហារដូចជាគ្លុយកូសគឺជាឥន្ធនៈជីវៈ ។ ដំណកដង្ហើមជាលំនាំនៃការបញ្ចេញថាមពលពីប្រតិកម្មចំហេះអាហារ ហើយវាត្រូវការអុកស៊ីសែននិងឱ្យផលជា កាបូនឌីអុកស៊ីតនិងចំហាយទឹក ។

ប្រតិកម្មចំហេះគ្លុយកូសគឺ

$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(g) +$ កម្តៅ



ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ

- បញ្ចេញកម្ដៅ
- សីតុណ្ហភាពកើនដល់មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ
- ផលិតផលដែលទទួលបានមានថាមពលទាបជាងថាមពលអង្គធាតុប្រតិករ ($\Delta H < 0$)
- ថាមពលដែលបញ្ចេញក្នុងការបង្កើតសម្ព័ន្ធធំជាងថាមពលស្រូបចូលសម្រាប់បណ្ដាច់សម្ព័ន្ធ ។

## 4. ប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ

ប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅពុំសូវមានច្រើនដូចប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅទេ ។ ជាទូទៅវាមានទំនាក់ទំនងតែទៅនិងការបំបែកដោយកម្ដៅ ។ ម៉ូលេគុលធំៗ កាលណាត្រូវបានដុតកម្ដៅ វាស្រូបថាមពលដែលជាលទ្ធផលនៃបណ្ដាច់សម្ព័ន្ធ ជាហេតុធ្វើឱ្យម៉ូលេគុលតូចៗកើតឡើង ។ ពពួកកាបូណាត នីត្រាត និងអ៊ីដ្រុកស៊ីតមួយចំនួនរងនូវការបំបែកពេលដុតកម្ដៅ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ប្រតិកម្មបំបែកដោយកម្ដៅនៃសមាសធាតុមួយចំនួន

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} CaO(s) + CO_2(g)$$

$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$$

$$Cu(OH)_2(s) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} CuO(s) + H_2O(g)$$

ការរំលាយក្រោមសមាសធាតុអ៊ីយ៉ូនិច ដូចជាអាម៉ូញ៉ូមនីត្រាត សូដ្យូមក្លរ ឬសូដ្យូមនីត្រាត សុទ្ធសឹងជាប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ ។ ថាមពលដែលស្រូបចូលត្រូវប្រើសម្រាប់បណ្ដាច់សម្ព័ន្ធក្នុងបណ្ដាញក្រាម ។

$$NaNO_3(s) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} NaNO_3(aq)$$

$$NH_4NO_3(s) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} NH_4NO_3(aq)$$

$$NaCl(s) + H_2O(l) \xrightarrow{\text{កម្ដៅ}} NaCl(aq)$$

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរសរសេរសមីការបំបែកដោយកម្ដៅរបស់សមាសធាតុ :

1. អំបិលកាបូណាត: $ZnCO_3$ , $MgCO_3$ , $PbCO_3$ , $CuCO_3$
2. អ៊ីដ្រុកស៊ីត : $Ca(OH)_2$ , $Fe(OH)_2$ , $Zn(OH)_2$ , $Cu(OH)_2$
3. អំបិលនីត្រាត : $Ca(NO_3)_2$ , $Zn(NO_3)_2$ , $Pb(NO_3)_2$ , $Cu(NO_3)_2$

| | | |
|---|---|---|
| បណ្តូរអង់តាល់ពី (ថាមពល) | | |
| Δ | : | ដែលតា មានន័យថាភាពខុសគ្នា |
| H | : | អង់តាល់ពីប្រតិកម្ម |
| E | : | ថាមពល |
| ΔH | : | E (ផលិតផល) – E (ប្រតិករ) (គិតជាស៊ូល) |
| ΔH | : | វិជ្ជមាន (ស្រូបកម្តៅ) |
| ΔH | : | អវិជ្ជមាន (បញ្ចេញកម្តៅ) |

***ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ***

- ស្រូបកម្តៅ
- សីតុណ្ហភាពទាបជាងមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ
- ផលិតផលដែលទទួលបាន មានថាមពលខ្ពស់ជាងថាមពលអង្គធាតុប្រតិករ (ΔH វិជ្ជមាន)
- ថាមពលបញ្ចេញក្នុងការបង្កសម្ព័ន្ធ តិចជាងថាមពលស្រូបចូលសម្រាប់បណ្តាច់សម្ព័ន្ធ ។

## 5. ពិសោធន៍ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅនិងស្រូបកម្តៅ

ពេលអំបិលរលាយក្នុងទឹកទៅជាសូលុយស្យុង តើសូលុយស្យុងនេះអាចឡើងក្តៅ ឬចុះត្រជាក់ ?

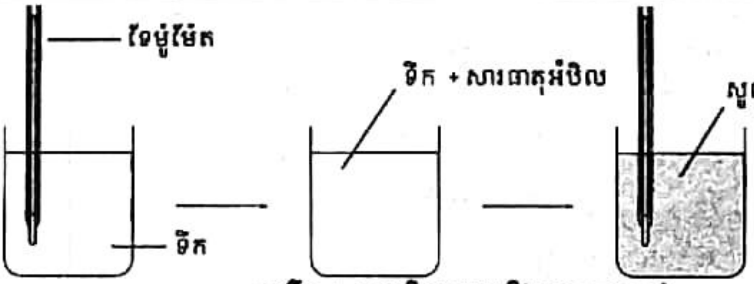
វត្ថុបំណង : កំណត់ពីបម្រែបម្រួលកម្តៅនៅពេលអំបិលរលាយក្នុងទឹក

ឧបករណ៍ : កែវបេស៊ែរ ទែម៉ូម៉ែត

សារធាតុគីមី : ទឹកបិត ក្រាមសូដ្យូមកាបូណាតស្ងួត អាម៉ូញ៉ូមក្លរួ

***ដំណើរការពិសោធ***

- ចាក់ទឹកបិតពាក់កណ្តាលបំពង់សាក រួចវាស់សីតុណ្ហភាពទឹកដោយប្រើទែម៉ូម៉ែតនិងកត់ត្រា ។
- ដាក់សូដ្យូមកាបូណាតស្ងួតបន្តិចទៅក្នុងកែវបេស៊ែរនោះ ។ ក្រឡុកកែវបេស៊ែរដើម្បីរំលាយសូដ្យូមកាបូណាត ។ វាស់សីតុណ្ហភាពសូលុយស្យុងដោយប្រើទែម៉ូម៉ែតនិងកត់ត្រា ។
- ធ្វើដូចជំហានទី 1 និង 2 ដោយប្រើអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ ។



*រូបទី 1.4 : ប្រតិកម្មស្រូបនិងបញ្ចេញកម្តៅ*

***សន្និដ្ឋាន***

- កាលណាសូដ្យូមកាបូណាតស្ងួតរលាយក្នុងទឹក ធ្វើឱ្យសីតុណ្ហភាពរបស់ទឹកកើនឡើង ។ នេះជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ។
- កាលណាអាម៉ូញ៉ូមក្លរួរលាយក្នុងទឹក ធ្វើឱ្យសីតុណ្ហភាពរបស់ទឹកថយចុះ ។ នេះជាឧទាហរណ៍នៃប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ។

ក្នុងប្រតិកម្មបម្រែបម្រួលភាពរូបមួយចំនួនជាប្រតិកម្មស្រូបឬបញ្ចេញកម្តៅ ។ កំណកើសនិងកំណកជាលំនាំបញ្ចេញកម្តៅ ព្រោះថាមពលកម្តៅបានបញ្ចេញទៅមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ការរលាយនិងរំពុះជាលំនាំស្រូបកម្តៅ ព្រោះថាមពលកម្តៅស្រូបចូលពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។

## 6. កម្តៅប្រតិកម្ម

បរិមាណកម្តៅដែលបញ្ចេញ ឬស្រូបអំឡុងពេលប្រតិកម្មគីមីនៅសម្ពាធថេរហៅថា"បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី"ឬកម្តៅប្រតិកម្មនិមិត្តសញ្ញា ΔH ខ្នាតគិតជាគីឡូស៊ូល (kJ) ។

ប្រតិកម្ម Fe(III) អុកស៊ីតជាមួយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតនៅក្នុងឡស្លដែកគឺ

$$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(s) + 3CO_2 \qquad \Delta H = -27kJ$$

ΔH មានសញ្ញាអវិជ្ជមានមានន័យថា ផលិតផលនៃប្រតិកម្មមានថាមពលតិចជាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ ថាមពលដែលបាត់បង់គឺបញ្ចេញជាទម្រង់កម្តៅ ដូច្នេះវាជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ។ តាមសមីការគីមីខាងលើបង្ហាញថាថាមពលកម្តៅ 27kJ ត្រូវបានបញ្ចេញ កាលណា 1 ម៉ូល $Fe_2O_3$ ប្រតិកម្មជាមួយ 3 ម៉ូល CO បង្កើតបាន 2 ម៉ូលអាតូម Fe និង 3 ម៉ូល $CO_2$ ។

ប្រតិកម្មបំបែកដោយកម្តៅកាល់ស្យូមកាបូណាតគឺ

$$CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g) \qquad \Delta H = +222kJ$$

ΔH មានសញ្ញាវិជ្ជមាន មានន័យថាផលិតផលមានថាមពលច្រើនជាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ ដូច្នេះថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូបពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ដូច្នេះវាជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ។

តាមសមីការបង្ហាញថាថាមពលកម្តៅ 222kJ ត្រូវបានស្រូប កាលណា 1 ម៉ូល $CaCO_3$ បំបែកទៅជា 1 ម៉ូល CaO និង 1 ម៉ូល $CO_2$ ។

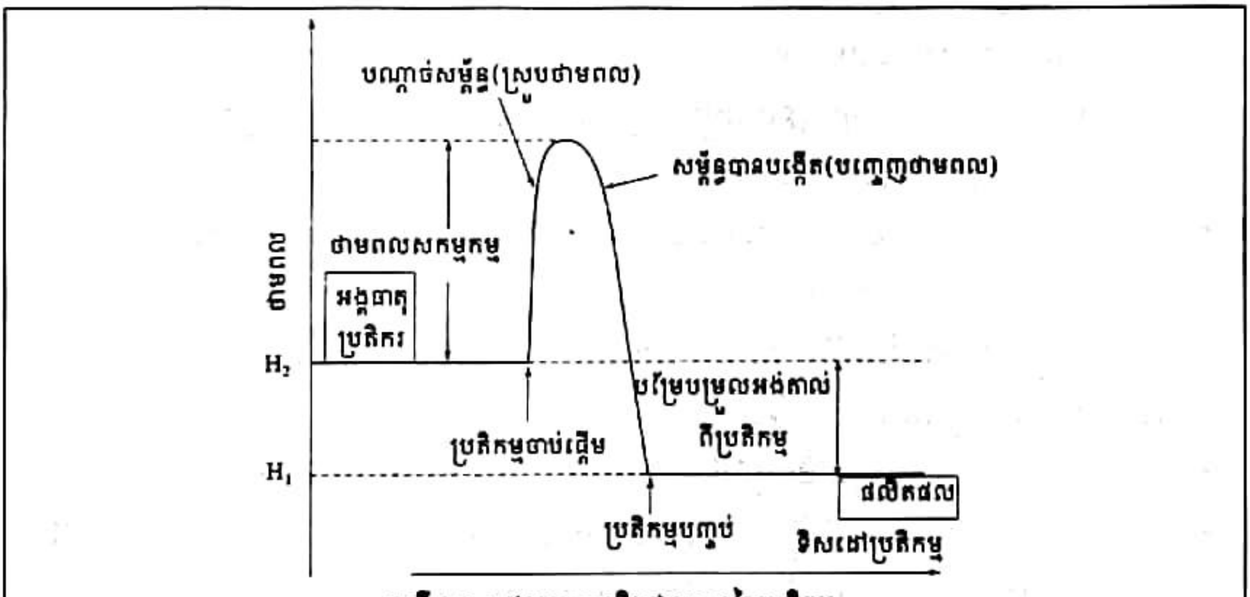
## 7. ថាមពលសកម្ម

នៅពេលដែលយើងបើករ៉ូប៊ីនេឧស្ម័នក្នុងទីពិសោធន៍ នោះឧស្ម័នមេតានមិនឆេះដោយខ្លួនឯងទេ ទោះបីវាប៉ះជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់ក៏ដោយ ។ ដើម្បីឱ្យវាឆេះ យើងត្រូវផ្តល់ផ្កាភ្លើង ឬអណ្តាតភ្លើងទៅលើវា ។ ហេតុអ្វីបានជាឧស្ម័នមេតានមិនឆេះដោយខ្លួនឯង ? ការនេះគឺព្រោះតែមេតានត្រូវការថាមពលខ្លះដើម្បីផ្តើមប្រតិកម្ម ។ ថាមពលនេះ ហៅថា **ថាមពលសកម្ម** ។

ដូច្នេះថាមពលសកម្មគឺជាថាមពលជាក់លាក់ណាមួយ ដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មដំណើរការ ។ ថាមពលនេះត្រូវការដើម្បីបណ្តាច់សម្ព័ន្ធក្នុងអង្គធាតុប្រតិករមុនការករកើតសម្ព័ន្ធថ្មី ។

ដ្យាក្រាមខាងក្រោមបង្ហាញពីថាមពលសកម្មកម្មក្នុងប្រតិកម្មមួយ ។ ថាមពលសកម្មកម្មគឺ ដូចជារបាំង ដែលត្រូវតែឆ្លងកាត់មុនប្រតិកម្មអាចប្រព្រឹត្តឡើង ។

ជាទូទៅមុននិងអង្គធាតុប្រតិករបំលែងទៅជាផលិតផល គឺមានរបាំងនៃថាមពលមួយរាំងដែលអង្គធាតុប្រតិករត្រូវតែឆ្លងកាត់ ដើម្បីទៅជាផលិតផល ។ កម្ពស់នៃរបាំងនេះត្រូវបានកំណត់ដោយការរាលដាលនៃប្រតិកម្មគីមីហៅថា **ថាមពលសកម្ម** ។




*រូបទី 1.6 : ដ្យាក្រាមកម្រិតថាមពលនៃប្រតិកម្ម*

## 8. ការសន្សំសំចៃថាមពល

ក្នុងឧស្សាហកម្ម ការសន្សំសំចៃថាមពលគឺជាការសំខាន់ ។ ប្រសិទ្ធភាពដ៏ធំធេងក្នុងការប្តូរថាមពលពីទម្រង់មួយទៅមួយលើឧបករណ៍សម្រាប់ដុតនិងឥន្ធនៈ ។ ដូចជាឧស្ម័នធម្មជាតិដែលសម្បូរទៅដោយឧស្ម័នមេតាន គឺជាឥន្ធនៈប្រសើរជាងឧស្ម័នពីធ្យូងថ្ម ពីព្រោះវាបញ្ចេញកម្តៅច្រើននៅពេល

គេដុតវា ។ 1 ម៉ូលឧស្ម័នមេតានត្រូវនឹងមាឌ $24\ell$ នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់និងសម្ពាធ 1atm ផ្តល់ថាមពលកម្តៅបាន 890kJ ។ $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + 890kJ/mol$

កាលពីដើមក្នុងការរុករកប្រេង ឧស្ម័នធម្មជាតិដែលប្រមូលបានត្រូវដុតចោលទាំងស្រុង ។ បច្ចុប្បន្ននេះ គេប្រមូលវាជាមួយឧស្ម័នផ្សេងៗទៀត រួចធ្វើវាឱ្យទៅជាអង្គធាតុរាវដោយការបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពដើម្បីងាយស្រួលក្នុងការរក្សាទុកជា L.P.G (ឧស្ម័នប្រេងកាតរាវ) ។

## មេរៀនសង្ខេប

- ថាមពលបានមកពីបម្រែបម្រួលក្នុងប្រតិកម្មគីមីអាចលំនាំស្រូបឬបញ្ចេញកម្តៅ ។
- ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅបញ្ចេញថាមពលទៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ដូច្នេះអង់តាល់ពីរបស់ផលិតផលតូចជាងអង់តាល់ពីរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ($\Delta H$ អវិជ្ជមាន) ។
- ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅទទួលថាមពលពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ដូច្នេះ អង់តាល់ពីរបស់ផលិតផលធំជាងអង់តាល់ពីរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ($\Delta H$ វិជ្ជមាន) ។
- ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅទាក់ទងនឹងកំណើនសីតុណ្ហភាពមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ចំណែកប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅទាក់ទងនឹងតំហាយសីតុណ្ហភាពមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។
- បណ្តាច់សម្ព័ន្ធជាលំនាំស្រូបកម្តៅ ។ ចំណែកការបង្កសម្ព័ន្ធជាលំនាំបញ្ចេញកម្តៅ ។
- បណ្តូរថាមពលសរុបក្នុងប្រតិកម្មគីមី គឺជាផលដកថាមពលនៃបណ្តាច់សម្ព័ន្ធនិងបង្កសម្ព័ន្ធ ។
- ប្រតិកម្មចំហេះនិងប្រតិកម្មបន្សាបជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ(ធ្យូងថ្ម ឧស្ម័នធម្មជាតិ អ៊ីដ្រូសែន និងប្រតិកម្មបន្សាបអាស៊ីត-បាស) ។
- គ្រប់ប្រតិកម្មបំបែកដោយកម្តៅមាន(កាបូណាត នីត្រាត និងអ៊ីដ្រុកស៊ីត) និងការរលាយច្រើនជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ។
- ចំហេះអ៊ីដ្រូសែនឱ្យផលជាទឹក ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅខ្លាំង ហើយជាសក្តានុពលឥន្ធនៈសម្រាប់ប្រើទៅថ្ងៃអនាគត ។ អ៊ីដ្រូសែនបានមកពីអ៊ីដ្រូកាបួនិងទឹក ។
- ថាមពលចាំបាច់សម្រាប់ឱ្យប្រតិកម្មគីមីចាប់ផ្តើមដំណើរការហៅថា ថាមពលសកម្មកម្ម ។
- ថាមពលសកម្មកម្មត្រូវការដើម្បីបណ្តាច់សម្ព័ន្ធក្នុងអង្គធាតុប្រតិករមុនការកកើតឡើងនៃសម្ព័ន្ធថ្មី ។
- ឧស្ម័នធម្មជាតិសំខាន់ គឺមេតានដែលប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់ចំហេះ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចដែលហៅថា ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ?
2. ដូចម្តេចដែលហៅថា ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ?
3. តើភាគច្រើនក្នុងប្រតិកម្មគីមី ជាប្រតិកម្មស្រូបឬប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ?

4. អ៊ីដ្រូសែនមានប្រតិកម្មជាមួយក្លរ ដើម្បីផលិតអ៊ីដ្រូសែនក្លរ

$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g) \quad \Delta H < 0$

ក. តើសម្ព័ន្ធណាខ្លះបានផ្តាច់ក្នុងប្រតិកម្ម ?

ខ. តើសម្ព័ន្ធណាបានបង្កក្នុងប្រតិកម្ម ?

គ. ΔH នៃប្រតិកម្មគឺអវិជ្ជមាន ។ តើវាជាប្រតិកម្មស្រូប ឬបញ្ចេញកម្តៅ ?

5. ចំហេះម៉ាញេស្យូមក្នុងអុកស៊ីសែនឱ្យជាម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s) \quad \Delta H = -1200kJ$

តាមរយៈសមីការខាងលើ តើមានថាមពលប៉ុន្មានបានបញ្ចេញកាលណា :

ក. ចំហេះបាន 1 mol នៃម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត MgO ។

ខ. គេទទួលបានម៉ាញេស្យូមអុកស៊ីត MgO 20g ។

6. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់

ក. ក្នុងបម្រែបម្រួលទាំងនេះ តើណាមួយជាលំនាំបញ្ចេញកម្តៅ ?

☐ i. រំហួត ☐ ii. បំបែកដោយកម្តៅ

☐ iii. ដំណកដង្ហើម ☐ iv. ការរំលាយជាសូលុយស្យុង

ខ. ក្នុងបម្រែបម្រួលទាំងនេះ តើណាមួយជាលំនាំស្រូបកម្តៅ ?

☐ i. កំណក ☐ ii. បន្សាប

☐ iii. រស្មីសំយោគ ☐ iv. ចំហេះ

7. មេតានជាភាគផ្សំដ៏សំខាន់នៃឧស្ម័នធម្មជាតិ ។ ចំហេះមេតាន 1 mol ផ្តល់កម្តៅ 890kJ ។ គណនាកម្តៅដែលទទួលបានពីការដុតមេតាន 64g ? C = 12 , H = 1 ។

8. សមីការសម្រាប់បន្សុទ្ធដែកក្នុងឡស្លដែកគឺ

$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g) \quad \Delta H = -27kJ$

តើមានបម្រែបម្រួលថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានកើតឡើង ?

ក. បើគេទទួលបាន 1 ម៉ូលអាតូមដែក ?

ខ. បើគេប្រើកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតអស់ 168g ?

# 2 កម្ដៅប្រតិកម្ម

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ កំណត់និយមន័យសីតុណ្ហភាពនិងខ្នាតសីតុណ្ហភាព ។
- ❑ កំណត់និយមន័យកម្ដៅនិងខ្នាតកម្ដៅ ។
- ❑ចេះគណនាកម្ដៅម៉ាស ។
- ❑ បកស្រាយបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីប្រតិកម្ម អង់តាល់ពីកំណានិងអង់តាល់ពីចំហេះ ។
- ❑ ដោះស្រាយបញ្ហាដែលទាក់ទងនិងអង់តាល់ពី ។

## 1. កម្ដៅនិងសីតុណ្ហភាព

ចំពោះថាមពលកម្ដៅដែលស្រូប ឬបញ្ចេញក្នុងបម្រែបម្រួលគីមីនិងបម្រែបម្រួលរូបគេវាស់បាន ដោយប្រើឧបករណ៍កាឡូរីម៉ែត ។ ការសិក្សាពីកាឡូរីមាត្រ(ការវាស់បណ្ដូរកម្ដៅ)គឺអាស្រ័យទៅលើការយល់ដឹងជាមូលដ្ឋានអំពីកម្ដៅយថាប្រភេទនិងចំណុះកម្ដៅផងដែរ ។

អង្គធាតុប្រតិករត្រូវបានគេដាក់ចូលទៅក្នុងកាឡូរីម៉ែតបិទជិត ដែលជាជើងអ៊ីសូឡង់និងមានផ្ទុកនូវបរិមាណទឹកក្នុងនោះផង ។ ថាមពលកម្ដៅដែលបញ្ចេញ(ឬស្រូប) អំឡុងពេលប្រតិកម្មស្មើនិងថាមពលកម្ដៅបានស្រូប (ឬបញ្ចេញ)ដោយបរិមាណទឹកនៅក្នុងកាឡូរីម៉ែតនោះ ។ ដូច្នេះគេអាចកំណត់បរិមាណថាមពលកម្ដៅដែលទទួលបានតាមរយៈបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពរបស់ទឹក ។ ទិន្នន័យទទួលបានពីការពិសោធកាឡូរីម៉ែត គឺជាបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព ។ យើងមិនអាចវាស់ថាមពលកម្ដៅដោយផ្ទាល់បានទេ ប៉ុន្តែយើងអាចវាស់បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពបាន ។

បម្រែបម្រួល *កម្ដៅ* ជាការផ្លាស់ប្ដូរថាមពលកម្ដៅរវាងសារធាតុពីរនៅសីតុណ្ហភាពផ្សេងគ្នា ។ ហេតុដូចនេះហើយបានជាគេតែងតែនិយាយថាជាការចម្លងកម្ដៅពីអង្គធាតុក្ដៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់ ។

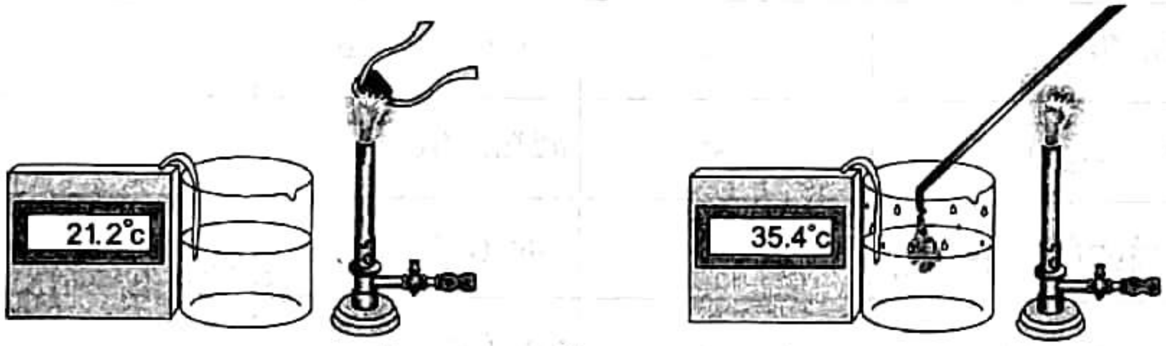
***សីតុណ្ហភាព*** ជារង្វាស់ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ភាគល្អិតនៃរូបធាតុ ។ បើថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ភាគល្អិតក្នុងភាគសំណាកកាន់តែធំ នោះសីតុណ្ហភាពកាន់តែខ្ពស់មានន័យថាកាន់តែក្ដៅ ។

ក្នុងការគណនាគេប្រើមាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាពជាអង្សាសេ (°C) និងអង្សាកែលវិន (K) ។

ទំនាក់ទំនងរវាងសីតុណ្ហភាពគិតជាអង្សាសេនិងអង្សាកែលវិនគឺ : K = 273.15 + °C

ក្នុងការគណនា គេយកតម្លៃ K = 273 + °C ។

លទ្ធភាពវាស់សីតុណ្ហភាពគឺសំអាងលើថាមពលដែលបានផ្ទេរ ។ បរិមាណថាមពលដែលផ្ទេរជាកម្ដៅវាស់គិតជាស៊ូល (J)




*រូបទី 2.1 : បន្ទេរកម្ដៅពីវត្ថុមួយទៅវត្ថុមួយទៀត*

កម្ដៅចាត់ទុកជាបន្ទេរថាមពលរវាងភាគសំណាកនៃរូបធាតុ ដោយសារតែភាពខុសគ្នានៃសីតុណ្ហភាពរបស់វា ។ សីតុណ្ហភាពរបស់ទឹកត្រជាក់ក្នុងកែវបែសែរកើនឡើង កាលណាគេដាក់វត្ថុដុតកម្ដៅមួយទៅក្នុងវា(រូប 2.1) ។ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពរបស់ទឹកលែងប្រែប្រួលនោះ ថាមពលលែងមានបន្ទេរតទៅទៀតហើយ ។

## 2. កម្ដៅម៉ាស

បរិមាណថាមពល (កម្ដៅ) ដែលផ្ទេរទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញរបស់រូបធាតុវាអាស្រ័យទៅនឹងធម្មជាតិ ម៉ាស និងទំហំនៃរូបធាតុនោះ ។ ***ឧទាហរណ៍*** ដែក 1g កម្ដៅដល់ 100°C និងបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពមកនៅត្រឹម 50°C ក្នុងកាឡូរីម៉ែតផ្ដល់ថាមពល 22.5J ទៅឱ្យទឹកជុំវិញ ។ ចំពោះប្រាក់ 1g វិញផ្ដល់ថាមពលតែ 11.8J ក្នុងលក្ខខណ្ឌដូចគ្នា ។ ភាពខុសគ្នានេះអាស្រ័យលើលទ្ធភាពនៃភាពខុសគ្នារបស់លោហៈទៅនឹងសម្រូបថាមពល ។

ដូច្នេះកម្ដៅម៉ាសជាបរិមាណថាមពលដែលត្រូវការដើម្បីឱ្យ 1g នៃសារធាតុនោះកើនសីតុណ្ហភាពបាន 1°C ។ ខ្នាតកម្ដៅម៉ាសគិតជាស៊ូលក្នុងមួយក្រាមក្នុងមួយអង្សាសេ(J/g °C) ឬគិតជាកាឡូរីក្នុងមួយក្រាមក្នុងមួយអង្សាសេ (Cal/g C) ។

តារាងទី 1 : កម្តៅម៉ាសរបស់សារធាតុមួយចំនួននៅ 25°C ឬ 298K

| សារធាតុ | កម្តៅម៉ាស (J/g.K) | សារធាតុ | កម្តៅម៉ាស (J/g.K) |
|---|---|---|---|
| ទឹក (រាវ) | 4.18 | កាល់ស្យូម (រឹង) | 0.647 |
| ទឹក (រឹង) | 2.06 | កាបូនក្រាហ្វីត (រឹង) | 0.709 |
| ទឹក (ឧស្ម័ន) | 1.87 | ទង់ដែង (រឹង) | 0.385 |
| អាម៉ូញាក់ (ឧស្ម័ន) | 2.09 | មាស (រឹង) | 0.129 |
| បង់សែន (រាវ) | 1.74 | ដែក (រឹង) | 0.449 |
| អេតាណុល (រាវ) | 2.44 | បារត (រាវ) | 0.140 |
| អេតាណុល (ឧស្ម័ន) | 1.42 | សំណ (រឹង) | 0.129 |
| អាលុយមីញ៉ូម (រឹង) | 0.897 | | |

ក្នុងការគណនា $C_p$ តាងកម្តៅម៉ាសនៅសម្ពាធ P q ជាថាមពលបាត់បង់ ឬចំណេញនៅសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលណាមួយ m ជាម៉ាសនៃភាគសំណាក ។ ΔT ជាបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពដើមនិងសីតុណ្ហភាពសម្រេច ។

$$C_p = \frac{q}{m \times \Delta T} \quad \text{ឬ} \quad q = C_p \times m \times \Delta T$$

***ឧទាហរណ៍ :*** ភាគសំណាកកែវមានម៉ាស 4g ដុតកម្តៅពី 274K ដល់ 314K ។ សីតុណ្ហភាពកើនឡើង 40K គេរកឃើញថាមានការស្រូបថាមពលកម្តៅ 32J ។

ក. ចូររកកម្តៅម៉ាសរបស់កែវ ។

ខ. តើថាមពលរបស់ភាគសំណាកកែវប៉ុន្មានដែលនឹងកើនឡើង កាលណាគេកម្តៅវាពី 314K ដល់ 344K ។

## ✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រាប់ : $m = 4g$ , $\Delta T = 40K$ , $q = 32J$

រក $C_p$ គិតជា J/g.K

ក. កម្តៅម៉ាសរបស់កែវ $C_P = \frac{q}{m \times \Delta T}$

$$C_P = \frac{32J}{4g \times 40K} = 0.2J/g.K$$

ខ. ថាមពលភាគសំណាកកែវ កាលណាគេកម្តៅវាពី 314K ដល់ 344K

$$q = C_P \times m \times \Delta T$$

$$q = 0.2J/g.K \times 4g \times (344K - 314K) = 24J$$

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

1. ចូរកំណត់កម្តៅម៉ាសរបស់រូបធាតុមួយ បើភាគសំណាក 35g ស្រូបកម្តៅ 48J កាលណាគេដុតកម្តៅពី 293K ដល់ 313K ។
2. ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពសម្រេចរបស់ទឹកគិតជាអង្សាកែលវិន បើថាមពល 980J បានបន្ថែមទៅលើទឹក 6.2L នៅសីតុណ្ហភាព 291K ។ (សន្មតថាទឹក 1L = 1000g ) ។

## ៣. អង់តាល់ពីប្រតិកម្ម ($\Delta H_{rxn}$)

បម្រែបម្រួលថាមពលកម្តៅប្រតិកម្មគីមីនៅសម្ពាធថេរហៅថាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី តាងដោយ ΔH ។ H ជាអង់តាល់ពី ហើយយើងមិនអាចវាស់តម្លៃអង់តាល់ពីនៃប្រព័ន្ធដោយផ្ទាល់បានទេ ។ ប៉ុន្តែយើងអាចវាស់បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រព័ន្ធបាន ។ អក្សរក្រិច Δ (ដែលតា) មានន័យថាបម្រែបម្រួល ។ ដូច្នេះ ΔH គឺជាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីដែលជាបរិមាណថាមពលស្រូបឬបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធ អំឡុងពេលដំណើរការប្រតិកម្មនៅសម្ពាធថេរ ។ បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី គឺជាផលសងនៃអង់តាល់ពីផលិតផលនិងអង់តាល់ពីរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ។

សមីការបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីគឺ $\Delta H = H_{ផលិតផល} - H_{អង្គធាតុប្រតិករ}$

អង់តាល់ពីប្រតិកម្មឬកម្តៅប្រតិកម្ម គឺជាបរិមាណបន្ទេរថាមពលជាកម្តៅក្នុងអំឡុងពេលប្រតិកម្មគីមី ។ អង់តាល់ពីប្រតិកម្ម គឺជាភាពខុសគ្នារវាងថាមពលស្តុកទុករបស់អង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល ។

បើគេដុតល្បាយអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែន គេទទួលបានទឹកនិងបញ្ចេញថាមពល ។ ប្រតិកម្មនេះបញ្ចេញកម្តៅ ហើយថាមពលរបស់ផលិតផល ទឹក ត្រូវតែតិចជាងថាមពលរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ។

សមីការប្រតិកម្មរវាងអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែនគឺ

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) + 483.6kJ \qquad (1)$$

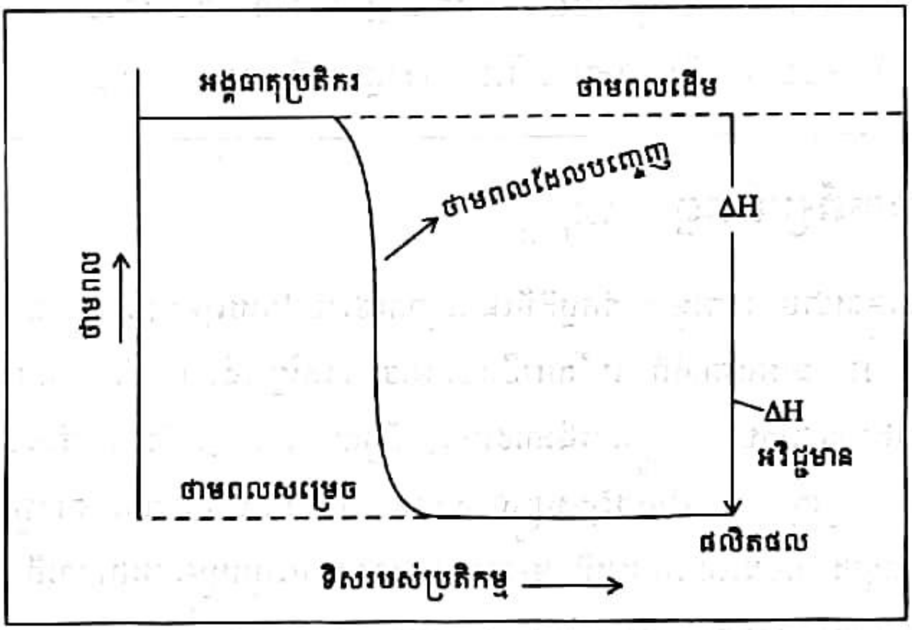
តាមប្រតិកម្ម 2 ម៉ូលឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនមានប្រតិកម្មជាមួយ 1 ម៉ូលឧស្ម័នអុកស៊ីសែនឱ្យផលជា 2 ម៉ូល ចំហាយទឹកនិងបញ្ចេញកម្តៅ 483.6kJ ។ សមីការខាងលើជាប្រភេទសមីការទែម៉ូគីមី ដែលទាក់ទងទៅនិងបរិមាណថាមពលដែលបញ្ចេញ ឬស្រូបក្នុងអំឡុងពេលប្រតិកម្ម ។ បរិមាណថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញ អាស្រ័យលើទំហំរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ឬផលិតផល ។ បរិមាណថាមពលដែលបញ្ចេញក្នុងអំឡុងពេលកំណើទឹកពី $H_2$ និង $O_2$ គឺសមាមាត្រទៅនិងបរិមាណទឹកដែលកកើត ។

ប្រសិនបើយើងគុណសមីការ(1)និង(2) យើងបាន

$$4H_2(g) + 2O_2(g) \longrightarrow 4H_2O(g) + 2\times(483.6kJ) \quad (2)$$

ប្រសិនយើងចែកសមីការ (1) និង (2) យើងបាន

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g) + 241.8kJ \quad (3)$$




*រូបទី 2.2 : ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ*

ប្រតិកម្មច្រាសនៃ (1) ,(2) និង(3) ជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ព្រោះផលិតផលមានថាមពលខ្ពស់ជាងអង្គធាតុប្រតិករ ។ ការបំបែកចំហាយទឹកជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ។ បរិមាណថាមពលដែលស្រូបដោយម៉ូលេគុលទឹកដើម្បីបំបែកទៅជាអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែនស្មើនិងបរិមាណថាមពលបញ្ចេញកាលណាធាតុបានចូលផ្សំគ្នាទៅជាទឹក ។ $2H_2O(g) + 483.6kJ \longrightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

ភាពរូបរបស់អង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផលមានសារៈសំខាន់ណាស់ក្នុងសមីការទែម៉ូគីមី ព្រោះវាមានឥទ្ធិពលជាសរុបលើបរិមាណប្រែប្រួលថាមពល ។ ***ឧទាហរណ៍*** ថាមពលត្រូវការសម្រាប់ការបំបែកទឹកត្រូវតែធំជាង 483.6kJ ប្រសិនបើយើងចាប់ផ្តើមពីទឹកកក ព្រោះគេត្រូវការថាមពលបន្ថែមទៀតសម្រាប់រំលាយទឹកកកឱ្យទៅជាអង្គធាតុរាវ រួចទៅជាចំហាយ ។

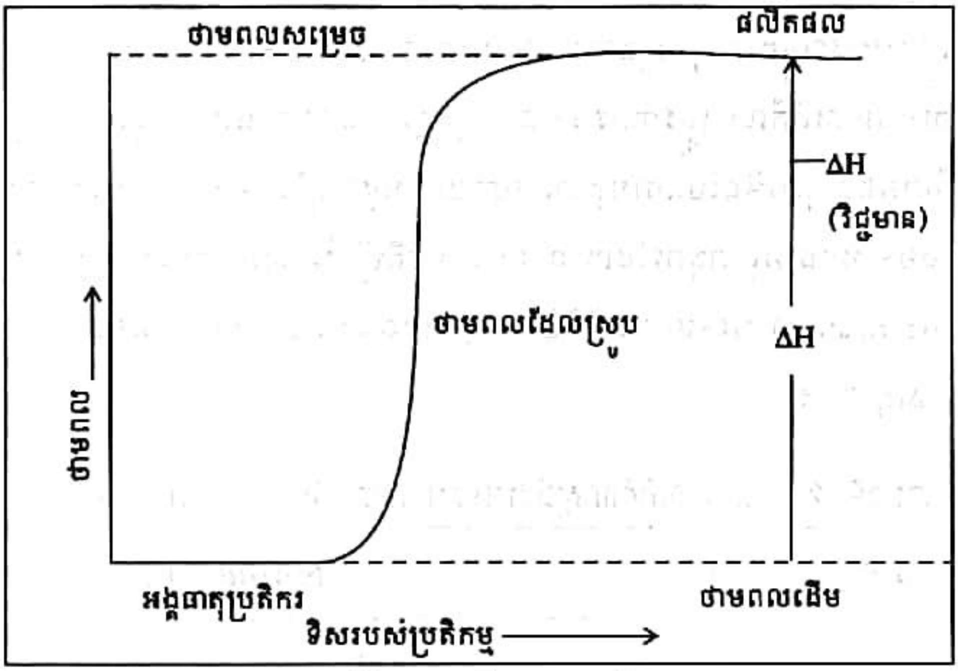
ជាទូទៅសមីការទែម៉ូគីមីត្រូវបានសរសេរដោយការកំណត់តម្លៃ ΔH ជាជាងការសរសេរថាមពលជាមួយអង្គធាតុប្រតិករ ឬផលិតផល ។

បើ ΔH អវិជ្ជមាននោះ មានប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ដោយប្រព័ន្ធបាត់បង់ថាមពល ។ ដូច្នេះ សមីការទែម៉ូគីមីនៃប្រតិកម្មកំណពីរម៉ូលចំហាយទឹក ពីធាតុផ្សំរបស់វាគឺ

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) \qquad \Delta H = -483kJ$$

បើ ΔH វិជ្ជមាននោះ ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ ព្រោះប្រព័ន្ធចំណេញថាមពល ។ ដូច្នេះ ប្រតិកម្មបំបែកដោយកម្តៅពីរម៉ូលចំហាយទឹកអាចសរសេរ :

$$2H_2O(g) \longrightarrow 2H_2(g) + O_2(g) \qquad \Delta H = +483.6kJ$$




*រូបទី 2.3 : ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ*

រូបទី 2.3 បង្ហាញថាថាមពលដើមរបស់អង្គធាតុប្រតិករទាបជាងថាមពលសម្រេចរបស់ផលិតផល ។ ក្នុងករណីនេះ ΔH វិជ្ជមាន ។

***វិធាន*** : ត្រូវចងចាំដូចតទៅនៅពេលប្រើសមីការទែម៉ូគីមី

- មេគុណក្នុងលំនឹងសមីការទែម៉ូគីមីប្រាប់ពីចំនួនម៉ូលរបស់អង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល ប៉ុន្តែមិនមែនជាចំនួនម៉ូលេគុលទេ ។
- ភាពរូបរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ឬផលិតផលដែលទាក់ទងមានសារៈសំខាន់ ។

- បណ្តូរថាមពលបង្ហាញដោយសមីការទែម៉ូគីមី គឺសមាមាត្រដោយផ្ទាល់ទៅនិងចំនួនម៉ូលរបស់សារធាតុដែលរងបម្រែបម្រួល ។ *ឧទាហរណ៍* បើ2 ម៉ូលទឹកបំបែក ត្រូវការថាមពលគឺ 483.6kJ ច្រើនជាងពីរដងនៃការបំបែកសម្រាប់ 1 ម៉ូលទឹក ។
- តម្លៃបម្រែបម្រួលថាមពល ΔH មិនជះឥទ្ធិពលជាសំគាល់ដល់ការប្រែប្រួលសីតុណ្ហភាពទេ ។

## 4. អង់តាល់ពីកំណ ($\Delta H_f$)

កំណទឹកពីអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែន គឺជាប្រតិកម្មបន្សំរបស់សមាសធាតុរបស់វាក្នុងភាពរូបស្តង់ដារ ។ ទិន្នន័យទែម៉ូគីមីត្រូវបានសរសេរជាអង់តាល់ពីសមាសភាពប្រតិកម្ម ។ អង់តាល់ពីកំណជាម៉ូល (kJ/mol) ជាបណ្តូរអង់តាល់ពីនៅពេលដែលមួយម៉ូលរបស់សមាសធាតុផលិតផលកើតឡើងពីអង្គធាតុប្រតិកររបស់វាក្នុងភាពរូបស្តង់ដារនៅសីតុណ្ហភាព 25°C និងសម្ពាធ 1 អាត់ម៉ូស្វែរ (atm) ។

ដោយអង់តាល់ពីកំណ ត្រូវបានវាស់នៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធបន្ទប់ ដូច្នេះភាពរូបស្តង់ដាររបស់ទឹក គឺជាអង្គធាតុរាវមិនមែនជាអង្គធាតុចំហាយ ឬអង្គធាតុរឹងទេ ។ ភាពរូបស្តង់ដាររបស់ដែក គឺជាអង្គធាតុរឹងមិនមែនជាអង្គធាតុរាវដែលរលាយទេ ។ ដើម្បីសំគាល់ភាពរូបស្តង់ដារគេប្រើនិមិត្តសញ្ញា " ° " និង f(formation) បន្ថែមទៅលើនិមិត្តសញ្ញាអង់តាល់ពី ΔH ។ ដូច្នេះអង់តាល់ពីកំណស្តង់ដារតាងដោយ $\Delta H_f^o$ " ។

**តារាងទី 2 : អង់តាល់ពីកំណស្តង់ដារនៃសមាសធាតុមួយចំនួននៅ** 1atm,25°C

| សារធាតុ $\Delta H_f^o$k(J/mol) | | សារធាតុ $\Delta H_f^o \cdot$k(J/mol) | |
|---|---|---|---|
| Ag(s) | 0 | $H_2O_2$(l) | –187.6 |
| AgCl(s) | –127.04 | Hg(l) | 0 |
| Al(s) | 0 | $I_2$(s) | 0 |
| $Al_2O_3$(s) | –1669.8 | HI(g) | 25.94 |
| $Br_2$(l) | 0 | Mg(g) | 0 |
| HBr(g) | –36.2 | MgO(g) | –601.8 |
| C (ក្រាភីត) | 0 | $MgCO_3$(s) | –1112.9 |
| C (ពេជ្រ) | 1.90 | $N_2$(g) | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $CO(g)$ | −110.5 | $NH_3(g)$ | −46.3 |
| $CO_2(g)$ | −393.5 | $NO(g)$ | 90.29 |
| $Ca(s)$ | 0 | $NO_2(g)$ | 33.2 |
| $CaO(s)$ | −635.6 | $N_2O_4(g)$ | 9.66 |
| $CaCO_3(s)$ | −1206.9 | $N_2O(g)$ | 81.56 |
| $Cl_2(g)$ | 0 | $O_2(g)$ | 0 |
| $HCl(g)$ | −92.3 | $O(g)$ | 249.4 |
| $Cu(s)$ | 0 | $O_3(g)$ | 142.2 |
| $CuO(s)$ | −155.2 | S (ប្រឡេឡូពីប៉ែត) | 0 |
| $F_2(g)$ | 0 | $SO_2(g)$ | −296.1 |
| $HF(g)$ | −268.61 | $SO_3(g)$ | −395.2 |
| $H(g)$ | 218.2 | $H_2S(g)$ | −20.15 |
| $H_2(g)$ | 0 | $ZnO(s)$ | −347.98 |
| $H_2O(g)$ | −241.8 | | |
| $H_2O(l)$ | −285.8 | | |

## 5. អង់តាល់ពីចំហេះ $\Delta H_c$

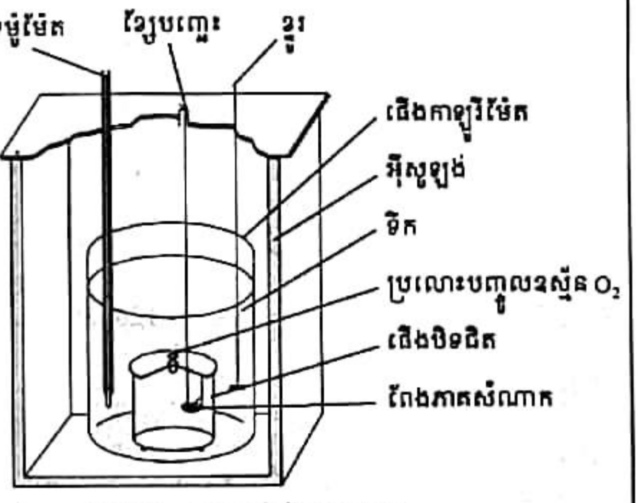
ប្រតិកម្មចំហេះបង្កើតបរិមាណថាមពលជាសណ្ឋានពន្លឺនិងកម្តៅ កាលណាសារធាតុនោះចូលផ្សំជាមួយអុកស៊ីសែន ។ បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីដែលកើតឡើងក្នុងអំឡុងពេលចំហេះសព្វមួយម៉ូលរបស់សមាសធាតុហៅថា **អង់តាល់ពីចំហេះ** ។

ដើម្បីវាស់បរិមាណកម្តៅដែលបញ្ចេញពីចំហេះនៃសារធាតុណាមួយគេប្រើឧបករណ៍កាឡូរីម៉ែត (រូប 2.4) ។

យើងអាចវាស់កម្តៅចំហេះបាន ដោយដាក់សមាសធាតុដែលស្គាល់ម៉ាសក្នុងជើងធ្វើពីដែកថែបបិទជិតហៅថា កាឡូរីម៉ែតមានឧថេរ ។ ក្នុងកាឡូរីម៉ែតនេះមានផ្ទុកអុកស៊ីសែននិងមានសម្ពាធប្រមាណ 30atm ។ គេដាក់ជើងកាឡូរីម៉ែតនេះត្រាំក្នុងទឹកដែលមានម៉ាសជាក់លាក់ ។ ដាក់ភាគសំណាកក្នុងជើងកាឡូរីម៉ែតរួចគេដុតកម្តៅដោយចរន្តអគ្គិសនី ។ កម្តៅដែលកើតឡើងពីប្រតិកម្មចំហេះអាច

គណនាបានតាមរយៈកំណើនសីតុណ្ហភាពរបស់ទឹក ។ បន្ទាប់មកកម្តៅដែលភាយចេញត្រូវបានស្រូប ដោយទឹកនិងកាឡូរីម៉ែត ។

អង់តាល់ពីចំហេះ ត្រូវបានកំណត់ក្នុងមួយម៉ូលរបស់អង្គធាតុប្រតិករ ។ ចំណែកអង់តាល់ពីកំណា ត្រូវបានកំណត់ក្នុងមួយម៉ូលរបស់ផលិតផលនិងសារធាតុទាំងឡាយត្រូវស្ថិតក្នុងភាពរូបស្តង់ដារ ។




រូបទី 2.4 : រូបកាឡូរីម៉ែតមានឧវេរ

**តារាងទី 3 : តម្លៃអង់តាល់ពីចំហេះរបស់អាហារនិងឥន្ធនៈមួយចំនួន**

| សារធាតុ | $\Delta H_C$(kJ/g) | សារធាតុ | $\Delta H_C$(kJ/g) |
|---|---|---|---|
| ផ្លែប៉ោម | –2 | ដំឡូងបារាំង | –3 |
| សាច់គោ | –8 | ធ្យូងថ្ម | –35 |
| ស្រាបៀរ | –1.5 | ធ្យូង | –30 |
| នំប៉័ង | –11 | ប្រេងសាំង | –34 |
| ប៊ឺរ | –34 | កេរ៉ូសែន | –37 |
| ស៊ុត | –6 | ឧស្ម័នធម្មជាតិ | –50 |
| ទឹកដោះគោ | –3 | ឧស | –30 |

**តារាងទី 4 : អង់តាល់ពីចំហេះរបស់ធាតុមួយចំនួន**

| សារធាតុ | រូបមន្ត | ភាពរូប | $\Delta H_C$(kJ/(mol)) |
|---|---|---|---|
| អ៊ីដ្រូសែន | $H_2$ | g | – 285.8 |
| ក្រាភីត | C | s | – 393.5 |
| កាបូនម៉ូណូស៊ីត | CO | g | – 283.0 |
| មេតាន | $CH_4$ | g | – 890.8 |
| អុកតាន | $C_8H_{18}$ | l | – 5470.5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| អាសេទីឡែន | $C_2H_2$ | g | – 1301.1 |
| អេតាណុល | $C_2H_5OH$ | l | – 1366.8 |
| គ្លុយកូស | $C_6H_{12}O_6$ | s | – 2803.0 |

***គួរយល់ដឹង*** : អនុវត្តអង់តាល់ពីចំហេះ

អាហារដែលយើងបរិភោគត្រូវបំបែកដោយក្រុមកុំផ្លិចម៉ូលេគុលជីវៈ ហៅថាអង់ស៊ីមនិងថាមពលដែលបញ្ចេញផ្តល់ឱ្យសារពាង្គកាយសម្រាប់ការលូតលាស់ ។ បណ្តូរអង់តាល់ពី សរុបសម្រាប់ការបំលែងគ្លុយកូសទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងទឹក តាមរយៈប្រតិកម្មចំហេះក្នុងសារពាង្គកាយតាងដោយ

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) \qquad \Delta H = -2801(kJ/\ mol)$$

## ៦. ការគណនាអង់តាល់ពីប្រតិកម្ម

ជាទូទៅអង់តាល់ពីប្រតិកម្មត្រូវបានគណនាតាម**ច្បាប់ហេស្ស**(Hess's law ) ។ បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីសរុបក្នុងប្រតិកម្មស្មើនឹងផលបូកបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីដំណាក់កាលនីមួយៗក្នុងលំនាំ ។ ថាមពលខុសគ្នារវាងអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល មិនអាស្រ័យលើការផ្លាស់ប្តូរគ្នាពីមួយទៅមួយទៀតទេ ។ ដើម្បីវាស់អង់តាល់ពីប្រតិកម្មឱ្យបានត្រឹមត្រូវ គេអាចបញ្ចូលគ្នានូវការគណនាអង់តាល់ពីប្រតិកម្មដែលពិបាក ឬមិនអាចធ្វើទៅបានឱ្យទៅជាការអាចគណនាបាន ។

ក្នុងការបង្ហាញរបៀបអនុវត្តន៍ច្បាប់ហេស្ស យើងត្រូវប្រើការគណនាតាមរយៈអង់តាល់ពីកំណ ។

***ឧទាហរណ៍*** *:* គណនាអង់តាល់ពីប្រតិកម្មកំណមេតានពីធាតុកាបូន (ក្រាភីត) និងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព 25°C ។

$$C_{(s)} + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g) \qquad \Delta H_f^\circ = ?$$

ដើម្បីគណនាបណ្តូរអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មនេះ យើងប្រើប្រតិកម្មចំហេះនៃធាតុកាបូន អ៊ីដ្រូសែន និងឧស្ម័នមេតានដូចខាងក្រោម

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H_C^\circ = -393.5kJ \qquad (1)$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \qquad \Delta H_C^\circ = -285.8kJ \qquad (2)$$

$$CH_4(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \qquad \Delta H_C^\circ = -890.8kJ \qquad (3)$$

តាមគោលការណ៍ទូទៅ គេអាចអនុវត្តដូចខាងក្រោម ៖

- បើប្រតិកម្មច្រាសត្រូវប្តូរ សញ្ញា ΔH
- គុណសមីការនិងចំនួនពិតមិនសូន្យណាមួយក្នុងករណីចាំបាច់ ។ តម្លៃ ΔH ក៏ត្រូវគុណនិងចំនួនពិតនោះដែរ ។
- បូកសមីការនីមួយៗបញ្ចូលគ្នាដើម្បីបានសមីការទែម៉ូគីមីមួយត្រឹមត្រូវតាមដែលគេចង់បាន ។

ដូច្នេះក្នុងករណីសមីការ (3) យើងនឹងធ្វើចម្រាសវានិងប្តូរសញ្ញា ΔH អវិជ្ជមានទៅជាវិជ្ជមានដូចសមីការ (4) ខាងក្រោម ។

$$CO_2(g) + 2H_2O(l) \longrightarrow CH_4(g) + 2O_2(g) \qquad \Delta H^\circ = +890.8kJ \qquad (4)$$

ចំពោះសមីការ (2) យើងត្រូវគុណនិងចំនួន 2 យើងនឹងបានសមីការថ្មីដូចខាងក្រោម

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) \qquad \Delta H^\circ_C = 2 \times (-285.8KJ) \qquad (5)$$

បន្ទាប់មកយើងបូកសមីការ (1) , (4) និង (5) យើងបាន

$$C(s) + \cancel{O_2(g)} \longrightarrow \cancel{CO_2(g)} \qquad \Delta H^\circ_C = -393.5kJ$$

$$\cancel{CO_2(g)} + \cancel{2H_2O(g)} \longrightarrow CH_4(g) + \cancel{2O_2(g)} \qquad \Delta H^\circ = +890.8kJ$$

$$2H_2(g) + \cancel{O_2(g)} \longrightarrow \cancel{2H_2O(l)} \qquad \Delta H^\circ_C = 2 \times (-285.8kJ)$$

$$C(s) + 2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g) \qquad \Delta H^\circ_f = -74.3KJ$$

តាមច្បាប់ហេសអាចឱ្យគេគណនាអង់តាល់ពីកំណមេតានបានដែលអង់តាល់ពីអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផល គឺមិនអាស្រ័យលើផ្លូវដែលប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅនៃប្រតិកម្មទេ ។

ដូច្នេះអង់តាល់ពីប្រតិកម្ម ដែលយើងចង់បានអាចគណនាដោយប្រើអង់តាល់ពីកំណរបស់សារធាតុទាំងឡាយក្នុងប្រតិកម្ម ដោយមិនចាំបាច់ស្គាល់អ្វីៗដែលប្រតិកម្មនឹងកើតមានឡើយ ។

ក្នុងការគណនាលេខយើងអាចប្រើសមីការទូទៅសម្រាប់គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីតាមរូបមន្ត : $\Delta H^\circ = \Sigma[(\Delta H^\circ_f\ (P)) \times n_P] - \Sigma[(\Delta H^\circ_f\ (R)) \times n_R]$

ដែល $\Sigma$ : ផលបូក     P :ផលិតផល

$n_P$ : ចំនួនម៉ូលផលិតផល     R :អង្គធាតុប្រតិករ

$\eta_R$ : ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុប្រតិករ

***ឧទាហរណ៍ :*** គណនាអង់តាល់នៃប្រតិកម្មចំហេះឧស្ម័នអាសូតម៉ូណូអុកស៊ីតឱ្យជាឧស្ម័នអាសូតឌីអុកស៊ីតតាមសមីការ $NO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow NO_2(g)$ , $\Delta H = ?$

✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការប្រតិកម្មកំណនៃសារធាតុនីមួយៗ

$\frac{1}{2}N_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow NO(g) \quad \Delta H_f^\circ = +90.29kJ \quad (1)$

$\frac{1}{2}N_2(g)+O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) \quad \Delta H_f^\circ = +33.2kJ \quad (2)$

យើងចង់ឱ្យ NO ជាអង្គធាតុប្រតិករ ។

ដូច្នេះ ចម្រាសនៃសមីការ(1) យើងអាចសរសេរ

$NO(g) \longrightarrow \frac{1}{2}N_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \quad \Delta H^\circ = -90.29kJ$

សមីការ (2) គឺ $\frac{1}{2}N_2(g)+O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) \quad \Delta H_f^\circ = +33.2kJ$

---

តុល្យសមីការ $NO(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow NO_2(g) \quad \Delta H^\circ = -57.1kJ$

ដូច្នេះ $\Delta H^\circ = -57.1kJ$

យើងអាចប្រើទំនាក់ទំនង $\Delta H^\circ = \Sigma(\Delta H_f^\circ(P)\times n_P)-\Sigma(\Delta H_f^\circ(R)\times n_R)$ ដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់តាមច្បាប់ហេស្សដែល

$\Delta H_f^\circ(NO(g)) = 90.29kJ$ , $\Delta H_f^\circ(O_2(g)) = 0$ , $\Delta H_f^\circ(NO_2(g)) = 33.2kJ$ ។

យើងបាន $\Delta H^\circ = [\Delta H_f^\circ NO_2(g)\times 1mol]-\left[(\Delta H_f^\circ\ NO(g)\times 1mol)+\left(\Delta H_f^\circ O_2(g)\times\frac{1}{2}mol\right)\right]$

$\Delta H^\circ = 33.2kJ-90.29kJ = -57.1kJ$

## លំហាត់អនុវត្តន៍

1. គណនាអង់តាល់ពីប្រតិកម្មចំហេះឧស្ម័នមេតានដើម្បីបានជា$CO_2(g)$ និង$H_2O(l)$
2. កាបូនអាចបង្កើតសណ្ឋានខុសគ្នាពីរយ៉ាង: ទី1 មានលក្ខណៈទន់ជារូបធាតុពណ៌ខ្មៅគេប្រើជាបណ្តូលខ្មៅដៃឬហៅថាក្រាភីត និងទី2 មានលក្ខណៈរឹង ភ្លឺ ដែលគេស្គាល់ថាជាពេជ្រ ។ គណនា $\Delta H^\circ$ សម្រាប់ការបំលែងពីក្រាភីតទៅពេជ្រតាមសមីការដូចតទៅ

$C(s)_{(ក្រាភីត)} \longrightarrow C(s)_{(ពេជ្រ)}$

គេឱ្យ : $C(s)_{(ក្រាភីត)} + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_C^\circ = -394kJ$

$C(s)_{(ពេជ្រ)} + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_C^\circ = -396kJ$

## 7. ការកំណត់អង់តាល់ពីកំណ

កាលណាកាបូនឆេះក្នុងអុកស៊ីសែនដែលមានបរិមាណមិនគ្រប់គ្រាន់ គេទទួលបានកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ។ ក្នុងប្រតិកម្មនេះ កាបូនប្រហែលជាធ្វើអុកស៊ីតកម្មទៅជាកាបូនឌីអុកស៊ីត បន្ទាប់មកកាបូនឌីអុកស៊ីតមួយផ្នែកធ្វើរេដុកម្មជាមួយកាបូនទៅជាកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ។ ប្រតិកម្មទាំងពីរនេះកើតឡើងឯកឯង យើងទទួលបានល្បាយ $CO_2$ និង CO ។ ប៉ុន្តែប្រតិកម្មរវាងកាបូនជាមួយអុកស៊ីសែនឱ្យផលជាកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីតមិនមែនជាប្រតិកម្មដោយផ្ទាល់ទេ ។ គេអាចវាស់អង់តាល់ពីកំណររបស់ឧស្ម័ន CO(g) ពី C(s) និង $O_2$(g) តាមរយៈសមីការ

$$C(s)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) \qquad \Delta H^\circ_f = ?$$

ដោយស្គាល់តម្លៃអង់តាល់ពីកំណររបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតនិងអង់តាល់ពីចំហេះរបស់កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត គេអាចសរសេរ

$$C(s)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H^\circ_f = -393.5 kJ/mol \qquad (1)$$

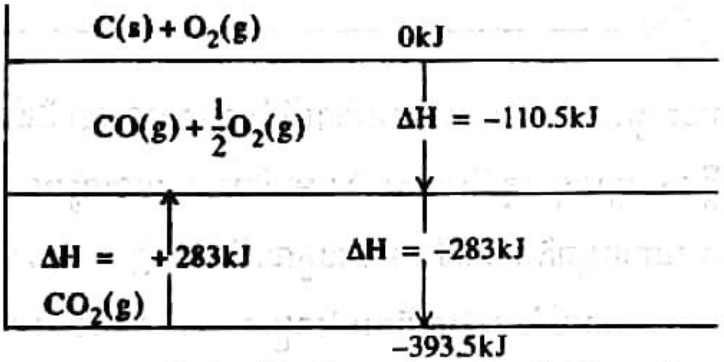
$$CO(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H^\circ_C = -283 kJ/mol \qquad (2)$$

បញ្ច្រាសសមីការទី 2 ព្រោះយើងត្រូវការ CO ជាផលិតផល ។ បន្ទាប់មកបូកសមីការទាំងពីរចូលគ្នា យើងបាន :

$$C(s)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H^\circ_f = -393.5 kJ/mol$$

$$CO_2(g) \longrightarrow CO(g)+\frac{1}{2}O_2 \qquad \Delta H^\circ_C = +283 kJ/mol$$

តុល្យសមីការ $C(s)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) \qquad \Delta H^\circ = -110.5 kJ/mol$




*រូបទី 2.5 : ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីអង់តាល់ពីប្រតិកម្មរបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតនិងកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត*

***ឧទាហរណ៍ :*** គណនាអង់តាល់ពីកំណប៉ង់តាន ($C_5H_{12}$) ដោយប្រើតារាងអង់តាល់ពីកំណនិងអង់តាល់ពីចំហេះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ពីតារាងអង់តាល់ពីកំណើតនិងចំហេះគេបាន :

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$ $\Delta H_f^\circ = -393.5kJ$

$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$ $\Delta H_f^\circ = -285.8kJ$

$C_5H_{12}(g) + 8O_2(g) \longrightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(l)$ $\Delta H_C^\circ = -3536.6kJ$

រក $\Delta H_f^\circ$ របស់ $5C(s) + 6H_2(g) \longrightarrow C_5H_{12}(g)$

អនុវត្តតាមច្បាប់ហេស្ស យើងអាចបញ្ចូលសមីការចូលគ្នា ។

ដើម្បីបាន $C_5H_{12}$ ជាផលិតផល នោះយើងត្រូវបញ្ច្រាសសមីការចំហេះនៃ $C_5H_{12}$ រួចដូរសញ្ញា $\Delta H_C^\circ$ និងគុណសមីការកំណើ $CO_2$ នឹង 5 ។ បន្ទាប់មកគុណសមីការកំណើទឹកនឹង 6 យើងបាន

$5C(s) + 5O_2(g) \longrightarrow 5CO_2(g)$ $\Delta H_f^\circ = 5(-393.5kJ)$

$6H_2(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 6H_2O(l)$ $\Delta H_f^\circ = 6(-285.8kJ)$

$5CO_2(g) + 6H_2O(l) \longrightarrow C_5H_{12}(g) + 8O_2(g)$ $\Delta H^\circ = +3536.6kJ$

---

តុល្យសមីការ $5C(s) + 6H_2(g) \longrightarrow C_5H_{12}(g)$ $\Delta H_f^\circ = -145.7kJ$

## មេរៀនសង្ខេប

- ក្នុងបម្រែបម្រួលគីមីនិងបម្រែបម្រួលរូប ថាមពលស្រូបឬបញ្ចេញមានសណ្ឋាន ជាកម្ដៅ ។
- ដើម្បីវាស់ថាមពលរបស់សារធាតុណាមួយ គេប្រើឧបករណ៍កាឡូរីម៉ែតតាមរយៈការបណ្ដូរកម្ដៅ ។
- កម្ដៅគឺជាការផ្លាស់ប្ដូរថាមពលកម្ដៅរវាងសារធាតុពីរនៅសីតុណ្ហភាពផ្សេងគ្នា ។
- សីតុណ្ហភាពជារង្វាស់ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ភាគល្អិតនៃរូបធាតុ ។
- កម្ដៅម៉ាស ($C_p$) ជាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដើម្បីឱ្យ 1g នៃសារធាតុណាមួយកើនសីតុណ្ហភាព 1°C (ខ្នាត J/g.°C) ។ ម៉ាស $C_p = \frac{q}{m \times \Delta T}$ ($\Delta T = T_{\text{សម្រេច}} - T_{\text{ដើម}}$)
- បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី ΔH គឺជាភាពខុសគ្នារវាងអង់តាល់ពីរបស់ផលិតផលនិងអង់តាល់ពីអង្គធាតុប្រតិករ : $\Delta H = H_{\text{ផលិតផល}} - H_{\text{អង្គធាតុប្រតិករ}}$
- អង់តាល់ពីកំណជាម៉ូល ($\Delta H_f^\circ$) ជាបណ្ដូរអង់តាល់ពី កាលណាមួយម៉ូលរបស់សមាសធាតុកើតឡើងពីធាតុផ្សំរបស់វាក្នុងភាពរូបស្តង់ដារ 25°C និង 1atm ។
- អង់តាល់ពីចំហេះ ($\Delta H_C$) ជាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីដែលកើតឡើងកំលុងពេលប្រតិកម្មចំហេះសព្វរបស់មួយម៉ូលនៃសមាសធាតុ ។
- ប្រើច្បាប់ហេស្សដើម្បីគណនាអង់តាល់ពីប្រតិកម្មដែលទាក់ទងនឹងសមីការទែម៉ូគីមីមានដំណាក់កាលដូចតទៅ
    + បើប្រតិកម្មច្រាសនោះ សញ្ញា ΔH ត្រូវប្ដូរ
    + គុណសមីការនិងតម្លៃ ΔH ដោយចំនួនគត់មិនសូន្យក្នុងករណីចាំបាច់ ។
    + អនុវត្តន៍អង់តាល់ពីប្រតិកម្មចំហេះ
- អាហារដែលយើងបរិភោគត្រូវបំបែកដោយក្រុមកុំផ្លិចម៉ូលេគុលជីវៈហៅ " អង់ស៊ីម " និងថាមពលដែលបញ្ចេញផ្ដល់ឱ្យសារពាង្គកាយសម្រាប់ការលូតលាស់ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្ដេចដែលហៅថាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី ?
2. ដូចម្ដេចដែលហៅថាអង់តាល់ពីប្រតិកម្ម ?
3. តើអ្វីទៅជាសារៈសំខាន់នៃច្បាប់ហេស្សទាក់ទងទៅនឹងការគណនាក្នុងទែម៉ូគីមី ?

4. គណនាថាមពលដែលស្រូបជាកម្តៅ កាលណាគេដុតដែក 75g ឱ្យកើនសីតុណ្ហភាពពី $22^{\circ}C$ ទៅ $28^{\circ}C$ ។

5. អ៊ីសូអុកតាន $C_8H_{18}$ គឺជាភាគផ្សំដ៏សំខាន់ក្នុងប្រេងសាំង

ក. ដោយប្រើតម្លៃទែម៉ូគីមីដូចខាងក្រោម ចូរគណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីចំហេះមួយម៉ូលអ៊ីសូអុកតាន ។

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H^{\circ} = -241.8kJ$$

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \qquad \Delta H^{\circ} = -393.51kJ$$

$$8C(s) + 9H_2(g) \longrightarrow C_8H_{18}(l) \qquad \Delta H^{\circ} = -224.13kJ$$

ខ. អ៊ីសូអុកតាន 3.78L មានម៉ាស 2.6kg ។ តើបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃចំហេះអ៊ីសូអុកតាន 3.78L ស្មើប៉ុន្មាន ?

6. ភាគសំណាកអាលុយមីញ៉ូម 55g ត្រូវបានគេដំឡើងសីតុណ្ហភាពពី 22.4°C ដល់ 94.6°C ។ គណនាថាមពលចាំបាច់ដើម្បីដំឡើងសីតុណ្ហភាពដូចខាងលើ ។ (កម្តៅម៉ាសមើលតារាង 1)

7. ដើម្បីដំឡើងសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ 34.0g ពី 23°C ដល់ 24°C គេត្រូវការថាមពល 70.2J ។ ចូរគណនាកម្តៅម៉ាសរបស់អាម៉ូញ៉ាក់ ។

8. ក្នុងចំណោមប្រតិកម្មខាងក្រោម តើប្រតិកម្មណាជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅនិងប្រតិកម្មណាជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ :

ក. $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) - 393.51kJ$

ខ. $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 890.31kJ$

គ. $H_2O(g) \longrightarrow H_2O(l) + 44.02kJ$

ឃ. $CaCO_3\ (s) + 176kJ \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

9. អង់តាល់ពីកំណររបស់អេតាណុល ($C_2H_5OH$) គឺ −277kJ/mol នៅសីតុណ្ហភាព 298K ។ ចូរគណនាអង់តាល់ពីចំហេះមួយម៉ូលអេតាណុល ។ ឧបមាថាផលិតផលទទួលបានជា $CO_2(g)$ និង $H_2O(l)$ ។

10. គ្លុយកូស ($C_6H_{12}O_6$) មាន $\Delta H_f^{\circ} = -1263kJ$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី កាលណាមួយម៉ូលរបស់គ្លុយកូសឆេះឱ្យជា $CO_2(g)$ និង $H_2O(l)$ ។

តម្លៃ $\Delta H_f^{\circ}\ (CO_2(g)) = -393.5kJ/mol$

$\Delta H_f^{\circ}\ (H_2O(l)) = -285.5kJ/mol$

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 4

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់

1. ឧស្ម័នធម្មជាតិងាយឆេះជាងឥន្ធនៈដទៃទៀតព្រោះ

☐ ក. បញ្ចេញកម្តៅច្រើន ☐ ខ. ជាឧស្ម័ន ☐ គ. គ្មានពណ៌ ☐ ឃ. មានដង់ស៊ីតេទាប

2. នៅពេលគេដុតឥន្ធនៈមានផ្ទុកធាតុស្ពាន់ធ័រ វាផ្តល់ឧស្ម័នបំពុលបរិយាកាសនិងបង្កភ្លៀងអាស៊ីតដែលជា

☐ ក. កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ☐ ខ. កាបូនឌីអុកស៊ីត ☐ គ. ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត

☐ ឃ. ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត

3. ក្នុងចំណោមប្រតិកម្មខាងក្រោម តើប្រតិកម្មមួយណាជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ

☐ ក. $4K(s) + O_2(g) \longrightarrow 2K_2O(s)$

☐ ខ. $H_2(g) \longrightarrow 2H(g)$

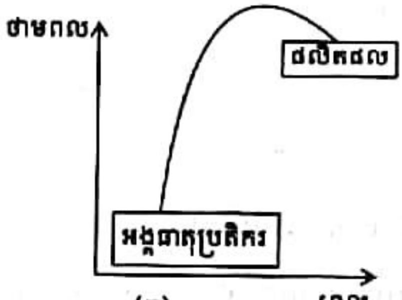
☐ គ. $2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

☐ ឃ. $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$

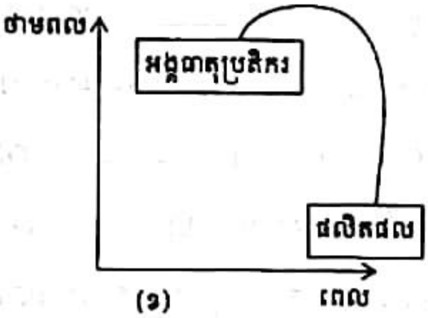
4. មេតាន($CH_4$) គឺជាធាតុផ្សំសំខាន់នៃឧស្ម័នធម្មជាតិ ។ ចំហេះមួយម៉ូលនៃមេតានផ្តល់កម្តៅ 890kJ ។ បើគេដុតមេតាន 64g នោះកម្តៅដែលបានផ្តល់ឱ្យគឺ ៖

☐ ក. 890kJ ☐ ខ. 1780kJ ☐ គ. 2670kJ ☐ ឃ. 3560kJ

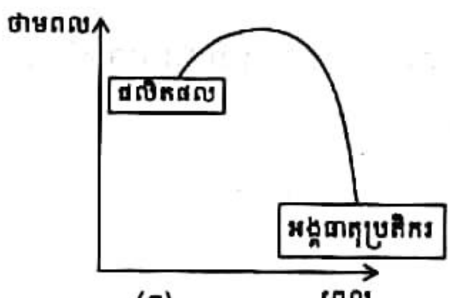
5. តើក្រាហ្វណាមួយបង្ហាញពីប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ



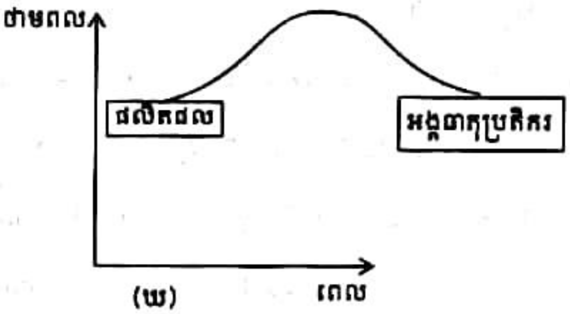
(ក)



(ខ)



(គ)



(ឃ)

II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យបានត្រឹមត្រូវ

1. ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ . . . . . . . . កម្តៅ ។ សីតុណ្ហភាព . . . . . . . . . . មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ផលិតផលមានថាមពល . . . . . . . . . . . . . អង្គធាតុប្រតិករ ។ ΔH . . . . . . . . . ។ ថាមពលដែលបញ្ចេញក្នុងបង្កសម្ព័ន្ធ . . . . . . . . ថាមពលស្រូបចូលសម្រាប់បណ្តាច់សម្ព័ន្ធ ។ ប្រតិកម្មបំបែកដោយកម្តៅ. . . . . . . . . .កម្តៅ ។ សីតុណ្ហភាព. . . . . . . . .មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ ។ ផលិតផលថាមពល. . . . . . . . . .អង្គធាតុប្រតិករ ។ ΔH . . . . . . . . ។ ថាមពលដែលបញ្ចេញក្នុងបង្កសម្ព័ន្ធ . . . . . . . .ថាមពលស្រូបចូលសម្រាប់បណ្តាច់សម្ព័ន្ធ ។

2. ពេលដែលសម្ព័ន្ធត្រូវបានផ្តាច់. . . . . . . . . ថាមពល ។ ផលិតផលមានថាមពល. . . . . . . . .អង្គប្រតិករ ។

ពេលដែលសម្ព័ន្ធត្រូវបានបង្កើតឡើង . . . . . . . . . . ថាមពល ។ ផលិតផលមានថាមពល. . . . . . . . . .អង្គធាតុប្រតិករ ។

III. លំហាត់

1. កម្តៅចំហេះនៃអេតាន ($C_2H_6$) គឺ 1560kJ/mol ។ គណនាកម្តៅចំហេះសម្រាប់អេតាន 7.5g ។

2. ធាតុ X បានមកពីម៉ូលេគុល $X_2$ ។ ធាតុ X ប្រតិកម្មជាមួយធាតុ Y មកពីម៉ូលេគុល $Y_2$ ដើម្បីបានសមាសធាតុ XY តាមសមីការ : $X_2(g) + Y_2(g) \longrightarrow 2XY(g)$ ។

សម្ព័ន្ធ X–X និងសម្ព័ន្ធ Y–Y ជាសម្ព័ន្ធខ្សោយ ។ ប៉ុន្តែសម្ព័ន្ធ X–Y ជាសម្ព័ន្ធខ្លាំង ។

ក. តើប្រតិកម្មខាងលើជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅឬបញ្ចេញកម្តៅ ?

ខ. ចូរគូរដ្យាក្រាមកម្រិតថាមពលសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ ។

គ. ជាឧទាហរណ៍ដូចជាប្រតិកម្មរវាងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនជាមួយឧស្ម័នក្លរ ។ ចូរសរសេរសមីការតុល្យការនិងហៅឈ្មោះផលិតផលឧស្ម័នដែលទទួលបាន ។

3. មេតាណុល ($CH_3OH$) ជាវត្ថុរាវអាចប្រើជាឥន្ធនៈសម្រាប់ម៉ាស៊ីនមួយចំនួន ។ ចំហេះសព្វមួយម៉ូលនៃមេតាណុលផ្តល់កម្តៅ 715kJ

ក. ចូរសរសេរនិងថ្លឹងសមីការនេះ

ខ. ចូរគណនាកម្តៅដែលផ្តល់ដោយមេតាណុល កាលណាគេដុតវាចំនួន 400g

(C = 12 , H = 1 , O = 16 )

4. សមីការសម្រាប់ទាញយកដែកពីឡស្លដែកគឺ

$Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(l) + 3CO_2(g) \quad \Delta H = -27kJ$

គណនាថាមពលកម្តៅ កាលណា៖

ក. មួយម៉ូលដែកត្រូវបានបង្កើត

ខ. គេប្រើ 168g កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត (CO)

(Fe = 56 , O = 16 , C = 12 )

5. ភាគសំណាកទឹក 446g ត្រូវបានគេដុតកម្តៅពី 8.50°C ដល់ 74.60°C ។ គណនាកម្តៅដែលស្រូបដោយទឹក ។ (កម្តៅម៉ាសទឹក $S = 4.184J/g \cdot °C$ )

6. បន្ទះដែកមួយមានម៉ាស 869g ចុះត្រជាក់ពី 94°C មក 5°C ។ គណនាកម្តៅដែលត្រូវបញ្ចេញដោយលោហៈដែក (គិតជា kJ ) ។ (កម្តៅម៉ាសដែកគឺ $S = 0.444J/g \cdot °C$ )

7. មេតាណុល អេតាណុល និង n ប្រូប៉ាណុល គឺជាក្រុមអាល់កុល ។ នៅពេល 1g នៃសារធាតុទាំងនេះឆេះក្នុងខ្យល់កម្តៅរបស់វាត្រូវបានបញ្ចេញដូចខាងក្រោម

ក. មេតាណុល ($CH_3OH$) –22, 6kJ

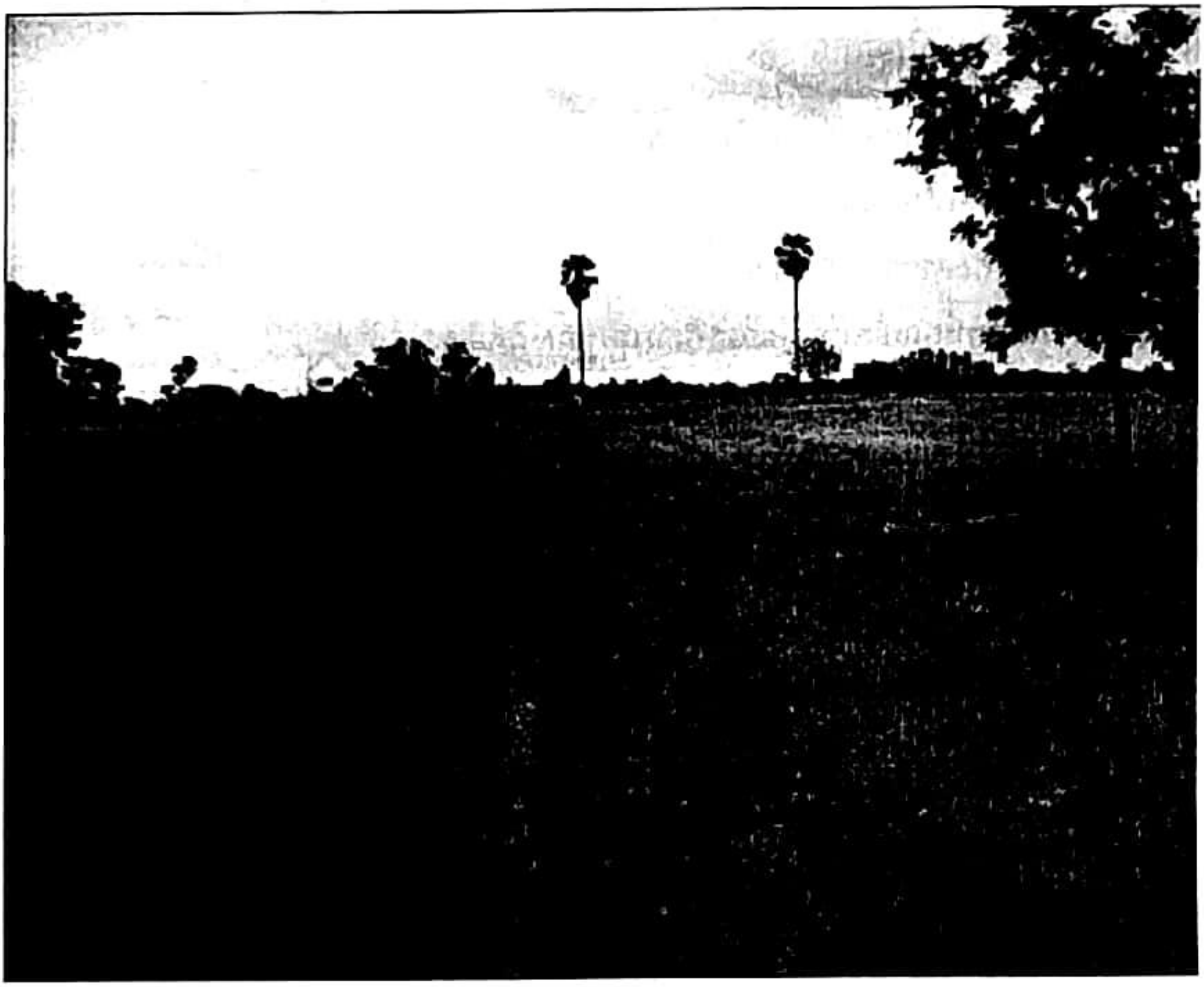
ខ. អេតាណុល ($C_2H_5OH$) –29, 7kJ

គ. n ប្រូប៉ាណុល ($C_3H_7OH$) –33, 4kJ

ចូរគណនាកម្តៅចំហេះរបស់អាល់កុលទាំងនេះជា kJ/mol

ជំពូកទី 5

# សមាសធាតុអសរីរាង្គ



សមាសធាតុអសរីរាង្គមានគ្រប់ទីកន្លែង ដែលជាតម្រូវការសម្រាប់ការរស់នៅប្រចាំថ្ងៃរបស់យើង ដូចជា ផលិតផលប្រើប្រាស់ក្នុងផ្ទះសម្បែង ឧសថស្ថាន ការដឹកជញ្ជូន ឥន្ធនៈសំយោគ អាគុយ ជីគីមីជាដើម ។

ឧស្សាហកម្មនៃគ្រប់ផលិតកម្មរបស់សារធាតុគីមីទាំងអស់ជាកត្តាចាំបាច់សម្រាប់អភិវឌ្ឍន៍សេដ្ឋកិច្ចសង្គមដូចជា ការទាញយកអាស៊ីតស៊ុលផួរិច កែវ ស៊ីម៉ង់ត៍ពីវត្ថុធាតុរ៉ែក្នុងធម្មជាតិ ។

មេរៀនទី

# 1 អាម៉ូញ៉ាក់

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ពន្យល់ពីលក្ខណៈទូទៅរបស់អាម៉ូញ៉ាក់ ។
- បកស្រាយពីទង្វើអាម៉ូញ៉ាក់ ។
- ប្រើជីអាសូតសម្រាប់ការដាំដុះ ។
- ពណ៌នាពីការបំពុលទឹកបណ្តាលមកពីការប្រើប្រាស់ជីគីមី ។

## 1. លក្ខណៈរបស់អាម៉ូញ៉ាក់

### 1.1. លក្ខណៈរូប

អាម៉ូញ៉ាក់ជាសមាសធាតុមួយនៃអាសូត (ក្នុងខ្យល់មានអាសូតប្រមាណ 78 % ជាមាឌ) ។ វាជាឧស្ម័នគ្មានពណ៌ មានក្លិនឈ្ងួល ឆ្អេះ មានម៉ាសម៉ូល $17g \cdot mol^{-1}$ និងមានចំណុចរំពុះ $-33.35°C$ ។

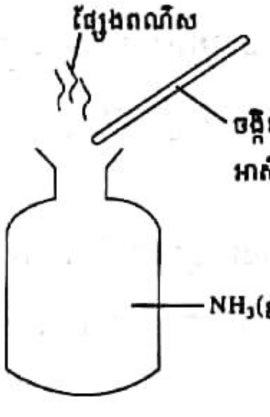
អាម៉ូញ៉ាក់មានលក្ខណៈជាបាសដោយបម្រែពណ៌ក្រដាសទួណឺសុលក្រហមទៅជាខៀវ ។

### 1.2. លក្ខណៈគីមី

ឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនក្លរួឱ្យផលជាអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ :

$$NH_3(g) + HCl(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$$

***ពិសោធន៍តេស្តឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់***




*រូបទី 1.1 : តេស្តអាម៉ូញ៉ាក់*

**ក. ឧបករណ៍និងធាតុគីមី**

ចង្កឹះកែវ ម៉ាសការពារក្លិននិងស្រោមដៃ សូលុយស្យុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចខាប់ ។

**ខ. ដំណើរការពិសោធ**

- ជ្រលក់ចង្កឹះកែវក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចខាប់ ។
- បើកគម្របដបសូលុយស្យុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ ។

- ដាក់ចង្កឹះកែវដែលបានជ្រលក់ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ក្បែរមាត់ដបសូលុយស្យុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ ។

***សង្កេត :*** មានផ្សែងពណ៌សនិងមានកំណក្រាមពណ៌សជាប់លើចង្កឹះកែវ ។

***សន្និដ្ឋាន:*** ក្រាមសគឺជាអាម៉ូញ៉ូមក្លរួ ។ ដូច្នេះក្នុងដបមានសូលុយស្យុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ ។

## 2. ផលិតអាម៉ូញ៉ាក់

### ក. ក្នុងទីពិសោធន៍

គេអាចធ្វើអាម៉ូញ៉ាក់តាមរយៈសមីការ ៖

$$NH_4Cl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + NH_3(g)$$

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

### ខ. ក្នុងឧស្សាហកម្ម

អាម៉ូញ៉ាក់ត្រូវបានផលិតក្នុងទ្រង់ទ្រាយធំតាមរយៈលំនាំហេប៊ើ ដែលរកឃើញដោយលោក Fritz Haber តាំងពីឆ្នាំ 1908 ។

ក្នុងលំនាំហេប៊ើ អាសូត និងអ៊ីដ្រូសែនត្រូវបានលាយបញ្ចូលគ្នាតាមសមាមាត្រ 1 :3 ។ អាសូតបានមកពីខ្យល់ និងអ៊ីដ្រូសែនបានមកពីក្រាគីងប្រេងកាត ដោយប្រើកាតាលីករដែកនៅសីតុណ្ហភាព 450°C និងសម្ពាធ 200atm ។

សមីការប្រតិកម្មផលិតអាម៉ូញ៉ាក់: $N_2(g) + 3H_2(g) \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g) \quad \Delta H = -184kg$

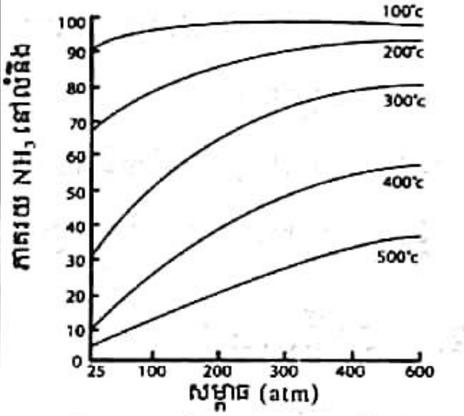
ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មទៅមក ពេលមានលំនឹងគីមីគេនឹងទទួលបានល្បាយសារធាតុទាំងបី ។ $\Delta H$ អវិជ្ជមាន មានន័យថាប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅតាមទិសស្រប(ទិស 1)ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ ។ ដូច្នេះកម្តៅត្រូវបានបញ្ចេញពេលដែលអាម៉ូញ៉ាក់កើតឡើង ។

ការបកស្រាយក្រាហ្វ

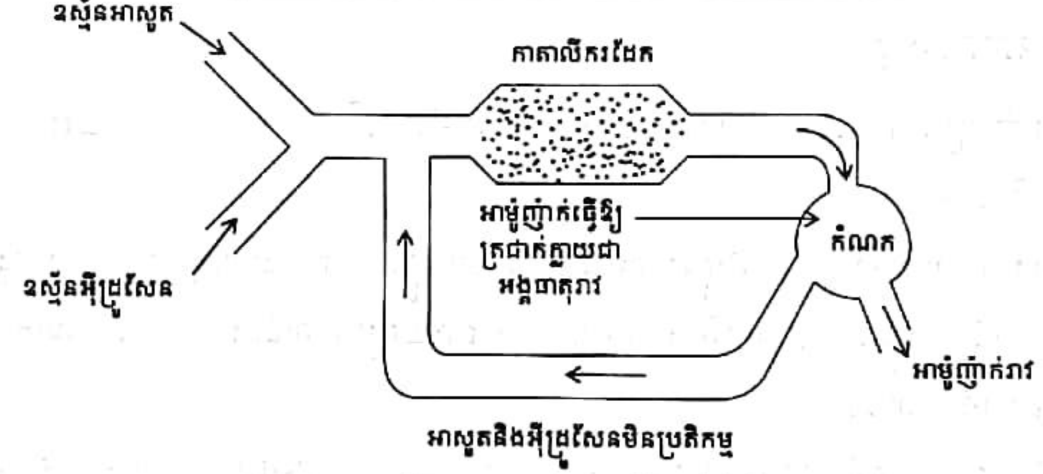
- បើសម្ពាធកាន់តែខ្ពស់ នោះភាគរយអាម៉ូញ៉ាក់នៅភាពលំនឹងកាន់តែច្រើន ។
- បើសីតុណ្ហភាពកាន់តែខ្ពស់ នោះភាគរយអាម៉ូញ៉ាក់នៅភាពលំនឹងកាន់តែតិច ។ (មើលរូបទី 1.2)
- ដើម្បីបង្កើនបរិមាណអតិបរមានៃអាម៉ូញ៉ាក់នៅភាពលំនឹងគេត្រូវតែបង្កើនសម្ពាធឱ្យខ្ពស់និងបន្ថយសីតុណ្ហភាពឱ្យទាប ។

ក្នុងការអនុវត្ត គេប្រើសម្ពាធខ្ពស់ប្រមាណ 200atm ដើម្បីទទួលបានអាម៉ូញ៉ាក់ច្រើន ប៉ុន្តែត្រូវចំណាយប្រាក់ច្រើន និងអាចប្រថុយនឹងគ្រោះថ្នាក់ ។

នៅលក្ខខណ្ឌទាំងនេះ គឺមានតែអាសូតនិងអ៊ីដ្រូសែន 15 % ប៉ុណ្ណោះចូលប្រតិកម្មជាមួយគ្នាបង្កើតអាម៉ូញ៉ាក់ ។ អាម៉ូញ៉ាក់ដែលទទួលបានគេត្រូវធ្វើឱ្យវាចុះត្រជាក់នៅសីតុណ្ហភាពទាប រួចវាកកក្លាយជាអង្គធាតុរាវ បន្ទាប់មកយកវាចេញ ។ ចំណែកអាសូតនិងអ៊ីដ្រូសែនដែលមិនបានចូលរួមប្រតិកម្មជាមួយគ្នាឱ្យវាឆ្លងកាត់កាតាលីករសារជាថ្មី (រូបខាងក្រោម) ។ ក្នុងការអនុវត្តបរិមាណអាសូតនិងអ៊ីដ្រូសែន 98 % បានក្លាយជាអាម៉ូញ៉ាក់ ។




***រូបទី 1.2 : បម្រែបម្រួលភាគរយនៃ*** $NH_3$




***រូបទី 1.3 : ឧស្សាហកម្មផលិតអាម៉ូញ៉ាក់***

## 3. ជីអាសូត

រុក្ខជាតិត្រូវការអាសូតដើម្បីបង្កើត ប្រូតេអ៊ីន ដែលជាតម្រូវការចាំបាច់សម្រាប់ការលូតលាស់ ។ ដូច្នេះជីអាសូតជួយបង្កើនប្រូតេអ៊ីនក្នុងរុក្ខជាតិដែលធ្វើឱ្យគ្រាប់ធញ្ញជាតិមានគុណភាពល្អ ។

ធញ្ញជាតិជាអាហារដូចជា ស្រូវ ពោត . . .លូតលាស់បានល្អដោយសារវាស្រូបយកសារធាតុចិញ្ចឹមក្នុងដី ។ សារធាតុចិញ្ចឹមទាំងនេះត្រូវបានបាត់បង់ ដោយរុក្ខជាតិស្រូបយក ។ បើគ្មានសារធាតុចិញ្ចឹមទាំងនេះបន្ថែមទេដីនឹងខ្សោះជីជាតិ ដែលជាហេតុធ្វើឱ្យទិន្នផលដំណាំថយចុះ ។ តែសារធាតុចិញ្ចឹមមួយចំនួនត្រូវបន្ថែមលើដីតាមបែបធម្មជាតិ ដោយសារផ្លេកបន្ទោរនិងនៅពេលដែលរុក្ខជាតិសត្វងាប់ពុកផុយ ។

កាលពីដើមឡើយកសិករប្រើប្រាស់ដីលើដី អាស្រ័យលើប្រភពអាសូតក្នុងធម្មជាតិ ។ បច្ចុប្បន្ន ដោយសារកំណើនប្រជាជនយ៉ាងលឿនក្នុងកំឡុងពីរសតវត្សកន្លងមកនេះ ដែលធ្វើឱ្យមានតម្រូវការ អាហារច្រើន ចំណែកឯធនធានអាសូតក្នុងធម្មជាតិកាន់តែអស់ទៅ ។

ជីជាសមាសធាតុគីមីមាន **សារធាតុចិញ្ចឹម** សម្រាប់ការលូតលាស់របស់រុក្ខជាតិ ។ ជីត្រូវបាន បន្ថែមទៅលើដី ដើម្បីឱ្យរុក្ខជាតិស្រូបនិងលូតលាស់បានល្អដែលធ្វើឱ្យកសិករអាចបង្កើនទិន្នផល ដំណាំ ។

ថ្មីៗនេះការផ្គត់ផ្គង់សូដ្យូមនីត្រាតពីធម្មជាតិមិនគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់តម្រូវការរបស់កសិករទេ ។ ដូច្នេះតម្រូវការសមាសធាតុអាសូតមានការកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំង ។

ជីអាសូត : អាសូតបានស្រូបដោយរុក្ខជាតិជាសណ្ឋានអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតរលាយ ។ អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម រងអុកស៊ីតកម្មយ៉ាងរហ័សទៅជាអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតក្នុងដី ។ ដូច្នេះជីអាសូតជាសមាសធាតុដែលមានផ្ទុក អ៊ីយ៉ុងនីត្រាតឬអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម ។

**តារាងសមាសធាតុអាសូតសំខាន់ៗ**

| សមាសធាតុ | រូបមន្ត | សំគាល់ |
|---|---|---|
| អាម៉ូញ៉ាក់ | $NH_3$ | ជាឧស្ម័នមានភាគរយអាសូតច្រើនអាចចាក់ដោយផ្ទាល់ទៅក្នុងដី |
| អាម៉ូញ៉ូមនីត្រាត | $NH_4NO_3$ | ផ្តល់អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម និងអ៊ីយ៉ុងនីត្រាត |
| អាម៉ូញ៉ូមស៊ុលផាត | $(NH_4)_2SO_4$ | ផ្តល់អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម |
| អ៊ុយរ៉េ | $CO(NH_2)_2$ | ប្រតិកម្មជាមួយទឹកឱ្យអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម |

**ការជ្រើសរើសជីអាសូត**

កត្តាមួយចំនួនដែលត្រូវរិះគិតក្នុងការជ្រើសរើសជីអាសូតយកមកប្រើ

- តើវាបញ្ចេញអាសូតទៅឱ្យរុក្ខជាតិលឿនបែបណា?
- តើវាមានកម្រិតរលាយដូចម្តេច ?
- ភាគរយអាសូតដែលមាន
- តម្លៃក្នុងមួយគីឡូក្រាម

ជីនីត្រាតផ្តល់អ៊ីយ៉ុងនីត្រាតលឿនសម្រាប់រុក្ខជាតិ ។ វារលាយយ៉ាងរហ័សក្នុងទឹក ដូច្នេះវាងាយហូរតាមទឹកនៅពេលភ្លៀងខ្លាំង ដែលអាចបង្កការបំពុលទៅលើទឹកនៅក្បែរនោះ ។ ជីអាម៉ូញ៉ូមបញ្ចេញអាសូតទៅឱ្យរុក្ខជាតិ យឺតៗពីព្រោះអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមដំបូងត្រូវរងអុកស៊ីតកម្មជាអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតសិន ។

***ឧទាហរណ៍ទី 1*** **:** គណនាភាគរយអាសូតជាម៉ាសក្នុងអាម៉ូញ៉ូមនីត្រាត ($NH_4NO_3$) ។

✍ ដំណោះស្រាយ

$$\%\text{ អាសូត} = \frac{2 \times 14}{[14 + 4 + 14 + (3 \times 16)]} \times 100 = 35\ \%$$

***ឧទាហរណ៍ទី 2*** **:** គណនាម៉ាសអាសូតក្នុង 500kg អាម៉ូញ៉ូមនីត្រាត ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ក្នុងឧទាហរណ៍ទី 1 គឺ : 100g $NH_4NO_3$ មានអាសូត 35g

ដូច្នេះ 500g $NH_4NO_3$ អាសូត Xg

ម៉ាសអាសូត $= \frac{35}{100} \times 500\text{kg} = 175\text{kg}$ ។

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

អ៊ុយរ៉េជាជីអាសូត ។ បើក្នុងមួយហិចតាដីស្រែត្រូវការអាសូត 40kg ដើម្បីបង្កើនទិន្នផលស្រូវពីរតោន តើម៉ាសជីអ៊ុយរ៉េប៉ុន្មានគីឡូក្រាមសម្រាប់ដីស្រែមួយហិចតានេះ ។

***អំណាន : ឥទ្ធិពលបាសលើដី***

ដីកសិកម្មតែងតែក្លាយជាដីហិរសំបូរជាតិអាស៊ីត ។ លក្ខណៈអាស៊ីតនេះបណ្តាលមកពីការប្រើជីហួសហេតុឬភ្លៀងអាស៊ីត ។ ដើម្បីបន្សាបអាស៊ីតកសិករត្រូវបន្ថែមសមាសធាតុបាស ដូចជាកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ( កំបោរងាប់) ។ តាមសមីការប្រតិកម្មគីមី :

$$2NH_4NO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + Ca(NO_3)_2 + H_2O$$

បញ្ហានេះធ្វើឱ្យបាត់បង់អាម៉ូញ៉ាក់និងអាសូតពីដី ។ ដូច្នេះកសិករត្រូវតែប្រុងប្រយ័ត្នជៀសវាងការបន្ថែមកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនិងជីអាម៉ូញ៉ូមទៅលើដីនៅពេលតែមួយ មិនដូច្នេះទេជីអាសូតនឹងបាត់បង់តាមខ្យល់ ។

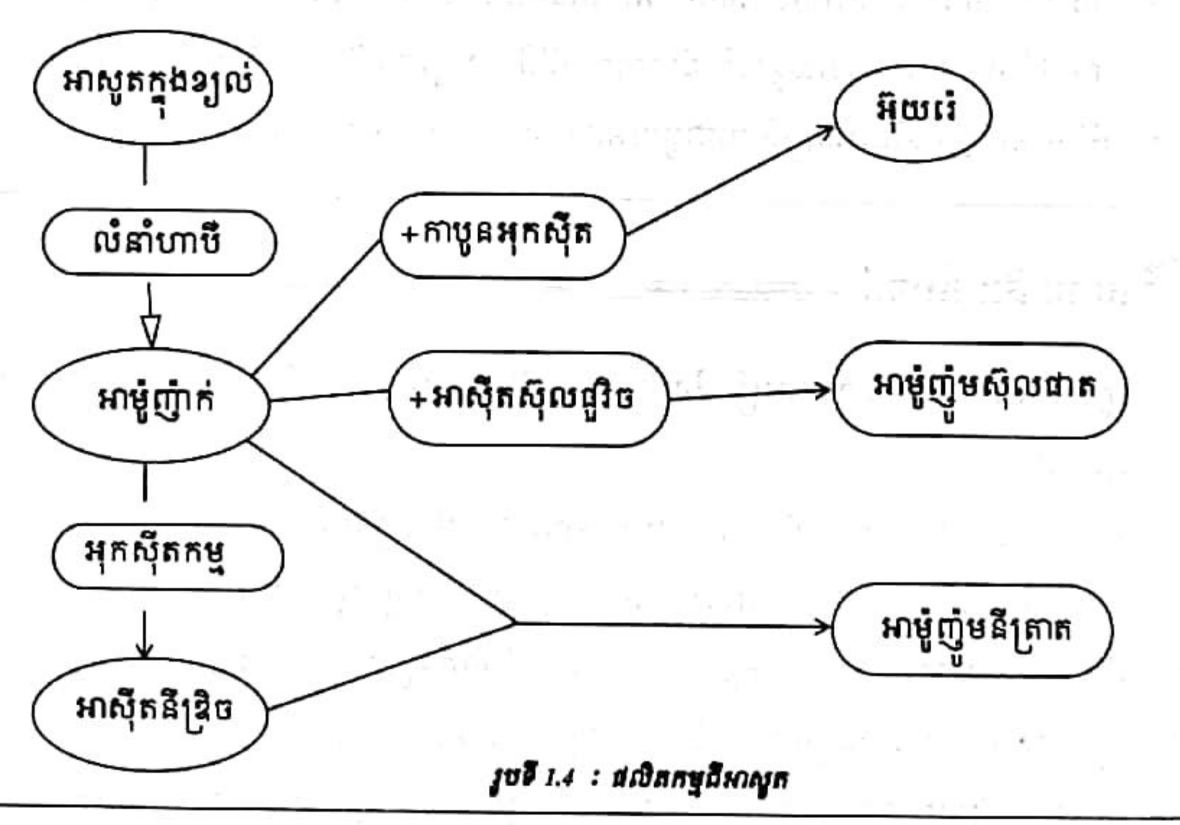
# 4. បញ្ហាបំពុលដែលបណ្តាលមកពីជីគីមី

ជីអាសូតបានហូរចេញពីដីចូលក្នុងទន្លេបឹងបួដែលនៅក្បែរនោះ ដែលជាប្រភពបំពុលទឹក៖

- អាសូតអាចបង្កឱ្យមានជីជាតិក្នុងទឹក
- អាសូតអាចបន្ថែមអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតក្នុងទឹក (អ៊ីយ៉ុងនីត្រាតជាសារធាតុពុល) ។ នៅពេលដែលយើងផឹកទឹកដែលមានផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតអាចបណ្តាលឱ្យមានជំងឺមហារីក ។ អំបិលអាម៉ូញ៉ូមក៏មានគ្រោះថ្នាក់ដែរដោយសារអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមរងអុកស៊ីតកម្មជាអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតតាមរយៈបាក់តេរីក្នុងទឹក ។ ដូច្នេះគេមានការលំបាកដើម្បីយកអ៊ីយ៉ុងនីត្រាតទាំងស្រុងចេញពីទឹកម៉ាស៊ីនក្នុងអាងប្រព្រឹត្តិកម្ម ។

ការបំពុលទឹកបណ្តាលមកពីកសិករប្រើប្រាស់ជីលើសបរិមាណដីកំណត់លើដំណាំរបស់គាត់ ។ ក្នុងការលូតលាស់រុក្ខជាតិមិនអាចស្រូបយកអ៊ីយ៉ុងនីត្រាត និងអ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមឱ្យអស់បានទេ ។ បន្ទាប់ពីភ្លៀងខ្លាំង ទឹកភ្លៀងបានហូរនាំអ៊ីយ៉ុងទាំងនេះចូលទៅក្នុងទន្លេបឹងបួធ្វើឱ្យមានការបំពុលទឹក ។

គេអាចការពារការបំពុលទឹកដែលបណ្តាលមកពីជី ដោយធ្វើការគណនាឱ្យបានត្រឹមត្រូវនូវបរិមាណជីដែលត្រូវបន្ថែមទៅលើដី តាមរយៈការត្រួតពិនិត្យកំហាប់អ៊ីយ៉ុងនីត្រាត និងកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូមក្នុងទឹកទន្លេ ឬបឹងដែលនៅក្បែរនោះ ។




រូបទី 1.4 : ផលិតកម្មជីអាសូត

## សង្ខេបមេរៀន

- អាសូតគឺជាធាតុបង្គសំខាន់នៃអាម៉ូញ៉ាក់ និងសមាសធាតុរបស់វា ។
- ប្រតិកម្មផលិតអាម៉ូញ៉ាក់ជាប្រតិកម្មទៅមក ។
- ក្នុងលំនាំហេប៊ើ អាសូត (បានមកពីខ្យល់) និងអ៊ីដ្រូសែន (បានមកពីក្រាតីញប្រេង) បានចូលផ្សំគ្នាឱ្យជាឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ :

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{450°C}{\overset{200atm}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$$

- ដើម្បីទទួលបានទិន្នផលខ្ពស់ក្នុងការផលិតអាម៉ូញ៉ាក់ គឺត្រូវការសម្ពាធខ្ពស់ 200atm និងសីតុណ្ហភាពទាប 450°C (ប្រតិកម្មនេះបញ្ចេញកម្ដៅ) និងដែកប្រើជាកាតាលីករ ដើម្បីបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្ម ។
- ប្រើក្រដាសទូណឺសុលក្រហម សម្រាប់តេស្តអាម៉ូញ៉ាក់ដែលវាប្រែពណ៌ទៅជាខៀវ ។ តេស្តអាម៉ូញ៉ាក់ជាមួយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនក្លរឱ្យផ្សែងពណ៌ស ។
- គេប្រើអាម៉ូញ៉ាក់ក្នុងឧស្សាហកម្មសម្រាប់ការផលិតជី ។ អាម៉ូញ៉ាក់រងអុកស៊ីតកម្មជាមួយអាស៊ីតនីទ្រិចឱ្យជាអាម៉ូញ៉ូមនីត្រាត ។
- ការប្រើបរិមាណជីគីមីលើសកំណត់ អាចបណ្ដាលឱ្យមានការបំពុលទឹកនិងធ្វើឱ្យទឹកសម្បូរសារធាតុចិញ្ចឹម ។ កម្រិតរលាយខ្ពស់នៃជីអាចជ្រាបពីដី និងហូរតាមទឹកចូលបឹងបួ ឬទឹកទន្លេ ។
- អំបិលអាម៉ូញ៉ូមទាំងអស់ប្រតិកម្មជាមួយអាល់កាលីបំភាយអាម៉ូញ៉ាក់ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. រុក្ខជាតិត្រូវការបរិមាណយ៉ាងច្រើននៃអ៊ីដ្រូសែន និងអុកស៊ីសែន ។ តើឃ្លាខាងលើត្រឹមត្រូវឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?
2. អាស៊ីតនីទ្រិចមានផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងនីត្រាត ។ ហេតុអ្វីបានជាគេមិនប្រើអាស៊ីតនីទ្រិចធ្វើជាជី ?
3. ក្នុងលំនាំហេប៊ើ តើគេប្រើកត្តាអ្វីដើម្បីបង្កើនល្បឿនផលិតកម្មអាម៉ូញ៉ាក់ ។
4. តើលក្ខខណ្ឌអ្វីខ្លះដែលធ្វើឱ្យឧស្សាហកម្មផលិតអាម៉ូញ៉ាក់ទទួលបានទិន្នផលខ្ពស់ ។
5. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មផលិតកម្មអាម៉ូញ៉ាក់តាមលំនាំហេប៊ើ ។
6. នៅពេលជីអ៊ុយរ៉េបានបន្ថែមលើដីវានិងធ្វើប្រតិកម្មជាមួយទឹកឱ្យផលអាម៉ូញ៉ាក់និងកាបូនឌីអុកស៊ីត ។ ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មនេះ ។

7. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់មុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់

- តើលក្ខខណ្ឌណាមួយ ដែលប្រសើរជាងគេនៃការបញ្ចូលគ្នារវាងសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធសម្រាប់ផលិតកម្មអាម៉ូញ៉ាក់ :

☐ក. សីតុណ្ហភាពខ្ពស់ សម្ពាធទាប ☐ខ. សម្ពាធទាប សីតុណ្ហភាពទាប

☐គ. សម្ពាធខ្ពស់ សីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ☐ឃ. សម្ពាធខ្ពស់ សីតុណ្ហភាពទាប ។

- ជី N.P.K មានផ្ទុកធាតុគីមី

☐ក. អាសូត ប៉ូតាស្យូម និងគ្រីបតុង ☐ខ. អាសូត ផូស្វ័រ និងគ្រីបតុង

☐គ. អាសូត ផូស្វ័រ និងប៉ូតាស្យូម ☐ឃ. នេអុង ផូស្វ័រ និងគ្រីបតុង

8. គណនាភាគរយអាសូតក្នុងអាម៉ូញ៉ូមស៊ុលផាត $(NH_4)_2SO_4$ ។

9. ក្នុងចំណោមជីខាងក្រោមនេះ តើណាមួយមានភាគរយអាសូតច្រើនជាងគេ :

ក. $NH_4NO_3$ ខ. $(NH_4)_2SO_4$ គ. $KNO_3$ ឃ. $CO(NH_2)_2$

( N = 14 , H = 1 , O = 16 , S = 32 , K = 39 )

10. ចូរសរសេរនិងថ្លឹងសមីការខាងក្រោម :

ក. $2NH_3(g) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$

ខ. $NH_3(g) + HNO_3(aq) \longrightarrow$

គ. $2NH_3(g) + CO_2(g) \longrightarrow$

11. អាសូតមួយម៉ូលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនបីម៉ូលឱ្យផលអាម៉ូញ៉ាក់ ។ នៅភាពលំនឹងចូរទស្សន៍ទាយមើលបើអាម៉ូញ៉ាក់ទទួលបានមានតែ 0.2mol ។

ក. តើមានប៉ុន្មានម៉ូល $N_2$ ចូលរួមប្រតិកម្ម ?

ខ. តើមានប៉ុន្មានម៉ូល $H_2$ ចូលរួមប្រតិកម្ម ?

គ. តើមានអ៊ីដ្រូសែនប៉ុន្មានម៉ូលនៅសល់នៅភាពលំនឹង ?

មេរៀនទី

# 2 អាស៊ីតស៊ុលផួរិច

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ស្គាល់ពីប្រភពនៃស្ពាន់ធ័រដែលជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។
- ស្គាល់ពីលក្ខណៈស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត ទ្រីអុកស៊ីត និងបម្រើបម្រាស់របស់វា ។
- ស្វែងយល់ពីផលិតកម្មអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។
- ចេះប្រើប្រាស់អាស៊ីតស៊ុលផួរិចសមស្របសម្រាប់ការរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ ។

## 1. អុកស៊ីតរបស់ស្ពាន់ធ័រ

អុកស៊ីតរបស់ស្ពាន់ធ័រមានពីរយ៉ាងគឺ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតនិងស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត ។

### 1.1. ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត

គេទទួលបានស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតតាមរយៈចំហេះស្ពាន់ធ័រក្នុងខ្យល់ ។

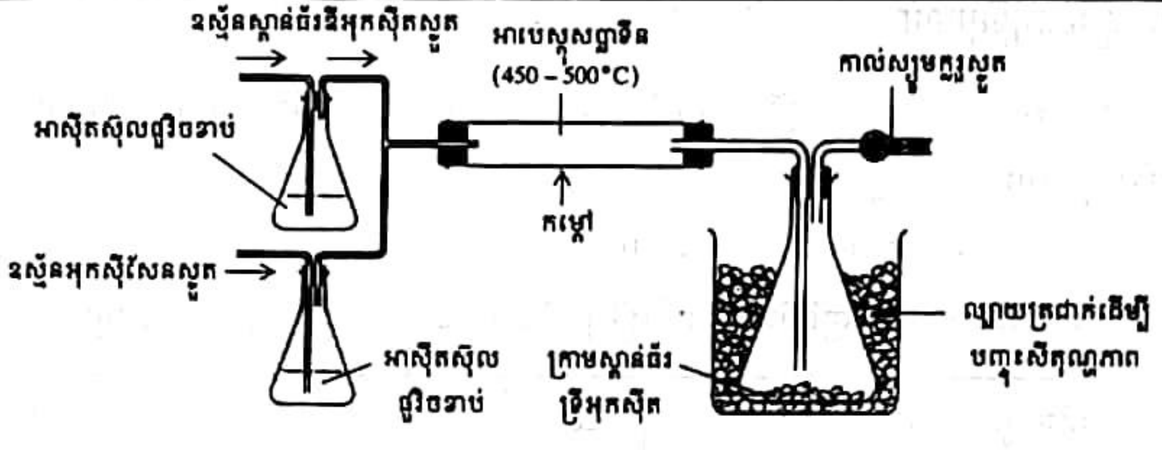
កាលណាគេដុតកម្តៅស្ពាន់ធ័រដល់សីតុណ្ហភាព 114°C វារលាយទៅជាអង្គធាតុរាវពណ៌លឿងខ្ចី ។ បើគេបន្តការដុតកម្តៅរហូតដល់ទៅ 444°C នោះវាពុះ ហើយក្លាយពីអង្គធាតុរាវពណ៌លឿងចាស់ទៅជា អង្គធាតុរាវពណ៌ក្រហមតាមរយៈប្រតិកម្ម :

$$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$$

ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតអាចយកទៅប្រើប្រាស់ សម្រាប់គោលបំណងមួយចំនួន ជាពិសេសក្នុងដំណាក់កាលទី 1 នៃការផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ហើយគេអាចយកវាទៅប្រើក្នុងអាហារបម្រុង (តាមរយៈការសម្លាប់បាក់តេរី) ក្នុងដំណាប់ផ្លែឈើក្លូវ ផ្លែឈើកំប៉ុង និងទឹកផ្លែឈើ ការសម្លាប់មេរោគដបដាក់ទឹកដោះគោសម្រាប់ទារក ។ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតអាចរលាយក្នុងទឹកនៅកំហាប់ប្រមាណ 50p.p.m(50mg/L) ដែលមានសក្តានុភាពគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់សម្លាប់បាក់តេរីដែលអាចបណ្តាលឱ្យគ្រោះថ្នាក់បាន ។ ចុងបំផុតកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីត ($Ca(HSO_3)_2$) បានកើតឡើងតាមរយៈការឱ្យពពុះស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតជាមួយកំបោរ ។ កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីតប្រើសម្រាប់បន្សុសរសៃសាច់ឈើមុននិងធ្វើក្រដាស ។

### 1.2. ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត

ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតជាអុកស៊ីតខ្ពស់បំផុតនៃស្ពាន់ធ័រ ។ វាមានលក្ខណៈពិបាកធ្វើដែលទាក់ទង និងអុកស៊ីតកម្មកាតាលីករនៃស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត ។ រូបភាពខាងក្រោមបង្ហាញពីធ្វើស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតក្នុងទីពិសោធន៍ ។




*រូបទី2.1 : ធ្វើស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត*

ដោយហេតុថា ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននិងស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតបានសម្ងួតដោយការឱ្យពពុះឆ្លងកាត់អាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ តាមសមាមាត្រ 2 : 1 និងប្រើកាតាលីករ អាបេស្តុសប្លាទីននៅសីតុណ្ហភាពប្រមាណ 500°C ។

$$2SO_2(g) \quad + \quad O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតកើតឡើងត្រូវបានបង្កកជាអង្គធាតុរឹងតាមវិធីបង្គរ តាមម្ហូលរឹងដោយការធ្វើឱ្យត្រជាក់ក្នុងល្បាយបញ្ចុះសីតុណ្ហភាព ។ កាល់ស្យូមក្លរួស្ងួតប្រើសម្រាប់ដកសំណើមពីផលិតផលដែលទទួលបាន ។

## 2. លក្ខណៈរបស់ស្ពាន់ធ័រអុកស៊ីត

### 2.1. ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត

ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតជាឧស្ម័នគ្មានពណ៌មានក្លិនឈ្ងួល " ក្លិនឈើគូសនេះ " ធ្ងន់ជាងខ្យល់ និងងាយរលាយក្នុងទឹកទៅជាអាស៊ីតស៊ុលផួរី ។

$$SO_2(g) \quad + \quad H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_2SO_3(aq)$$

ប្រតិកម្មស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតជាមួយទឹកជាប្រតិកម្មទៅមក បើសូលុយស្យុងអាស៊ីតឡើងក្តៅឧស្ម័នស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតនឹងហើរចេញវិញ ។ អាស៊ីតស៊ុលផួរីជាអាស៊ីតខ្សោយស្រដៀងគ្នានឹងអាស៊ីតកាបូនិចមានក្នុងទឹកភ្លៀងដែរ ។

ការរលាយនៃស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតក្នុងទឹកមានលក្ខណៈគួរឱ្យកត់សំគាល់ដែលជាប្រភពចម្បងនៃការបំពុលបរិយាកាស ។ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតកើតឡើងច្រើនកាលណាគេប្រើប្រាស់ផូស៊ីលឥន្ធនៈ ដូចជាធ្យូងថ្ម និងប្រេង ។ វារលាយក្នុងទឹកភ្លៀងក្លាយជាភ្លៀងអាស៊ីត ដែលអាចបំផ្លាញសំណង់អគារ បន្លែបង្កានិងរុក្ខជាតិជាដើម ។

## 2.2. ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត

ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតជាអានីឌ្រីតនៃអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។ កាលណាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតប្រតិកម្មជាមួយទឹកឱ្យជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។

$SO_3(g) \quad + \quad H_2O(\ell) \longrightarrow H_2SO_4(a\ell)$

តារាងខាងក្រោមបង្ហាញពីម៉ាសស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតទទួលបាននៅសីតុណ្ហភាពខុសៗគ្នា :

| សីតុណ្ហភាព °C | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ម៉ាសស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត kg | 200 | 300 | 70 | 12 | 28 | 16 |
| រយៈពេលផលិតកម្ម | 3 ម៉ោង | 4 ម៉ោង | 45 នាទី | 6 នាទី | 15 នាទី | 10 នាទី |

តើសីតុណ្ហភាពមួយណាដែលល្បឿនផលិតស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតលឿនបំផុត ។

# 3. ឧស្សាហកម្មផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិច (លំនាំដោយផ្ទាល់)

អាស៊ីតស៊ុលផួរិចត្រូវបានផលិតយ៉ាងច្រើនរហូតដល់ 1000 លានតោនជារៀងរាល់ឆ្នាំតាមលំនាំដោយផ្ទាល់ ។

ការផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិចមានប្រាំដំណាក់ការ :

**ដំណាក់ការទី 1** : វត្ថុធាតុដើមមានស្ពាន់ធ័រនិងខ្យល់ (អុកស៊ីសែន) ។ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតកើតឡើងដោយចំហេះស្ពាន់ធ័រ ឬរ៉ែដែលមានផ្ទុកស្ពាន់ធ័រ ។

$S(s) \quad + \quad O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

**ដំណាក់ការទី 2** : បន្ទាប់មកស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតបានបន្សុទ្ធដោយការយកភាពមិនសុទ្ធចេញ ដូចជាសមាសធាតុអាសេនិច បើមិនដូច្នោះវាអាចជះឥទ្ធិពលមិនល្អដល់កាតាលីករ ។ បន្ទាប់មកឱ្យវាឆ្លងកាត់ឧបករណ៍ធូលីអេឡិចត្រូស្តាទិចដែលជាភាគល្អិតធូលីមានបន្ទុក រួចត្រូវបានយកចេញដោយការប្រទាញទៅលើបន្ទះដែលមានបន្ទុកផ្ទុយគ្នា ។

ដំណាក់ការទី3: ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត និងខ្យល់ដែលបានបន្សុទ្ធរួចសំងួត និងឱ្យឆ្លងកាត់កាតាលីករ វ៉ាណាដ្យូម (V) អុកស៊ីតនៅសីតុណ្ហភាព 450°C និងសម្ពាធ 2 – 3atm ។ ប្រតិកម្មអាចត្រឡប់ ប៉ុន្តែនៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធខាងលើ 98 % បំលែងទៅជាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត :

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

ប្រតិកម្មនេះបញ្ចេញកម្តៅ មានន័យថាវាត្រូវការសីតុណ្ហភាពទាបសម្រាប់បំលែងទៅជាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត ។ ដូចជាក្នុងលំនាំហេប៊ើ បើសីតុណ្ហភាពធ្លាក់ចុះខ្លាំងពេក ធ្វើឱ្យល្បឿនប្រតិកម្មយឺតខ្លាំង ។ ដូច្នេះសីតុណ្ហភាពជាមធ្យមបានប្រើគឺ 450°C សម្រាប់ដំណើរការនេះ ។ ចំពោះឧស្ម័នដែលមិនបានបំលែងត្រូវបានយកចេញ និងបញ្ចូលទៅក្នុងមណ្ឌលប្រតិកម្មឡើងវិញជាវដ្ត ។

ដំណាក់ការទី4 : ជំហានបន្ទាប់គឺការរំលាយស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត ក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ទៅជាអូលេអូម(Oleum) ឬអាស៊ីតស៊ុលផួរិចហុយផ្សែង ។

$$SO_3(g) + H_2SO_4(l) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

ដំណាក់ការទី5 : រំលាយអូលេអូមក្នុងទឹកទៅជាអាស៊ីតខ្លាំង ។

$$H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow 2H_2SO_4(l)$$

***សំគាល់***

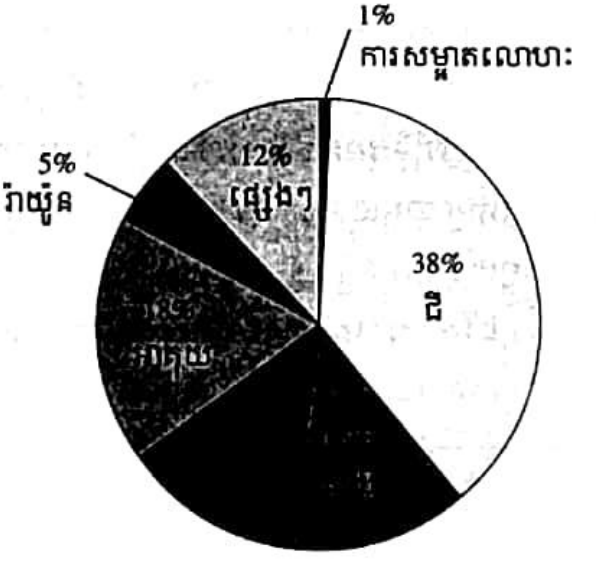
ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតមិនអាចរលាយដោយផ្ទាល់ក្នុងទឹកទេ ពីព្រោះវាមានប្រតិកម្មខ្លាំងក្លាជាមួយទឹក ដែលអាចបង្កើតជាដំណក់តូចៗរបស់អាស៊ីតស៊ុលផួរិចនាំឱ្យមានការពិបាកគ្រងយក ។

# 4. បម្រើបម្រាស់អាស៊ីតស៊ុលផួរិច

អាស៊ីតស៊ុលផួរិចមានសារៈសំខាន់សម្រាប់ឧស្សាហកម្ម គេប្រើវាសម្រាប់:

ក. ផលិតកម្មជី ដូចជាអាម៉ូញ៉ូមស៊ុលផាត ប៉ូតាស្យូមស៊ុលផាត កាល់ស្យូមស៊ុបពែផូស្វាត ។ល ។

សារធាតុទាំងនេះជាជី ដែលអាចផ្តល់នូវធាតុមួយក្នុងចំណោមធាតុសំខាន់ៗរបស់ អាសូត ផូស្វរ ឬប៉ូតាស្យូម (N.P.K) ។




*រូបទី2.2 : បម្រើបម្រាស់អាស៊ីតស៊ុលផួរិច*

ខ. ផលិតសារធាតុជម្រះក្អែលដែលមិនមែនជាសាប៊ូដូចជា សារធាតុជម្រះដែលជាសមាស ធាតុសរីរាង្គ " ស៊ុលផូណាត " ជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ ។

គ. ធ្វើសូត្រសិប្បនិមិត្តដូចជា រ៉ាយ៉ុន ៖ សរសៃឆ្មារក្នុងសូលុយស្យុងសៃលុយឡូស អាល់កាឡាំង ត្រូវបានបន្សាបដោយឆ្លងកាត់ការជម្រះដោយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។

ឃ. ការសម្អាតលោហៈដោយការយកផ្ទៃដែលស្រោបដោយអុកស៊ីតចេញ ។ មានសារៈសំខាន់ សម្រាប់រៀបចំការស្រោបលោហៈក្នុងអគ្គិសនីវិភាគ ។

ង. ប្រើជាសូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត ក្នុងអាគុយរថយន្ត ៖ អាគុយរថយន្តភាគច្រើនធ្វើឡើងពី បន្ទះសំណាត្រាំក្នុងអេឡិចត្រូលីតអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។

ច. ប្រើក្នុងការផលិតឱសថ ថ្នាំលាបពណ៌ ល័ក្ខ និងធាតុគីមីផ្សេងៗទៀត ។

## សង្ខេបមេរៀន

- អុកស៊ីតទាំងពីររបស់ស្ពាន់ធ័រជាអាស៊ីតក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ៖ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹក ទៅជាអាស៊ីតស៊ុលផួរី និងស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹកទៅជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។
- ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតក្នុងសូលុយស្យុងជាធាតុបន្សុ ប្រើសម្រាប់បន្សុវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ធ្វើក្រដាស សម្លាប់បាក់តេរី អាហារបម្រុងក្នុងដំណាប់ផ្លែឈើកំប៉ុង ទឹកផ្លែឈើកំប៉ុងជាដើម ។ល ។
- លំនាំដោយផ្ទាល់ជាឧស្សាហកម្មផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិចពីវត្ថុធាតុដើម គឺស្ពាន់ធ័រ ខ្យល់ និង ទឹក ។ ដំបូងដុតកម្តៅស្ពាន់ធ័រទៅជាស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីត ។ ដោយប្រើកាតាលីកវ៉ាណាដ្យូម (V) អុកស៊ីត $V_2O_5$ ស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតរងអុកស៊ីតកម្មជាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត ។

  $$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

  ប្រតិកម្មទៅមកនិងបញ្ចេញកម្តៅ ។ សីតុណ្ហភាពដែលប្រើ 450°C និងសម្ពាធ 2 – 3atm ។ ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតដែលកើតឡើងមិនត្រូវបានរំលាយផ្ទាល់ជាមួយទឹកទេ ព្រោះវាមានប្រតិកម្ម ខ្លាំងគ្នាជាមួយទឹក ។ ដូច្នេះ គេរំលាយវាក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ បន្ទាប់មកទើបពង្រាវជា មួយទឹកបន្តទៀត ។
- ក្នុងវិស័យសេដ្ឋកិច្ច អាស៊ីតស៊ុលផួរិចប្រើសម្រាប់ផលិតជី (អាម៉ូញ៉ូមស៊ុលផាត) អាស៊ីតអាគុយ សារធាតុជម្រះ ថ្នាំលាប ឱសថជាដើម ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. នៅពេលគេដុតស្ពាន់ធ័រ តើមានឧស្ម័នអ្វីកើតឡើង ។ ចូរសរសេរសមីការតីមីតាងប្រតិកម្ម ។
2. តើមានអាស៊ីតអ្វីកើតឡើងកាលណាឧស្ម័នស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹក ?
3. តើពាក្យអានីឌ្រីតមានន័យដូចម្ដេច ?
4. តើគេប្រើអាស៊ីតស៊ុលផួរិចសម្រាប់ធ្វើអ្វីខ្លះក្នុងវិស័យសេដ្ឋកិច្ច ?
5. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មរវាងម៉ាញេស្យូមជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ?
6. ចូរជ្រើសរើសយកចម្លើយតែមួយគត់ដែលត្រឹមត្រូវជាងគេ ។

i). ហេតុអ្វីបានជាស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតមិនត្រូវគេរំលាយដោយផ្ទាល់ក្នុងទឹក

ក. វាមិនរលាយក្នុងទឹក

ខ. វាមានប្រតិកម្មយ៉ាងខ្លាំងក្លាជាមួយទឹក

គ. ប្រតិកម្មរបស់វាក្នុងទឹកជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ

ឃ. វារងរេដុកម្មជាស្ពាន់ធ័រឌីអុកស៊ីតក្នុងទឹក

ii). តើការសាកល្បងណាមួយដែលបានប្រើដើម្បីបង្ហាញពីភាពខុសគ្នារវាងអាស៊ីតស៊ុលផួរិច និងអាស៊ីតនីទ្រិច

ក. សាកល្បងជាមួយក្រដាសចង្អុលពណ៌សកល

ខ. ប្រតិកម្មជាមួយសរសៃម៉ាញ៉េស្យូម

គ. ប្រតិកម្មជាមួយម្សៅសូដ្យូមកាបូណាត

ឃ. ប្រតិកម្មជាមួយសូលុយស្យុងបារ្យ៉ូមនីត្រាត ។

# 3 សមាសធាតុកាល់ស្យូម

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- បង្ហាញពីលក្ខណៈទូទៅនៃកាល់ស្យូម និងសមាសធាតុរបស់វា ។
- ញែកសំគាល់ពីភាពខុសគ្នានៃសមាសធាតុកាល់ស្យូម ។
- ពណ៌នាពីទឹករឹងនិងទឹកទន់ ។
- បង្ហាញពីអត្ថប្រយោជន៍នៃសមាសធាតុកាល់ស្យូម ។

## 1. លក្ខណៈទូទៅរបស់កាល់ស្យូម

កាល់ស្យូមជាលោហៈពណ៌ប្រផេះ មានទីតាំងស្ថិតនៅក្នុងក្រុមទី 2 នៃតារាងខួប ។ វាមានលេខអាតូម 20 ត្រូវនិងរបាយអេឡិចត្រុង $K^2.L^8.M^8.N^2$ ។ វាជាធាតុមានប្រតិកម្មយឺតជាមួយអុកស៊ីសែនក្នុងខ្យល់នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ ប៉ុន្តែឆេះយ៉ាងខ្លាំងគ្នាពេលដុតកម្តៅឱ្យជាកាល់ស្យូមអុកស៊ីត (កំបោររស់) ។

$$2Ca(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CaO(s)$$

កាល់ស្យូមអុកស៊ីតដែលកើតឡើងប្រតិកម្មជាមួយទឹកឱ្យផលជាកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ឬហៅថាទឹកកំបោរ (កំបោរងាប់) ។

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

កាល់ស្យូមជាធាតុសកម្មបង្គួរបន្ទាប់ពីក្រុមលោហៈអាល់កាឡាំង ។ គេកម្រជួបកាល់ស្យូមស្ថិតក្នុងភាពសេរីណាស់ ភាគច្រើនវាឋិតនៅក្នុងសមាសធាតុដូចជាកាល់ស្យូមកាបូណាត ។

## 2. កាល់ស្យូមអុកស៊ីត

គេទទួលបានកាល់ស្យូមអុកស៊ីតដោយការដុតកម្តៅកាល់ស្យូមកាបូណាតនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ។ កាល់ស្យូមអុកស៊ីតដែលទទួលបានជាម្សៅពណ៌ស ងាយរលាយក្នុងទឹកទៅជាកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ។

រូបទី 3.1 : កាល់ស្យូមអុកស៊ីត

សមីការគីមីតាងប្រតិកម្ម : $CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ដុតកម្ដៅ}} CaO(s) + CO_2(g)$

$$CaO(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons Ca(OH)_2(aq)$$

កាល់ស្យូមអុកស៊ីតជាអុកស៊ីតបាស វាមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត ។

$$CaO(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

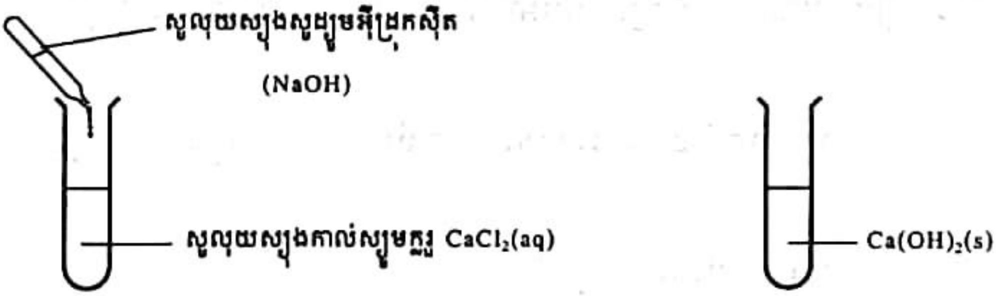
$$CaO(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow CaSO_4(aq) + H_2O(l)$$

## 3. កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត

កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត (កំបោរងាប់) មានរូបមន្ត $Ca(OH)_2$ ។ កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាម្សៅពណ៌ស គ្មានក្លិន គេអាចទទួលវាបានតាមរយៈប្រតិកម្មកាល់ស្យូមអុកស៊ីតជាមួយទឹក ។

$$CaO(s) + H_2O(aq) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

*គេអាចធ្វើកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត តាមរយៈការលាយសូលុយស្យុងកាល់ស្យូមក្លរួនិងសូលុយស្យុងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ។




*រូបទី3.2 : ការធ្វើកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត*

សមីការគីមីតាងប្រតិកម្ម

$$CaCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Ca(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតទទួលបានមានលក្ខណៈជាបាស ។ គេអាចយកវាទៅបន្សាបដីដែលមានជាតិអាស៊ីត ។

ក្នុងវិស័យកសិកម្មដីស្រែ និងដីដាំដំណាំមួយចំនួនបានបាត់បង់ជីជាតិ ក្លាយជាដីហិរដែលពុំអាចដាំដំណាំបាន ។ ដូច្នេះគេត្រូវប្រើកំបោរងាប់ (កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត) ឬកំបោររស់ (កាល់ស្យូមអុកស៊ីត) បាចលើដីទាំងនោះ ដើម្បីកែលំអដីឡើងវិញ ។

បើគេដុតកម្ដៅកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនៅសីតុណ្ហភាព 512°C វាបំបែកទៅជាកាល់ស្យូមអុកស៊ីតនិងទឹក ។ តាមសមីការ

$$Ca(OH)_2(s) \xrightarrow[512°C]{\text{ដុតកម្ដៅ}} CaO(s) + H_2O(g)$$

# 4. អំបិលកាល់ស្យូមនានា

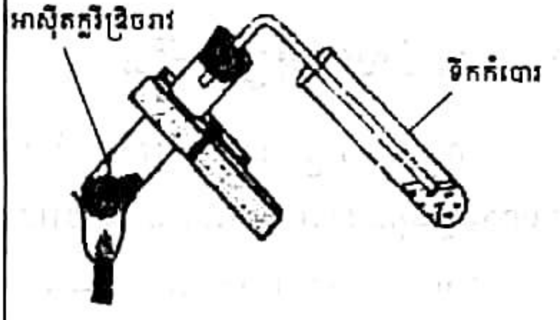
## 4.1. កាល់ស្យូមកាបូណាត

ក្នុងធម្មជាតិកាល់ស្យូមកាបូណាតមានក្នុងសណ្ឋានជាច្រើន ដូចជាកាល់ស៊ីត (Calcite) ថ្មម៉ាបជីស ផ្កាថ្ម ថ្មកំបោរ សំបកសិប្បីសត្វ (ងាវ ក្តាម លៀស ធ្មេញ )និងឆ្អឹងសត្វជាដើម ។

### ក. ប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីត

1. ចាក់អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវបន្តិចក្នុងបំពង់សាកមានដាក់ម្សៅកាល់ស្យូមកាបូណាតបន្តិច ។

2. ផ្នែកមាត់ខាងលើនៃបំពង់សាកចុកឆ្នុកកៅស៊ូដោយមានភ្ជាប់ទុយោទៅនឹងបំពង់សាកមួយទៀតដែលដាក់ទឹកកំបោរថ្លា (មើលរូបទី 3.3)



*រូបទី 3.3 : ពិសោធន៍ប្រតិកម្មរវាង* $CaCO_3 + HCl$

***ការសង្កេត***

- កាល់ស្យូមកាបូណាតប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតបំភាយឧស្ម័នកាបូនិច និងធ្វើឱ្យទឹកកំបោរថ្លាទៅជាល្អក់ ។
- កាល់ស្យូមកាបូណាតបំបែកនៅពេលដុតកម្តៅ បំភាយឧស្ម័នកាបូនិច និងធ្វើឱ្យទឹកកំបោរថ្លាទៅជាល្អក់ ។

  កាល់ស្យូមកាបូណាតមិនរលាយក្នុងទឹកទេ ។

### ខ. អំពើដោយកម្តៅ

1. ដាក់កាល់ស្យូមកាបូណាតមួយស្លាបព្រាកាហ្វេទៅក្នុងបំពង់សាកស្ងួត ។

2. ដុតកម្តៅជាមួយអណ្តាតភ្លើងចំពុះប៊ុនស៊ិន (មើលរូប 3.4) ។

3. ឧស្ម័នដែលភាយចេញត្រូវបានត្រងដោយឱ្យឆ្លងកាត់ទឹកកំបោរថ្លា ។

*រូបទី 3.4: អំពើដោយកម្តៅ*

***ការសង្កេត***

ទឹកកំបោរថ្លាក្លាយជាល្អក់ ដោយសារមានវត្តមានឧស្ម័នកាបូនិចឆ្លងកាត់ ។

## 4.2. កាល់ស្យូមក្លរួ ($CaCl_2$)

កាល់ស្យូមក្លរួជាអង្គធាតុរឹងពណ៌សស្រូបសំណើម គេប្រើវាជាភ្នាក់ងារសម្ងួតក្នុងទីពិសោធន៍គីមី ។

ក្នុងទីពិសោធន៍គេទទួលបានកាល់ស្យូមក្លរួ ដោយប្រតិកម្មកាល់ស្យូមអុកស៊ីតជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ ។

$$CaO(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

ការរលាយនៃកាល់ស្យូមក្លរួជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \quad \Delta H = -82KJ \cdot mol^{-1}$$

កាល់ស្យូមក្លរួ ស្ងួតអាចប្រើជំនួសសូដ្យូមក្លរួក្នុងការរំលាយទឹកកក ។ លក្ខណៈពិសេសរបស់កាល់ស្យូមក្លរួគឺ កាលណាវារលាយជាមួយទឹក វាបញ្ចេញកម្ដៅយ៉ាងខ្លាំង និងអាចបញ្ចុះចំណុចរំលាយនៃល្បាយទឹកកកនិងអំបិលបាន ។

## 4.3. កាល់ស្យូមស៊ុលផាត

កាល់ស្យូមស៊ុលផាតរកឃើញក្នុងទម្រង់ជាអ៊ីដ្រាតគេ $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ឬហៅថា **ម្នាងសិលា** ។ ជួនកាលម្នាងសិលាប្រើជាដីសសម្រាប់សរសេរលើក្ដារខៀន ។ កាលណាគេដុតកម្ដៅវាដល់ 100°C ម្នាងសិលាប្លែងជាម្សៅប្លាត ។

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O \xrightarrow[100°C]{\text{ដុតកម្ដៅ}} CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O(s) + \frac{3}{2}H_2O(g)$$

ម្សៅប្លាតពណ៌សដែលកើតឡើងគឺ $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ មានប្រតិកម្មយឺតជាមួយទឹក រួចឡើងក្រាមជាថ្មី ក្រោមសណ្ឋានជាម្នាងសិលារឹងវិញ ។

ម្នាងសិលាប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយ ដូចជាថ្នាំលាបជញ្ជាំងផ្ទះ ការិយាល័យ ឬមន្ទីរពេទ្យ ។ ម្នាងសិលាជាសារធាតុមានតម្លៃថោកត្រូវបានគេជ្រើសរើសវាជាវត្ថុធាតុយ៉ាងសំខាន់ សម្រាប់ការពារអគ្គីភ័យ ដោយសារតែវាមិនឆេះនិងចម្លងកម្ដៅតិចតួច ។

# 5. ទឹករឹង

ទឹកក្នុងធម្មជាតិមិនមែនជាទឹកសុទ្ធទេ ប៉ុន្តែវាជាល្បាយនៃសារធាតុច្រើនចូលផ្សំគ្នា ។ ទឹកដែលហូរពីតំបន់ភ្នំកាត់តាមផ្ទាំងសិលា ដែលបាននាំមកនូវជាតិថ្មកំបោរ ដូឡូមីត ម្នាងសិលាដែលមានផ្ទុកនូវអ៊ីយ៉ុង $Ca^{2+}$, $Mg^{2+}$, $SO_4^{2-}$, $HCO_3^-$ និង $Cl^-$ ។

***និយមន័យ*** ទឹកដែលមានបរិមាណអ៊ីយ៉ុងកាល់ស្យូមនិងអ៊ីយ៉ុងម៉ាញេស្យូមច្រើនហៅថា ទឹករឹង ។

## 5.1. ប្រភពនៃទឹករឹង

រូបទី 3.5: ប្រភពនៃទឹកធ្លាក់

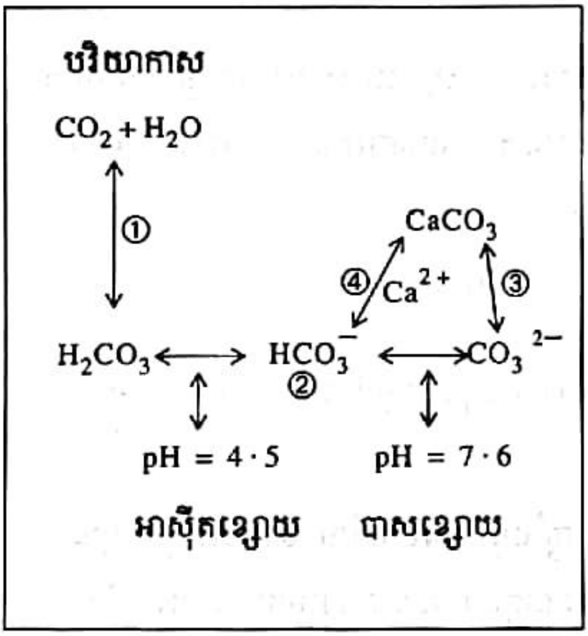
ក្នុងបរិយាកាស កាលណាកាបូនឌីអុកស៊ីតនិងចំហាយទឹកមានប្រតិកម្មជាមួយគ្នាបង្កនូវភ្លៀងអាស៊ីត ។

កាល់ស្យូមកាបូណាតអាស៊ីត $[Ca(HCO_3)_2]$ ជាធាតុបង្កសំខាន់របស់ទឹករឹង ។ ពេលដែលទឹកភ្លៀងហូរកាត់ផ្ទាំងថ្មដែលផ្ទុកនូវជាតិថ្មកំបោរ វាបង្កើតបានជាកាល់ស្យូមកាបូណាតអាស៊ីតរលាយក្នុងទឹក ។

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

$$H_2CO_3(aq) + CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2(aq)$$

ទឹកភ្លៀងមានប្រតិកម្មជាមួយដូឡូមីត $(CaCO_3 \cdot MgCO_3)$ និងម្នាងសិលា $(CaSO_4 \cdot 2H_2O)$ បង្កទៅជាទឹករឹង ។




**បំណកស្រាយ**

① ឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត និងទឹកប្រតិកម្មជាមួយគ្នា បង្កើតអាស៊ីតកាបូនិច ។

② អាស៊ីតកាបូនិចបំបែកឱ្យជាប៊ីកាបូណាត ។

③ កាល់ស្យូមកាបូណាតក្នុងធម្មជាតិបំបែកបានជា $Ca^{2+}$ និង $CO_3^{2-}$

④ អ៊ីយ៉ុងកាល់ស្យូមប្រតិកម្មជាមួយប៊ីកាបូណាតបង្កើតជា $Ca(HCO_3)_2$ ។

## 5.2. ទឹករឹងអចិន្ត្រៃយ៍និងអនាចិន្ត្រៃយ៍

ទឹកដែលគ្មានឬមានបរិមាណអ៊ីយ៉ុងកាល់ស្យូម និងអ៊ីយ៉ុងម៉ាញេស្យូមតិចហៅថា ទឹកខ្ទន់ ។

### ក. ទឹករឹងអនាចិន្ត្រៃយ៍

ទឹករឹងអនាចិន្ត្រៃយ៍ គឺអាស្រ័យនិងបរិមាណអ៊ីយ៉ុង $HCO_3^-$ របស់អំបិលកាល់ស្យូមកាបូណាតអាស៊ីត $[Ca(HCO_3)_2]$ និងម៉ាញេស្យូមកាបូណាតអាស៊ីត $[Mg(HCO_3)_2]$ ។ អំបិលទាំងពីរប្រភេទនេះអាចបំបែកឱ្យជាកាបូណាតមិនរលាយ និងឧស្ម័នកាបូនិច ។

$$Ca^{2+}_{(aq)} + 2HCO^{-}_{3(aq)} \longrightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

$$Mg^{2+}_{(aq)} + 2HCO^{-}_{3(aq)} \longrightarrow MgCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

## ខ. ទឹករឹងអចិន្ត្រៃយ៍

ទឹករឹងអចិន្ត្រៃយ៍គឺអាស្រ័យលើបរិមាណអ៊ីយ៉ុងស៊ុលផាត ($SO_4^{2-}$ ) និងអ៊ីយ៉ុងក្លរួ ($Cl^-$ ) របស់អំបិលកាល់ស្យូម និងម៉ាញេស្យូម ។ បើគេដាំរហូតដល់ពុះវានៅតែរឹងដដែល ពីព្រោះអ៊ីយ៉ុងស៊ុលផាត និងអ៊ីយ៉ុងក្លរួក្នុងទឹកមិនបង្កើតបានកករទេ ។ តើអ្វីទៅបង្កឱ្យទឹករឹង ?

កាល់ស្យូម និងម៉ាញេស្យូមក្នុងទឹកជា **ធាតុខនិជ** ដែលធ្វើឱ្យទឹករឹង ។ ភាពរឹងនៃទឹកអាស្រ័យនឹងបរិមាណកាល់ស្យូមកាបូណាតឬម៉ាញេស្យូមកាបូណាតដែលមាននៅក្នុងទឹក គិតជាមីលីក្រាមក្នុងមួយលីត្រ ។

- ទឹកទន់មានបរិមាណ $CaCO_3$ ពី 0 – 75mg/L
- ទឹករឹងមធ្យមមានបរិមាណ $CaCO_3$ ពី 75–150mg/L
- ទឹករឹងខ្លាំងមានបរិមាណ $CaCO_3$ លើសពី 150mg/L ឡើងទៅ ។

## គ. ទឹករឹងសរុប

ជាការបូកនៃភាពរឹងអនាចិន្ត្រៃយ៍និងភាពរឹងអចិន្ត្រៃយ៍ ។

## 5.3. គុណសម្បត្តិនិងគុណវិបត្តិទឹករឹងនិងទឹកទន់

ទឹករឹង

| គុណសម្បត្តិ | គុណវិបត្តិ |
|---|---|
| • ល្អ សម្រាប់ការលូតលាស់ឆ្អឹងឬធ្មេញ<br>• បង្កើតជាស្នឹមដែលស្រោបលើបំពង់បង្ហូរទឹក ជួយការពារកុំឱ្យជ្រាបឬធ្លាយ ។ | • ប្រើសាប៊ូច្រើនសម្រាប់ការបោកគក់<br>• បន្សល់ទុកពពុះកករជាប់ប្រឡាក់ខោអាវ<br>• អាចនាំឱ្យស្ទះបំពង់បង្ហូរទឹក ។ |

ទឹកទន់

| គុណសម្បត្តិ | គុណវិបត្តិ |
|---|---|
| • សាប៊ូមានពពុះច្រើនងាយស្រួល ក្នុងការបោកគក់ | • មានអ៊ីយ៉ុងសូដ្យូមច្រើនជាងទឹករឹងដែលអាចបង្កឱ្យមានជម្ងឺបេះដូង |

| | |
|---|---|
| • កាត់បន្ថយការឡើងស្នឹមក្នុងបំពង់បង្ហូរទឹក<br>• ប្រើសាប៊ូអស់តិចនិងនៅសីតុណ្ហភាពទាបសម្រាប់ការបោកគក់ដោយម៉ាស៊ីន ។ | • ទឹកទន់អាចរំលាយលោហៈដែលប្រើក្នុងបំពង់បង្ហូរទឹក ដូចជាសំណ និងកាត់ម្ញ៉ូម ។ |

## ៦.៤. វិធីធ្វើទឹករឹងឱ្យទៅជាទឹកទន់

គេមិនអាចយកទឹករឹងទៅប្រើប្រាស់ក្នុងជីវភាពប្រចាំថ្ងៃឬក្នុងឧស្សាហកម្មបានទេ ។ ដូច្នេះ គេចាំបាច់ត្រូវជម្រុះលក្ខណៈរឹងនេះចេញសិន មុននឹងយកវាទៅប្រើ ។ ដើម្បីបំបាត់ភាពរឹងរបស់ទឹក គេប្រើវិធីដូចខាងក្រោម ។

### ក. វិធីបំបាត់ភាពរឹង

• ដើម្បីបំបាត់ភាពរឹង គេត្រូវ

- ដាំរហូតដល់ពុះ
- បន្ថែម $Na_2CO_3$ ឬ $Ca(OH)_2$

$$Ca^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)} + 2Na^{+}_{(aq)} + CO^{2-}_{3(aq)} \longrightarrow CaCO_3(s) + 2Na^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$Ca^{2+}_{(aq)} + 2HCO^{-}_{3(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \longrightarrow 2CaCO_3(s) + 2H_2O(l)$$

### ខ. វិធីចំហុត

គេយកទឹកទៅដាំឱ្យពុះ ទឹកនឹងក្លាយទៅជាចំហាយ ។ បន្ទាប់មក គេបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពចំហាយទឹក ចំហាយទឹកនឹងក្លាយទៅជាទឹក ។ ទឹកដែលគេទទួលបាននេះគឺជាទឹកសុទ្ធ ។

ពិសោធន៍ទង្វើកាល់ស្យូមអុកស៊ីតនិងកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងទីពិសោធន៍ ។

***ដំណើរការពិសោធ***

1. កាល់ស្យូមកាបូណាតឬសំបកលៀសប្រមាណ 0.5g ដាក់ក្នុងពែងអាកោ រួចដុតកម្ដៅខ្លាំងដោយអណ្ដាតភ្លើងចំពុះប៊ុនសិនឬចង្ក្រានហ្គាសរយៈពេល 15 នាទី ។ (រូបក)
2. ផលិតផលទទួលបានទុកឱ្យត្រជាក់ក្នុងពែងអាកោ
3. បន្តក់ទឹកបិត 2 – 3 ដំណក់ទៅលើសារធាតុក្នុងពែងអាកោ (រូបទី 3.6)
4. បន្ថែមទឹកបិត 3 – 4ml ក្នុងពែងអាកោ រួចកូរឱ្យសព្វល្អ ។
5. ច្រោះល្បាយដែលទទួលបាន រួចសាកល្បងវាជាមួយ ក្រដាសទួណឺស៊ុលក្រហម ។

រូប (ក) រូប (ខ) រូប (គ)

*រូបទី 3.6 : ចម្អិនកាល់ស្យូមអុកស៊ីតនិងកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតក្នុងទឹកពិសោធន៍*

***លទ្ធផល***

- ពេលបន្ថែមទឹកបិត 2 – 3 ដំណក់លើកាល់ស្យូមកាបូណាតបានដុតកម្ដៅ ស្នូរសឺៗកើតឡើងនិងបំភាយកម្ដៅយ៉ាងខ្លាំង ។
- សូលុយស្យុងដែលច្រោះបានតេស្តជាមួយក្រដាសខូណីស៊ុលក្រហម វាប្ដូរពណ៌ទៅជាខៀវ ។

សមីការគីមីតាងប្រតិកម្ម :

ដំណាក់ការទី 1 $CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ដុតកម្ដៅ}} CaO(s) + CO_2(g)$

ដំណាក់ការទី 2 $CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq) +$ កម្ដៅ

ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីកំណកាល់ស្យូមអុកស៊ីត កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត និងទឹកកំបោរ :

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{ដុតកម្ដៅ}} CaO(s) + CO_2(g) \xrightarrow[\text{តិច}]{H_2O} Ca(OH)_2(aq)$$

$$Ca(OH)_2(aq) \xrightarrow{H_2O \text{ ច្រើន}} Ca(OH)_2(aq)$$

***សន្និដ្ឋាន***

នៅដំណាក់កាលទី 1 គេទទួលបាន CaO និងនៅដំណាក់កាលទី 2 គេទទួលបាន$Ca(OH)_2$ ។

# 6. បម្រែបម្រួលសមាសធាតុកាល់ស្យូម

## 6.1. កាល់ស្យូមកាបូណាត

កាល់ស្យូមកាបូណាតជាថ្មកំបោរ អាចធន់នឹងអាកាសធាតុ ព្រោះសមាសធាតុនេះរឹងមិនរលាយក្នុងទឹក ប្រើជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ផលិតស៊ីម៉ង់ត៍ ។ ថ្មកំបោរប្រើដើម្បីទាញយកភាពមិនសុទ្ធពីការ

រំលាយលោហៈក្នុងឧស្សាហកម្មសំណបាហាំងនិងរ៉ែដែក ។ ថ្មកំបោរអាចប្រើសម្រាប់ផលិតកំបោររស់ ថ្មម៉ាបដែលរឹងមានពណ៌ស្អាតប្រើសម្រាប់ធ្វើការ៉ូ ។

## ៦.2. កាល់ស្យូមអុកស៊ីត

- កាល់ស្យូមអុកស៊ីត (កំបោររស់) រលាយក្នុងទឹកឱ្យជាបាសប្រើសម្រាប់បន្សាបអាស៊ីតក្នុងដី ។
- កាល់ស្យូមអុកស៊ីតប្រើជាភ្នាក់ងារស្រូបទឹកក្នុងការរៀបចំអាម៉ូញាក់និងប្រើដើម្បីផលិតកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតនិងកាល់ស្យូមកាប៊ួ ។ កាល់ស្យូមកាប៊ួប្រើសម្រាប់ផលិតឧស្ម័នអាសេទីឡែន ។

## ៦.3. កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត

កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹកមានលក្ខណៈជាបាស ។ គេប្រើវាសម្រាប់បន្សាបអាស៊ីតក្នុងដី ។ កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតប្រើសម្រាប់ផលិតសម្ភារៈសំណង់ ថ្នាំលាបជញ្ជាំង និងក្នុងទីពិសោធន៍ ។

### សង្ខេបមេរៀន

- កាល់ស្យូមជាលោហៈពណ៌ប្រផេះ មានទីតាំងស្ថិតក្នុងក្រុមទី2នៃតារាងខួប ។
- ចំហេះកាល់ស្យូមឱ្យកាល់ស្យូមអុកស៊ីត : $2Ca(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CaO(s)$
- កាល់ស្យូមអុកស៊ីតរលាយក្នុងទឹកឱ្យកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត
- អំបិលកាល់ស្យូមមាន : កាល់ស្យូមកាបូណាត កាល់ស្យូមស៊ុលផាត កាល់ស្យូមក្លរួ កាល់ស្យូមកាប៊ួ . . .
- កាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតមានលក្ខណៈជាបាស គេប្រើដើម្បីបន្សាបដីមានជាតិអាស៊ីត ។
- សមាសធាតុកាល់ស្យូមប្រើយ៉ាងទូលំទូលាយក្នុងសម្ភារៈសំណង់ ដូចជា $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (ម្នាងសិលា) $Ca(OH)_2$ (កំបោរងាប់) . . . ។ល ។
- ទឹកធម្មជាតិមិនមែនជាទឹកទន់ទេ គឺជាល្បាយដែលមានផ្ទុកធាតុកាល់ស្យូម ប៊ីកាបូណាតធ្វើឱ្យទឹកក្លាយជារឹង ។
- ទឹករឹងធ្វើឱ្យសាប៊ូពុំសូវមានពពុះ និងបណ្ដាលឱ្យខូចខាតឧបករណ៍ប្រើប្រាស់មួយចំនួន ។
- វិធីបំបាត់ទឹករឹងមាន : ការដាំទឹក ការចិតទឹក ការបន្ថែម $Na_2CO_3$ . . . ។ល ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរសរសេររូបមន្តនៃសមាសធាតុខាងក្រោម :

   ក. ថ្មកំបោរ  ខ. កំបោររស់  គ. កំបោរងាប់ ។

2. ចូរសរសេរសមីការបំលែងពីកាល់ស្យូមដល់កាល់ស្យូមកាបូណាត $Ca \rightarrow CaCO_3$

3. តើគេប្រើសមាសធាតុកាល់ស្យូមណាខ្លះដើម្បីបន្សាបដីអាស៊ីត ។

   ក. $CaCO_3$  ខ. $Ca(OH)_2$  គ. $CaO$  ឃ. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

4. តើគេប្រើសមាសធាតុណាមួយដើម្បីធ្វើអត្តសញ្ញាណឧស្ម័នកាបូនិចដែលទទួលបាន ក្រោយពីបំបែកដោយកម្តៅកាល់ស្យូមកាបូណាត ។

   ក. $NaOH$  ខ. $NaCl$  គ. $Ca(OH)_2$  ឃ. $HCl$ ។

5. តើគេប្រើវិធីអ្វីខ្លះ ដើម្បីបំបាត់ភាពរឹងអនាចិន្ត្រៃយ៍ ។

6. ចូរពណ៌នាពីប្រភពទឹករឹងនិងសរសេរសមីការគីមីបញ្ជាក់ ។

7. តើទឹកភ្លៀងនិងទឹកទន្លេណាមួយរឹងជាង ? ព្រោះអ្វី ?

8. ក្នុងកំបោររស់មានបរិមាណកាល់ស្យូមអុកស៊ីត 88 % ។ តើបរិមាណកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតទទួលបានពីកំបោររស់មួយតោនស្មើប៉ុន្មាន ?

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 5

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ក្នុងប្រអប់ខាងមុខចម្លើយដែលត្រឹមត្រូវតែមួយគត់

1. តើកាតាលីករអ្វីដែលប្រើក្នុងលំនាំហេប៊ើ ?

   ☐ ក. ដែក  ☐ ខ. នីកែល  ☐ គ. ប្លាទីន  ☐ ឃ. អាលុយមីញ៉ូម

2. តើសមាសធាតុណាមួយដែលមិនមែនជាជី ?

   ☐ ក. អាលុយមីញ៉ូមនីត្រាត  ☐ ខ. អាម៉ូញ៉ាក់

   ☐ គ. អាលុយមីញ៉ូមស៊ុលផាត  ☐ ឃ. អាស៊ីតនីទ្រិច

3. តើសមាសធាតុណាមួយដែលផ្សំឡើងពីធាតុបួនប្រភេទ ?

   ☐ ក. $NH_4NO_3$  ☐ ខ. $(NH_4)_2HPO_4$

   ☐ គ. $Ca(OH)_2$  ☐ ឃ. $Ca(NO_3)_2$

4. តើកករពណ៌សដែលកើតឡើងកាលណាគេឱ្យពពុះឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតឆ្លងកាត់ទឹកកំបោរថ្លាគឺជាអ្វី?

   ☐ ក. $Ca(HCO_3)_2$  ☐ ខ. $CaCO_3$  ☐ គ. $Ca(OH)_2$  ☐ ឃ. $CaO$

5. គេទទួលបានកំបោរពីថ្មកំបោរដោយ

☐ក. ដុតកម្ដៅវាយ៉ាងខ្លាំង ☐ខ. ប្រតិកម្មជាមួយកាបូនឌីអុកស៊ីត

☐គ. បូកជាមួយទឹក ☐ឃ. អំពើជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច

6. តើរូបមន្តជួរណាមួយដែលត្រឹមត្រូវចំពោះធាតុកាល់ស្យូមអុកស៊ីត ថ្មកំបោរ និងទឹកកំបោរថ្លា ?

| | | |
|---|---|---|
| ☐ក $Ca(OH)_2$ | $CaCO_3$ | $CaO$ |
| ☐ខ. $CaO$ | $CaCO_3$ | $Ca(OH)_2$ |
| ☐គ. $CaCO_3$ | $CaO$ | $Ca(OH)_2$ |
| ☐ឃ. $CaO$ | $Ca(OH)_2$ | $CaCO_3$ |

## II. សំណួរត្រិះរិះ

1. ចូរសរសេរសមីការពីការបំបែកថ្មកំបោររហូតដល់ទឹកកំបោរថ្លា ។
2. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មរវាងថ្មកំបោរជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច ។
3. ដូចម្ដេចដែលហៅថាទឹករឹងអចិន្ត្រៃយ៍និងទឹករឹងអនាចិន្ត្រៃយ៍ ?
4. តើគេមានវិធីអ្វីខ្លះ ដើម្បីបំបាត់ភាពរឹងរបស់ទឹក?

## III. លំហាត់

1. គណនាភាគរយអាសូតក្នុងអាម៉ូញ៉ូមស៊ុលផាត $(NH_4)_2SO_4$ ។

   (N = 14 , H = 1 , S = 32 , O = 16 )

2. ក្នុងឧស្សាហកម្មផលិតឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ គេឱ្យឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 5 តោនប្រតិកម្មសព្វជាមួយឧស្ម័នអាសូត ។

   ក. ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មឱ្យបានត្រឹមត្រូវ ។

   ខ. គណនាម៉ាសឧស្ម័នអាម៉ូញ៉ាក់ដែលទទួលបាន ។

3. ចំហេះសព្វស្ពាន់ធ័រ ដោយបរិមាណអុកស៊ីសែនគ្រប់គ្រាន់ គេទទួលបានស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីត ។ ស្ពាន់ធ័រទ្រីអុកស៊ីតដែលទទួលបានប្រតិកម្មជាមួយទឹកឱ្យជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។ បើចំហេះសព្វស្ពាន់ធ័រ 2,5 តោន តើគេទទួលអាស៊ីតស៊ុលផួរិចប៉ុន្មាន ?

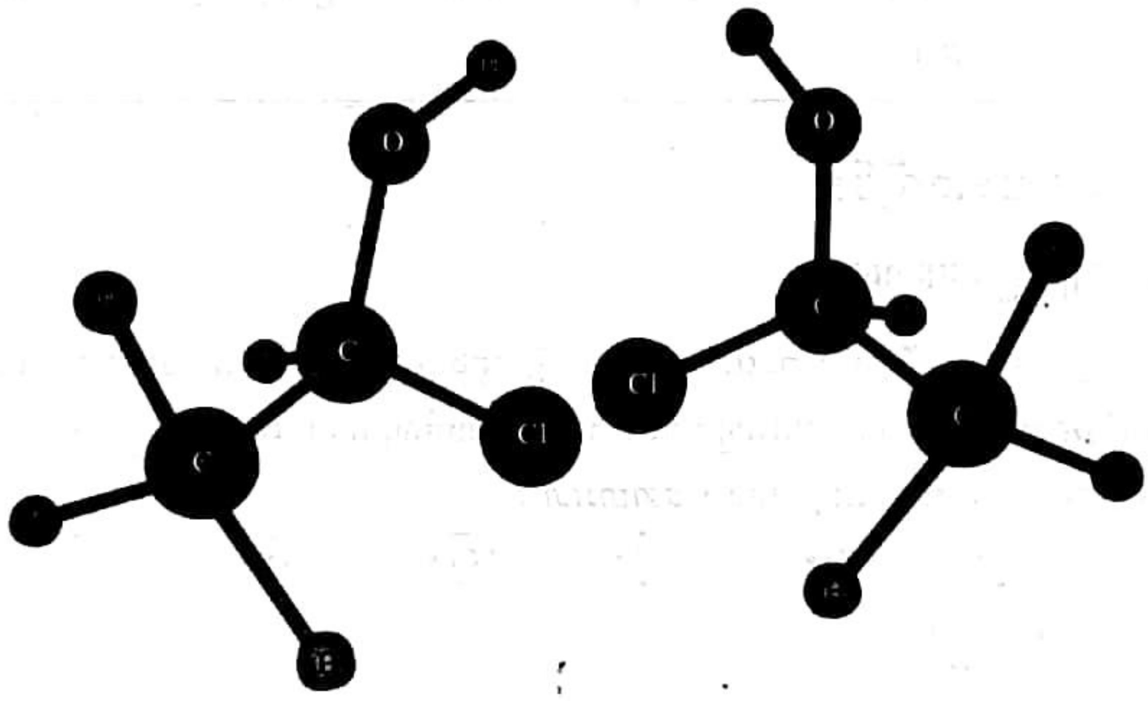
4. គេចង់បានកំបោររស់ដោយការដុតកម្ដៅថ្មកំបោរនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ។បើគេប្រើថ្មកំបោរ 6 តោន ។ ចូរគណនា

   ក. ម៉ាសកំបោររស់ដែលទទួលបាន ?

   ខ. មាឌឧស្ម័នកាបូនិចដែលទទួលបាន នៅលក្ខខណ្ឌ STP ( 0°C និង 1atm ) ។

p.p.m : parts per millon

# ជំពូកទី 6 ស្តេរ៉េអូគីមី




តាមរយៈស្រទាប់អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់នៃអាតូម គេអាចសរសេរទម្រង់ឡឺវីសនិងព្រាងខុកធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលរបស់អង្គធាតុ ។

រូបមន្តនៃម៉ូលេគុលមិនអាចគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់ព្រាងខុកអ៊ីសូមែនៃម៉ូលេគុលនិងលក្ខណៈគីមីរបស់អង្គធាតុនោះបានទេ ។

គូអេណង់ត្យូមែនៃ 1- ក្លរ៉ូ - អេតាន - 1 - អុល មើលទៅម៉ូលេគុលរបស់វាទាំងពីរហាក់ដូចគ្នាបេះបិទ តែវាមានលក្ខណៈជីវសាស្ត្រខុសគ្នាស្រឡះ ។

# 1 ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- តាងទម្រង់ឡឺវីសនៃអាតូម ម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុង ។
- ព្រាងទុកធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងងាយៗដោយប្រើវិធីចម្រានគូអេឡិចត្រុងស្រទាប់វ៉ាឡង់ *VSEPR* ។

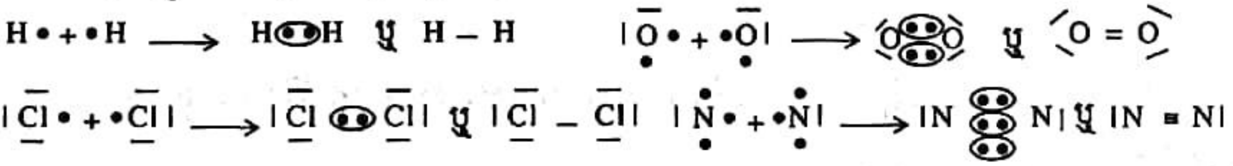
## 1. គំនូសតាងឡឺវីស

### 1.1. ទម្រង់ឡឺវីសនៃអាតូម

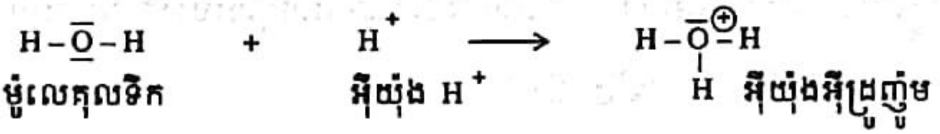
ក្នុងគំនូសតាងឡឺវីស គេបានលើកឡើងតែអេឡិចត្រុងស្រទាប់ក្រៅ (ឬអេឡិចត្រុងស្រទាប់វ៉ាឡង់)នៃអាតូមប៉ុណ្ណោះ ។ គេតាងអេឡិចត្រុងទាំងនោះដោយចំណុច(•)ចំពោះអេឡិចត្រុងទោល និងរជ្ជសញ្ញា(– )ចំពោះទ្វេតាអេឡិចត្រុង ។ ***ឧទាហរណ៍ :***

### 1.2. សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់

សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់បានកើតឡើង កាលណាអាតូមពីរដាក់អេឡិចត្រុងទោលរួមគ្នា ។ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងដាក់រួមនេះ ហៅថា **ទ្វេតាសម្ព័ន្ធឬទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ ឬគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ** ដែលគេតាងដោយរជ្ជសញ្ញានៅចន្លោះនិមិត្តសញ្ញាអាតូមទាំងពីរ ។ ***ឧទាហរណ៍ :***




ក្នុងករណីខ្លះ ទ្វេតាអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធត្រូវបានផ្តល់ដោយអាតូមតែមួយ ។ ***ឧទាហរណ៍*** អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូមបានមកពីការភ្ជាប់រវាងអ៊ីយ៉ុង $H^+$ និងម៉ូលេគុលទឹក ។ សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ដែលកើតឡើងរវាងអ៊ីយ៉ុង $H^+$ និងអាតូមអុកស៊ីសែននេះ គឺអាតូមអុកស៊ីសែនជាអ្នកផ្តល់ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ ។



## 1.3. វិធានអដ្ឋតា

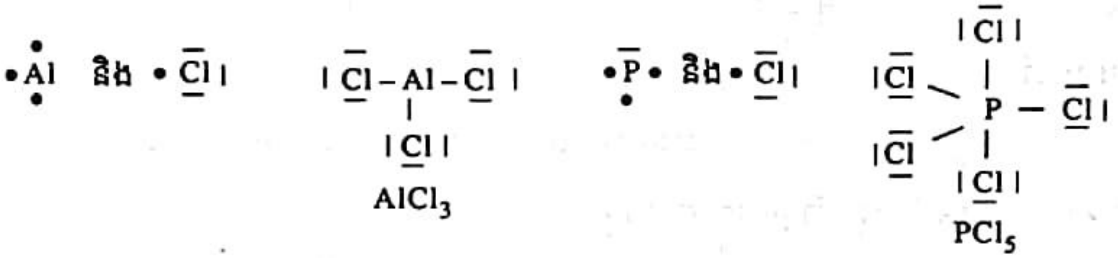
អាតូមនីមួយៗមាននិន្នាការទទួលយកទម្រង់អេឡិចត្រុង ដែលមានស្ថិរភាពដូចឧស្ម័នកម្រដែលនៅជិតវាក្នុងចំណែកថ្នាក់តាមខួបនៃធាតុ គឺមានប្រាំបីអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់ក្រៅ (វិធានអដ្ឋតា) ។ លើកលែងអាតូមអ៊ីដ្រូសែន និងលីចូម ដែលមានពីរអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់ក្រៅ (វិធានទ្វេតា) ។

ឧទាហរណ៍បង្ហាញពីវិធានអដ្ឋតា និងទ្វេតា ។

$H\bullet + \bullet\overline{\underline{Cl}}| \longrightarrow H - \overline{\underline{Cl}}|$

H មាន 1 អេឡិចត្រុង ; ក្លរមាន 7 អេឡិចត្រុង → H មាន 2 អេឡិចត្រុង ដូច He ; ក្លរមាន 8 អេឡិចត្រុង ដូច Ne

*សំគាល់ :* មានករណីលើកលែងខ្លះនៃវិធានអដ្ឋតា ។ *ឧទាហរណ៍* $AlCl_3$ និង $PCl_5$

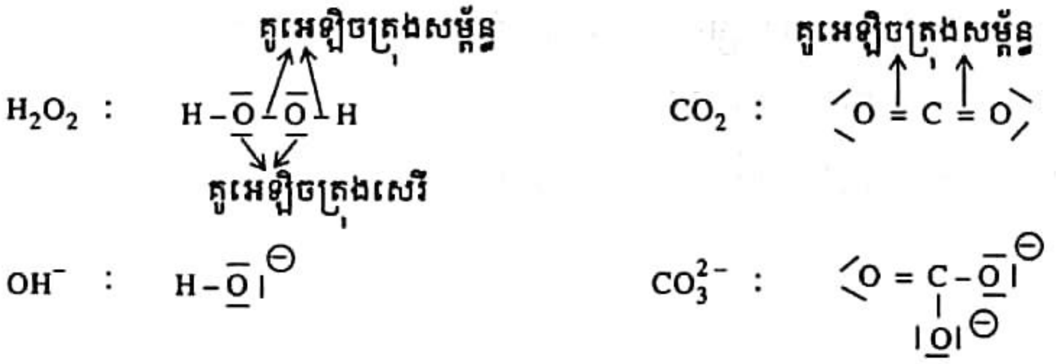



## 1.4. ការបង្កើតទម្រង់ឡឺវីស

### ក. និយមន័យ

ទម្រង់ឡឺវីស គឺជាការតាងម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូម ដើម្បីបង្ហាញពីការបន្តអាតូមទាំងឡាយក្នុងម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងនិងបង្ហាញពីអេឡិចត្រុងនៅស្រទាប់វ៉ាឡង់ ដោយបែងចែកគូអេឡិចត្រុងសេរី និងគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ ។

***ឧទាហរណ៍*** *:* ទម្រង់ឡឺវីសនៃម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុង ។




**ខ. សំណេរទម្រង់ឡឺវីស** : ការសរសេរទម្រង់ឡឺវីសត្រូវគិតតាមដំណាក់ការ 4 យ៉ាង :

- ***របៀបបន្តអាតូម*** *:* ផ្អែកលើគោលការណ៍ដូចខាងក្រោម :

+ អាតូមម៉ូណូវ៉ាឡង់ទាំងអស់ត្រូវស្ថិតនៅខាងចុង

+ អាតូមដែលមានវ៉ាឡង់ច្រើនជាងគេជាទូទៅនៅកណ្ដាល ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ក្នុងម៉ូលេគុលអាស៊ីតអ៊ីប៉ូក្លរី HClO អាតូម H និង Cl មានវ៉ាឡង់ 1 ត្រូវស្ថិតនៅចុងនិង O មានវ៉ាឡង់ 2 ត្រូវនៅកណ្ដាល ។

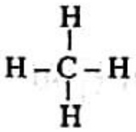
សំណោរទម្រង់ឡឺវីស : $H-\overline{\underline{O}}-\overline{\underline{Cl}}|$ ។

- ***របាយទ្វេតាអេឡិចត្រុង***

គេបូកសរុបចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ S នៃគ្រប់ធាតុនៅក្នុងម៉ូលេគុល បើជាអ៊ីយ៉ុងគេត្រូវគិតបន្ទុកសន្មតផង ។ គេទាញរកចំនួនទ្វេតាអេឡិចត្រុង $\frac{S}{2}$ ។ ការសរសេររបាយទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាសេរីត្រូវគោរពតាមវិធានទ្វេតាសម្រាប់អ៊ីដ្រូសែន និងវិធានអដ្ឋតាសម្រាប់គ្រប់អាតូមផ្សេងទៀត ។

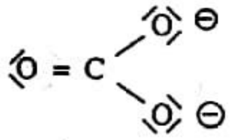
***ឧទាហរណ៍ :***

+ $CH_4$ : អាតូមកាបូនមាន 4 អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ និងអ៊ីដ្រូសែនមាន 1 អេឡិចត្រុង : $S = 4+(4\times 1) = 8$ អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ត្រូវជា 4 ទ្វេតា ។

4 ទ្វេតាអេឡិចត្រុងនេះត្រូវពង្រាយជុំវិញអាតូមកាបូន :  ។

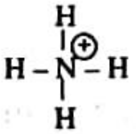
+ HCN : $S = 1+4+5 = 10$ អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ត្រូវនឹង 5 ទ្វេតា ។ បួនទ្វេតាសម្ព័ន្ធដាក់នៅជុំវិញកាបូន(តេត្រាវ៉ាឡង់)ដែល 1 ភ្ជាប់ជាមួយអ៊ីដ្រូសែន និង 3 ទៀតភ្ជាប់ជាមួយអាតូមអាសូត (ទ្រីវ៉ាឡង់) ។ នៅសល់ 1 ទ្វេតាជាទ្វេតាសេរី នៅលើអាសូតដើម្បីបាន 1 អដ្ឋតា : $H-C\equiv N|$ ។

+ $CO_3^{2-}$ : $S = 4+(6\times 3)+2 = 24$ អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ត្រូវនឹង 12 ទ្វេតា (បន្ទុកអវិជ្ជមានចំនួនពីរមានន័យថា លើសអេឡិចត្រុងចំនួន 2 ត្រូវបូក 2 ) ។ គេដាក់ 4 ទ្វេតាសម្ព័ន្ធនៅជុំវិញអាតូមកាបូនកណ្ដាលដែល 2 ស្ថិតក្រោមទម្រង់ជាសម្ព័ន្ធពីរជាន់ជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែនមួយ ។ 8 ទ្វេតានៅសល់ជាទ្វេតាសេរី ដែល 2 ទ្វេតានៅលើអាតូមអុកស៊ីសែនសម្ព័ន្ធ 2 ជាន់ និង 6 ទ្វេតាសេរីដាក់លើអាតូមអុកស៊ីសែនសម្ព័ន្ធមួយជាន់នីមួយៗមាន 3 ទ្វេតា ។

រូបមន្តឡឺវីស : 

+ $NH_4^+$ : $S = 5+(4\times 1)-1 = 8$ អេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់ត្រូវនឹង 4 ទ្វេតា (បន្ទុកវិជ្ជមានចំនួនមួយមានន័យថា ខ្វះអេឡិចត្រុងមួយត្រូវដកមួយ) ។ 4 ទ្វេតាអេឡិចត្រុងដាក់ជុំវិញអាតូមអាសូត ។

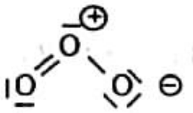
រូបមន្តឡឺវីស :



- ***ការកំណត់បន្ទុកជាក់លាក់***

ក្នុងសំណេរ រូបមន្តឡឺវីសនៃអ៊ីយ៉ុង $CO_3^{2-}$ និង $NH_4^+$ មានដាក់បន្ទុកលើអាតូម ។ បន្ទុកនេះហៅថា បន្ទុកជាក់លាក់ ។ ករណីខ្លះបន្ទុកជាក់លាក់ក៏មានក្នុងសំណេររូបមន្តឡឺវីសនៃម៉ូលេគុលណឺតមួយចំនួនដែរ ។

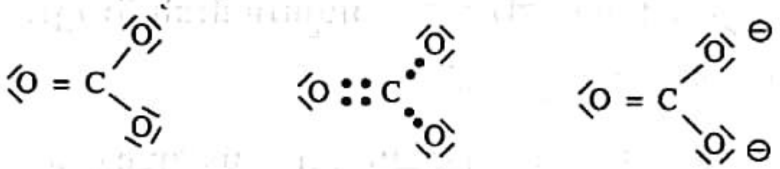
***ឧទាហរណ៍*** ម៉ូលេគុលអូសូន $O_3$ :



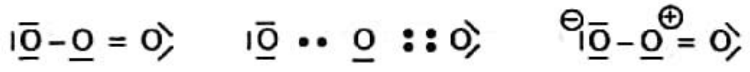
។

ដើម្បីកំណត់បន្ទុកជាក់លាក់នៅលើអាតូមក្នុងរូបមន្តឡឺវីស គេត្រូវរៀបចំទ្វេតាអេឡិចត្រុងទៅតាមវិធានអដ្ឋតានិងទ្វេតា បន្ទាប់មកគេបំបែកទ្វេតាសម្ព័ន្ធទាំងអស់ដោយផ្តល់អេឡិចត្រុងមួយម្នាក់ទៅឱ្យអាតូមនីមួយៗដែលចងគ្នារួចប្រៀបធៀបបរិស្ថានអេឡិចត្រុងដែលទទួលបានទៅនិងទម្រង់ឡឺវីសនៃអាតូម ។ បន្ទាប់មកតម្រៀបវាឡើងវិញ បើអាតូមណាខ្វះអេឡិចត្រុង វាត្រូវមានបន្ទុកវិជ្ជមានស្មើនឹងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលខ្វះ ផ្ទុយទៅវិញបើវាចំណេញ (ឬលើស) អេឡិចត្រុងវាត្រូវមានបន្ទុកអវិជ្ជមានស្មើនឹងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលលើស ។ ***ឧទាហរណ៍ :***

អ៊ីយ៉ុងកាបូណាត $CO_3^{2-}$



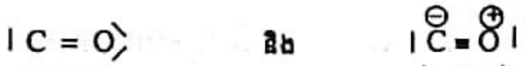
ម៉ូលេគុលអូសូន $O_3$



តម្រៀបទ្វេតាអេឡិចត្រុង　　បំបែកសម្ព័ន្ធ　　រូបមន្តឡឺវីស

- ***លក្ខណៈវិនិច្ឆ័យនៃជម្រើសរវាងទម្រង់ឡឺវីសច្រើន***

កាលណាមានរូបមន្តឡឺវីសច្រើនយ៉ាង គេជ្រើសរើសជាអាទិភាពទម្រង់ដែលគោរពតាមវិធានអដ្ឋតាសម្រាប់គ្រប់អាតូម ។ បើមានរូបមន្តច្រើនគោរពតាមវិធានអដ្ឋតា គេត្រូវជ្រើសរើសទម្រង់ដែលមានបន្ទុកជាក់លាក់តិចជាងគេ ។ ***ឧទាហរណ៍*** កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត(CO) មានទម្រង់អត្ថិភាពពីរ ។ គេត្រូវយកទម្រង់ដែលគោរពតាមវិធានអដ្ឋតាចំពោះអាតូមទាំងពីរ




មិនត្រូវយក　　ត្រូវយក

*សន្និដ្ឋាន*

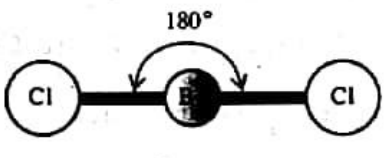
ទម្រង់ឡឺវីស ប្រាប់ឱ្យដឹងពីរបាយអេឡិចត្រុងក្នុងម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុង ដោយញែកសំគាល់ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ និងទ្វេតាសេរី ។ វាបានបញ្ជាក់ចំនួនសម្ព័ន្ធ(មួយ ពីរ ឬបីជាន់)ក្នុងម៉ូលេគុល តែមិនបានបញ្ជាក់ពីធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងទេ ។

# 2. ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុង

## 2.1. វិធី *VSEPR*

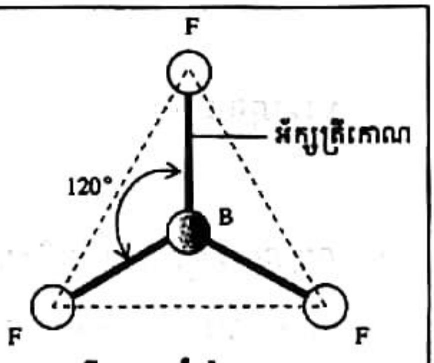
*VSEPR* សរសេរពេញ " *Valence shell Electron Pair Repulsion* " មានន័យថា : ចម្រានគូអេឡិចត្រុងនៃស្រទាប់វ៉ាឡង់ ។ វិធីនេះប្រាប់ឱ្យយើងដឹងពីទីតាំងក្នុងលំហនៃគូអេឡិចត្រុងនៅជុំវិញអាតូមកណ្តាលរបស់ម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុង ។

ទីតាំងគូអេឡិចត្រុងដែលតាំងនៅមានស្ថិរភាពជាងគេ ជាទីតាំងដែលមានចម្រានគូអេឡិចត្រុងទាំងឡាយអប្បបរមា មានន័យថា ទ្វេតាសម្ព័ន្ធ ឋិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាអតិបរមា ។



***រូបទី 1.1 : គំរូម៉ូលេគុល*** $BeCl_2$

***ឧទាហរណ៍ :*** ម៉ូលេគុលបេរីល្យ៉ូមក្លរួ ($BeCl_2$) មានទម្រង់ឡឺវីស : $|\overline{Cl}-Be-\overline{Cl}|$ ។ ទីតាំងគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធដែលច្រានគ្នាទៅវិញទៅមកអប្បបរមាគឺនៅលើអ័ក្សតែមួយតែទិសដៅផ្ទុយគ្នា (រូបទី 1.1) ។



***រូបទី 1.2 : គំរូម៉ូលេគុល*** $BF_3$

ចំពោះម៉ូលេគុលបរទ្រីភ្លុយអរួ ($BF_3$) មានទម្រង់ឡឺវីស : $|\overline{F}-B-\overline{F}|$ (B ភ្ជាប់ទៅ $|\underline{F}|$ ខាងក្រោម) ។ ទីតាំងគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធដែលច្រានគ្នាទៅវិញទៅមកអប្បបរមាស្ថិតនៅលើអ័ក្សនៃត្រីកោណសម័ង្សដែលអាតូមបរមានទីតាំងនៅត្រង់ផ្ចិត និងអាតូមភ្លុយអរទាំងបីនៅកំពូលត្រីកោណ (រូបទី 1.2) ។

## 2.2. គោលការណ៍នៃវិធី VSEPR

- តាង A ជាអាតូមកណ្តាល ដែលភ្ជាប់ដោយអាតូម X មានចំនួន m និងតាង n ចំនួនគូអេឡិចត្រុងសេរី E នៅលើអាតូម A ។ គេអាចតាងនិមិត្តសញ្ញានៃម៉ូលេគុល : $AX_mE_n$ ។
- គេចាត់ទុកអាតូម X ដែលចងសម្ព័ន្ធជាមួយ A ទោះជាប្រភេទដូចគ្នាឬខុសគ្នាវាសមមូលគ្នា ។ ម្យ៉ាងទៀតគេចាត់ទុកគូអេឡិចត្រុងសម្ព័ន្ធ និងគូអេឡិចត្រុងសេរីក៏សមមូលគ្នាដែរ ។

- កាលណាម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងមានសម្ព័ន្ធពីរ ឬបីជាន់ គេចាត់ទុកសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់នេះ ដូចសម្ព័ន្ធមួយជាន់ដែរ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ក្នុងម៉ូលេគុលបេរីល្យ៉ូមក្លរួ Cl – Be – Cl ។ អាតូម Be ដែលជាអាតូមកណ្ដាលភ្ជាប់ជាមួយពីរអាតូមក្លរ $(m = 2)$ ។ លើអាតូម Be គ្មានគូអេឡិចត្រុងសេរី $(n = 0)$ ។

$BeCl_2$ ជាម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2$ ។

ចំពោះម៉ូលេគុលអាលុយមីញ៉ូមក្លរួ : $\mathrm{Cl-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{Al}}-Cl}$ ។ អាតូម Al ដែលជាអាតូមកណ្ដាលភ្ជាប់ជាមួយបីអាតូមក្លរ $(m = 3)$ និងគ្មានគូអេឡិចត្រុងសេរី $(n = 0)$ ។

$AlCl_3$ ជាម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_3$ ។

ចំពោះអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម $(H_3O^+)$ : $\mathrm{H-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overline{O}^{\oplus}}}-H}$ ។ អាតូម O ដែលជាអាតូមកណ្ដាលភ្ជាប់ជាមួយបីអាតូមអ៊ីដ្រូសែន $(m = 3)$ និងសល់គូអេឡិចត្រុងសេរីមួយគូ $(n = 1)$ ។

$H_3O^+$ ជាអ៊ីយ៉ុងប្រភេទ $AX_3E$ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ចូរកំណត់ប្រភេទម៉ូលេគុល : អ៊ីដ្រូសែនស្យានួ (HCN) , មេតាណាល់ $(CH_2O)$ , មេតាន $(CH_4)$ , អាម៉ូញ៉ាក់ $(NH_3)$ និងទឹក $(H_2O)$ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

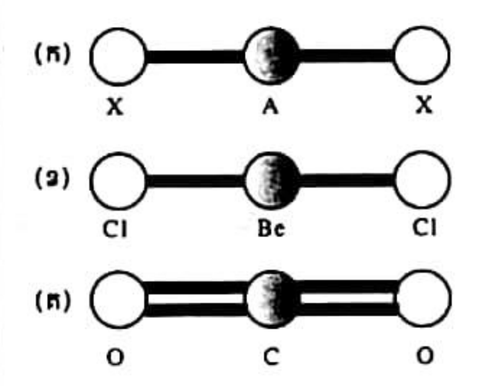
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ទម្រង់ឡឺវីស : | $\mathrm{H-C\equiv N|}$ | $\mathrm{H-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}=O}$ | $\mathrm{H-\overset{\displaystyle H}{\overset{|}{\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}}}-H}$ | $\mathrm{H-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overline{N}}}-H}$ | $\mathrm{H-\overline{\underline{O}}-H}$ |
| ប្រភេទ VSEPR : | $AX_2$ | $AX_3$ | $AX_4$ | $AX_3E$ | $AX_2E_2$ ។ |

## 2.3. ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងតាមវិធី VSEPR

### ក. ម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2$

ជាម៉ូលេគុលលីនេអ៊ែ អាតូមទាំងបីរត់ត្រង់ជួរគ្នា ហើយអាតូម A ហៅថា **ទ្វេកោណ**(រូបទី 1.3 ក) ។

- ករណីសម្ព័ន្ធមួយជាន់ : បេរីល្យ៉ូមក្លរួមានទម្រង់ឡឺវីស $\mathrm{|\overline{Cl}-Be-\overline{Cl}|}$ និងធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដូច(រូបទី1.3 ខ) ។

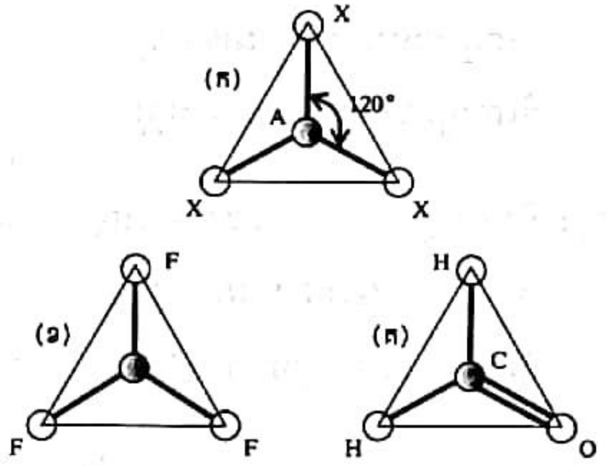



*រូបទី 1.3 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល $AX_2$*

• ករណីសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ :កាបូនឌីអុកស៊ីតមានទម្រង់ឡឺវីស $\langle O = C = O \rangle$ និងធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដូច(រូបទី1.3 គ) ។

## ខ. ម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុងប្រភេទ $AX_3$

ជាម៉ូលេគុលទម្រង់ត្រីកោណ អាតូម X ទាំងបីនៅទីតាំងកំពូលត្រីកោណសម័ង្ស ដែលមានអាតូមកណ្ដាល A ជាផ្ចិត ។ អាតូម A ហៅថា ត្រីកោណរាប(រូបទី 1.4 ក) ។



*រូបទី 1.4 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល* $AX_3$

• ករណីសម្ព័ន្ធមួយជាន់ : ម៉ូលេគុលបរទ្រីភ្លុយអរួមានទម្រង់ឡឺវីស

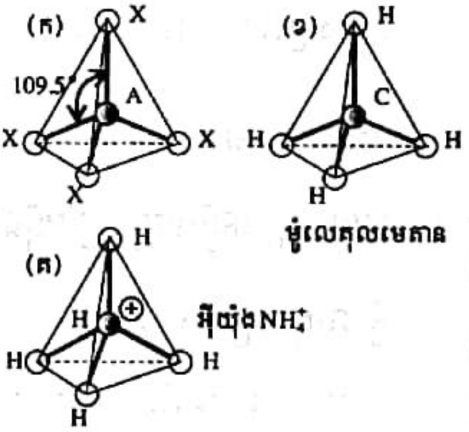
$$|\overline{F}-\underset{|\underline{F}|}{B}-\overline{F}|$$

និងធរណីមាត្រម៉ូលេគុលដូច(រូបទី1.4 ខ) ។

• ករណីសម្ព័ន្ធច្រើនជាន់ : មេតាណាល់មានទម្រង់ឡឺវីស $H_2C = O\rangle$ និងធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដូច(រូបទី1.4 គ) ។

## គ. ម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុងប្រភេទ $AX_4$

ជាម៉ូលេគុលទម្រង់ចតុមុខ ។ អាតូម X ទាំងបួននៅទីតាំងកំពូលចតុមុខ ដែលមានអាតូមកណ្ដាល A ជាផ្ចិត ។ អាតូម A ហៅថា ចតុមុខ(រូបទី 1.5 ក) ។



*រូបទី 1.5 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល* $AX_4$

***ឧទាហរណ៍ :***

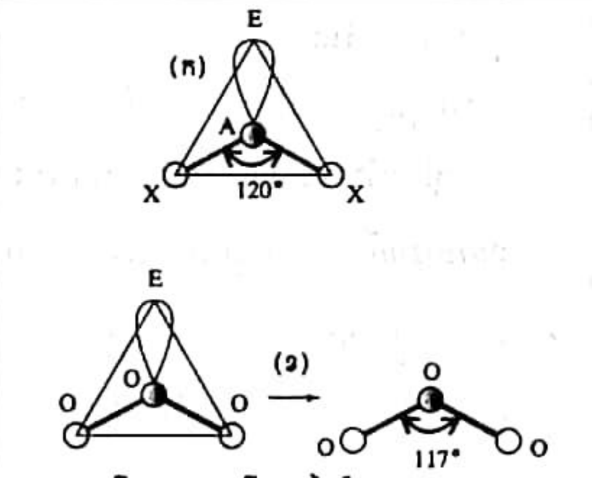
ម៉ូលេគុលមេតាន : $H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-H$ (រូបទី 1.5ខ)

អ៊ីយ៉ុងអាម៉ូញ៉ូម : $H-\underset{H}{\overset{H}{N^{\oplus}}}-H$ (រូបទី 1.5គ)

## ឃ. ម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2E$

ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល $AX_2E$ ទាញចេញពីម៉ូលេគុល $AX_3$ ដែលអាតូម X មួយជំនួសដោយទ្វេតាសេរី(រូបទី 1.6 ក) ។ ម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2E$ មានទម្រង់ បង្កោងឬV ។

***ឧទាហរណ៍*** : ម៉ូលេគុលអូសូន ($O_3$) មានទម្រង់ឡឺវីស : $\langle O = \bar{O} - \underline{\bar{O}}|$ និងធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដូច (រូបទី 1.6 ខ) ។

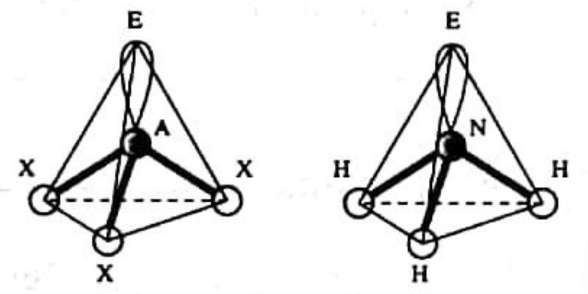


*រូបទី 1.6 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល* $AX_2E$

## ង. ម៉ូលេគុលនិងអ៊ីយ៉ុងប្រភេទ $AX_3E$

ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល $AX_3E$ ទាញចេញពីម៉ូលេគុល $AX_4$ ។ ម៉ូលេគុល $AX_3E$ មានទម្រង់ជាពីរ៉ាមីត ដែលមានបាតជាត្រីកោណសម័ង្ស ។

***ឧទាហរណ៍*** : ម៉ូលេគុលអាម៉ូញ៉ាក់មានទម្រង់ឡឺវីស : $H - \underset{\underset{H}{|}}{\bar{N}} - H$ និងធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលដូច (រូបទី 1.7 ) ។

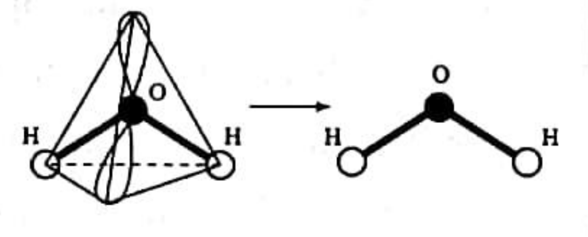


*រូបទី 1.7 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល* $AX_3E$

## ច. ម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2E_2$

ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល $AX_2E_2$ បានពីម៉ូលេគុល $AX_4$ ។ ម៉ូលេគុល $AX_2E_2$ មានទម្រង់បង្កោង ឬ V ។

***ឧទាហរណ៍*** : ម៉ូលេគុលទឹក : $H - \underline{\bar{O}} - H$ មានទម្រង់ធរណីមាត្របង្កោងដូច (រូបទី 1.8 ) ។



*រូបទី 1.8 : ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុល* $AX_2E_2$

## សង្ខេបមេរៀន

- ក្នុងរូបមន្តឡឺវីស ៖
  - អេឡិចត្រុងសេរីតាងដោយចំណុច និងទ្វេតាអេឡិចត្រុងតាងដោយរជុសញ្ញា ។
  - សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់តាងដោយរជុសញ្ញាដែលដាក់នៅចន្លោះនិមិត្តសញ្ញានៃអាតូមទាំងពីរ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ទឹកមានរូបមន្តឡឺវីស ៖ $H-\underline{\overline{O}}-H$

- អាតូមនីមួយៗក្នុងម៉ូលេគុល ឬអ៊ីយ៉ុងប៉ូលីអាតូមមាននិន្នាការទទួលយកទម្រង់អេឡិចត្រុងឱ្យដូចឧស្ម័នកម្រដែលនៅជិតវាក្នុងចំណែកថ្នាក់តាមខួបនៃធាតុ គឺមាន 8 អេឡិចត្រុង លើកលែងអ៊ីដ្រូសែន ។
- វិធី *VSEPR* អាចឱ្យគេកំណត់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_2$ លីនេអ៊ែ $AX_3$ ត្រីកោណ $AX_4$ ចតុមុខ $AX_3E$ ពីរ៉ាមីត ដែលមានបាតជាត្រីកោណសម័ង្ស និង $AX_2E_2$ បង្កោង ។

## សំណួរនិងលំហាត់

1. តើម៉ូលេគុលអាម៉ូញ៉ាក់មានទ្វេតាសម្ព័ន្ធនិងទ្វេតាមិនសម្ព័ន្ធចំនួនប៉ុន្មាន ?
2. តើម៉ូលេគុលមេតាន $CH_4$ ជាម៉ូលេគុលប្រភេទអ្វី ?
3. តើម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_3E$ មានទម្រង់ធរណីមាត្រដូចម្តេច ?
4. តើម៉ូលេគុលទឹកជាប្រភេទអ្វី ?
5. តើម៉ូលេគុលអាម៉ូញ៉ាក់មានធរណីមាត្រដូចម្តេច ?
6. តើអ្វីទៅជាវិធី VSEPR ? តើ E តំណាងអ្វី នៅក្នុងសំណេរ $AX_nE_p$ ?
7. ក. ឱ្យទម្រង់ឡឺវីសនៃអាតូម : H C N O F Cl Ne S ។
   ខ. ក្នុងចំណោមអាតូមខាងលើនេះ តើណាខ្លះមានទម្រង់ឡឺវីសដូចគ្នា ?
8. ក. សរសេរទម្រង់ឡឺវីសនៃម៉ូលេគុល : $BeCl_2$ $CO_2$ $H_2O$ $NH_4^+$ ។
   ខ. តើវាមានទម្រង់ធរណីមាត្រដូចម្តេច ?
9. ក្នុងម៉ូលេគុលប្រភេទ $AX_mE_n$ តើ n និង m បញ្ជាក់ប្រាប់អ្វីខ្លះ ?
10. សរសេរទម្រង់ឡឺវីសនិងប្រាប់ប្រភេទម៉ូលេគុល : មេតាណាល់($CH_2O$) អាស៊ីតមេតាណូអ៊ិច (HCOOH) និងអាស៊ីតស្យានីឌ្រិច (HCN) ។

11. ចូរបញ្ជាក់ប្រភេទម៉ូលេគុលនៃសមាសធាតុខាងក្រោមតាមវិធី *VSEPR* និងប្រាប់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលរបស់វា : $CS_2$ $CCl_4$ $CH_2Cl_2$ $CH_3Cl$ HCOOH ។

12. ក. សរសេរទម្រង់ឡឺវីសនៃម៉ូលេគុលបរទ្រីភ្លុយអរូ ។ តើអាតូមទាំងអស់គោរពតាមវិធានអុកតាដែរឬទេ ?

    ខ. តាមវិធី *VSEPR* តើម៉ូលេគុលបរទ្រីភ្លុយអរូ ជាប្រភេទម៉ូលេគុលអ្វី ?
    ចូរបញ្ជាក់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលរបស់វាផង ។

13. ចូរសរសេរទម្រង់ឡឺវីសនៃប្រភេទគីមីដូចតទៅ : HBr $OH^-$ និង $H_2O_2$ ។

14. ចូរបញ្ជាក់ប្រភេទនិងធរណីមាត្រនៃអ៊ីយ៉ុងដូចតទៅតាមវិធី VSEPR $H_3O^+$ $NH_4^+$ $CO_3^{2-}$ ។

15. ចូរសរសេរទម្រង់ឡឺវីសនិងបញ្ជាក់ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលអាស៊ីតអ៊ីប៉ូក្លរី (HClO) ។

16. អ៊ីដ្រូសែនពែអុកស៊ីតឬទឹកអុកស៊ីសែនមានរូបមន្តម៉ូលេគុល $H_2O_2$ ។

    ក. គណនាចំនួនអេឡិចត្រុងវ៉ាឡង់សរុបនិងចំនួនទ្វេតាអេឡិចត្រុងនៃ $H_2O_2$ ។

    ខ. សរសេរទម្រង់ឡឺវីសនៃម៉ូលេគុល $H_2O_2$ ។

    គ. តាមវិធី VSEPR តើអាតូមកណ្តាលអុកស៊ីសែននីមួយៗជាប្រភេទអ្វី ?

# 2 រូបសណ្ឋាននិងទ្រង់ទ្រាយនៃម៉ូលេគុល

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- រៀបរាប់និយមន័យអ៊ីសូមែប្លង់និងអ៊ីសូមែលំហ ។
- សរសេរ និងឱ្យឈ្មោះប្រភេទទាំងបីនៃអ៊ីសូមែប្លង់និងអ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាន ។
- ប្រាប់ពីមូលហេតុដែលនាំឱ្យមានអ៊ីសូមែទ្រង់ទ្រាយ និងប្រាប់ពីទ្រង់ទ្រាយពិសេសនៃម៉ូលេគុល

## 1. អ៊ីសូមែ

រូបមន្តដុលនៃសារធាតុមួយ អាចឱ្យយើងដឹងបានត្រឹមតែប្រភេទអាតូម និងចំនួនអាតូមដែលបង្កម៉ូលេគុលតែប៉ុណ្ណោះ ប៉ុន្តែរូបមន្តលាត ឬស្ទើរលាតអាចឱ្យយើងដឹងបានទៀតពីរបៀបដែលអាតូមចងសម្ព័ន្ធនឹងគ្នា។ រូបមន្តដុលមួយអាចត្រូវនឹងរូបមន្តលាត ឬស្ទើរលាតជាច្រើនដែលខុសគ្នាដោយលំដាប់តម្រៀបនៃអាតូមនិងប្រភេទសម្ព័ន្ធ ដែលអាតូមភ្ជាប់គ្នាទៅវិញទៅមក ។ សមាសធាតុទាំងនេះហៅថាសមាសធាតុអ៊ីសូមែ ឬហៅយ៉ាងខ្លីថា អ៊ីសូមែ ។

***និយមន័យ***

**អ៊ីសូមែពីរ គឺជាសមាសធាតុពីរដែលមានរូបមន្តដុលដូចគ្នា ប៉ុន្តែមានម៉ូលេគុលខុសគ្នា ។**

ម៉ូលេគុលពីរដែលខុសគ្នា មិនត្រួតស៊ីគ្នាទេ ហើយមានលក្ខណៈរូបនិងលក្ខណៈគីមីក៏ខុសគ្នាដែរ ។ អ៊ីសូមែមានពីរប្រភេទធំៗ គឺ អ៊ីសូមែប្លង់ និងអ៊ីសូមែលំហ ។

## 2. អ៊ីសូមែប្លង់

សមាសធាតុពីរជាអ៊ីសូមែប្លង់នឹងគ្នា កាលណាវាមានរូបមន្តដុលដូចគ្នា ប៉ុន្តែមានរូបមន្តលាត ឬស្ទើរលាតខុសគ្នា ។

រូបមន្តលាត ឬស្ទើរលាត គេហៅថា **រូបមន្តប្លង់** គឺជារូបមន្តដែលកើតឡើងពីការបន្តនៃអាតូមទាំងឡាយនៅក្នុងប្លង់តែមួយ ដោយមិនបញ្ជាក់ពីទីតាំងអាតូមនៅក្នុងលំហទេ ។ ប្រភេទផ្សេងៗនៃអ៊ីសូមែប្លង់មាន អ៊ីសូមែខ្សែកាបូន អ៊ីសូមែទីតាំង អ៊ីសូមែនាទី ។

## 2.1. អ៊ីសូមែខ្សែកាបូន

អ៊ីសូមែខ្សែកាបូនជាប្រភេទម៉ូលេគុលដែលខុសគ្នាដោយរបៀបបន្តនៃអាតូមកាបូន ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ប៉ង់តាន( $C_5H_{12}$ ) មានអ៊ីសូមែខ្សែកាបូន :

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ n– ប៉ង់តាន

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}H(CH_3)-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_3$ 2– មេទីលប៊ុយតាន

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}(CH_3)_2-\overset{3}{C}H_3$ 2, 2– ឌីមេទីលប្រូប៉ាន

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរសរសេរអ៊ីសូមែខ្សែកាបូននៃអិចសាន ($C_6H_{14}$ ) ។

## 2.2. អ៊ីសូមែទីតាំង

អ៊ីសូមែទីតាំងជាប្រភេទម៉ូលេគុលដែលមានខ្សែកាបូនដូចគ្នា តែមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ ឬបីជាន់ ឬ បង្គុំនាទី (បណ្តុំអាតូមសំគាល់លក្ខណៈ) ស្ថិតនៅលើទីតាំងខុសគ្នា ។

***ឧទាហរណ៍ :*** អ៊ីសូមែទីតាំងចំពោះរូបមន្តដុល :

$C_4H_8$ : $\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H=\overset{1}{C}H_2$ ប៊ុយ –1– អែន (សម្ព័ន្ធពីរជាន់នៅជាប់$C_{(1)}$ )

$\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H=\overset{2}{C}H-\overset{1}{C}H_3$ ប៊ុយ –2– អែន (សម្ព័ន្ធពីរជាន់នៅជាប់$C_{(2)}$ )

$C_3H_7OH$ : $\overset{3}{C}H_3-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}H_2OH$ ប្រូប៉ាន–1– អុល(បង្គុំនាទីអាល់កុល–OH នៅជាប់$C_{(1)}$ )

$\overset{3}{C}H_3-\overset{2}{C}HOH-\overset{1}{C}H_3$ ប្រូប៉ាន –2– អុល(បង្គុំនាទីអាល់កុល –OHនៅជាប់ $C_{(2)}$)

## 2.3. អ៊ីសូមែនាទី

អ៊ីសូមែនាទីជាប្រភេទម៉ូលេគុលដែលខុសគ្នាដោយបង្គុំនាទី ។

***ឧទាហរណ៍ :*** អ៊ីសូមែនាទីនៃរូបមន្តដុល $C_3H_8O$

$CH_3-CH_2-CH_2OH$ ប្រូប៉ាន–1– អុល (នាទីអាល់កុល)

$CH_3-O-CH_2-CH_3$ មេតុកស៊ីអេតាន (នាទីជាអេទែ)

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរសរសេរអ៊ីសូមែនាទីនៃរូបមន្តដុល $C_4H_{10}O$ ។

# 3. អ៊ីសូមែលំហឬស្តេរេអូអ៊ីសូមែ

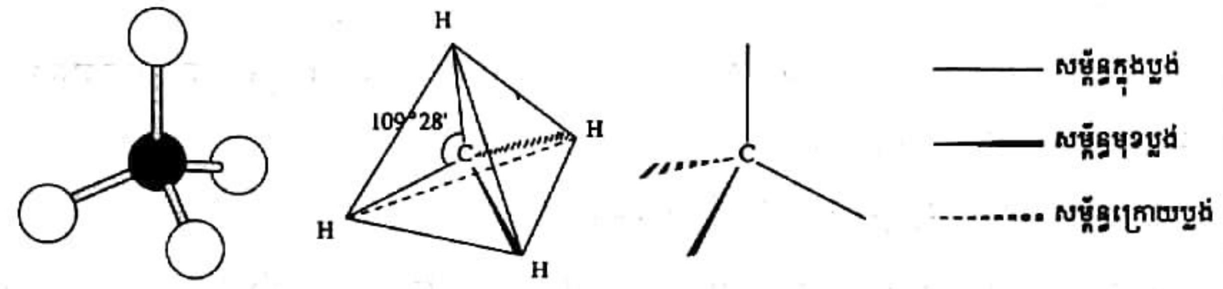
## 3.1. អ៊ីសូមែលំហ

អ៊ីសូមែលំហជាសមាសធាតុទាំងឡាយណាដែលមានរូបមន្តប្លង់ដូចគ្នា ប៉ុន្តែមានរូបមន្តលំហខុសគ្នា ។ ម៉ូលេគុលទាំងនោះមិនត្រួតស៊ីគ្នាទេ ។

រូបមន្តដែលបង្ហាញពីទីតាំងអាតូមក្នុងលំហ ហៅថា **រូបមន្តលំហ** ។ ដើម្បីតាងទម្រង់ម៉ូលេគុលក្នុងលំហ គេប្រើគំរូម៉ូលេគុល ឬប្រើគំនូសតាង ។

***ឧទាហរណ៍*** : មេតាន $CH_4$ មានធរណីមាត្រម៉ូលេគុលចតុមុខ ។ អាតូម C នៃមេតាន និងអាតូម C ទាំងឡាយណាដែលចងសម្ព័ន្ធនឹងអាតូម 4 ឬបណ្តុំអាតូម 4 ជាកាបូនចតុមុខ ។

គេតាងម៉ូលេគុលមេតាន និងកាបូនចតុមុខដូចខាងក្រោម :




ទម្រង់ម៉ូលេគុលមេតាន (ប្រើគំរូម៉ូលេគុល) — ទម្រង់ម៉ូលេគុលមេតាន (ប្រើគំនូសតាង) — តាងអាតូម C ចតុមុខ (ប្រើគំនូសតាង)

ស្តេរេអូអ៊ីសូមែមានពីរប្រភេទគឺ :

- អ៊ីសូមែទ្រង់ទ្រាយ ឬអ៊ីសូមែកុងផរម៉ាស្យុង
- អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាន ឬអ៊ីសូមែកុងភីគ្យូរ៉ាស្យុង

## 3.2. អ៊ីសូមែទ្រង់ទ្រាយ

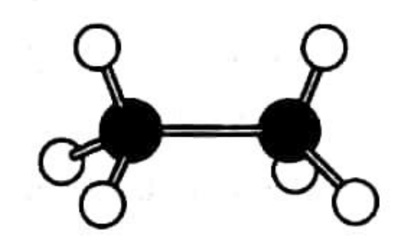
### ក. ករណីអេតាន $C_2H_6$

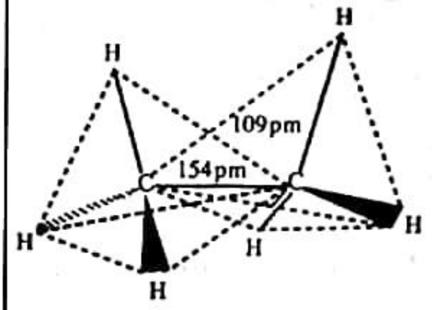
- **ធរណីមាត្រនៃម៉ូលេគុលអេតាន**

អាតូមកាបូននីមួយៗនៃម៉ូលេគុលអេតាន ជាកាបូនចតុមុខ ។ ប្រវែងសម្ព័ន្ធ C–C មាន 154pm វែងជាងសម្ព័ន្ធ C–H ដែលមានតែ 109pm ។ ចតុមុខនេះមិននិយ័តទេ ប៉ុន្តែមានមុំសម្ព័ន្ធ $\widehat{HCH} = \widehat{HCC} = 109^{o}28'$ ។

- **រង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធទោល C–C**

បណ្តុំមេទីល ($-CH_3$) ទាំងពីរនៃម៉ូលេគុលអេតានអាចវិលជុំវិញអ័ក្សនៃសម្ព័ន្ធ C–C ដោយមិនមានការដាច់សម្ព័ន្ធឡើយ ។ នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ បើម៉ូលេគុលបានទទួលថាមពលបន្តិចបន្តួចពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញនោះ ក្រុមមេទីលក៏មានរង្វិលឥតឈប់ឈរជុំវិញសម្ព័ន្ធ C–C ។ ក្នុងរង្វិលនេះ ធរណីមាត្រនៃកាបូននីមួយៗមិនប្រែប្រួលទេ ។


ទម្រង់ម៉ូលេគុលអេតាន $C_2H_6$



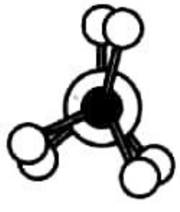
គំនូសតាងម៉ូលេគុលអេតាន

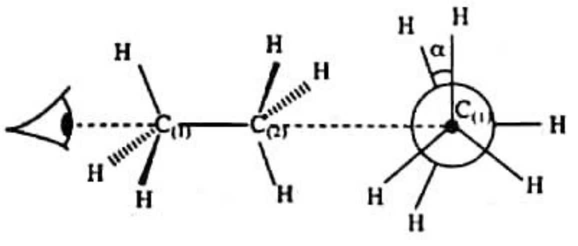
ក្នុងពេលរង្វិល គេសង្កេតឃើញទីតាំងរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងឡាយនៃបណ្តុំមេទីលមួយមានច្រើនរាប់មិនអស់ធៀបទៅនឹងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនទាំងឡាយនៃក្រុមមេទីលមួយទៀត ។ ទីតាំងនីមួយៗត្រូវនឹងទម្រង់ទ្រាយមួយនៃម៉ូលេគុល ។

ដូច្នេះអ៊ីសូមែទម្រង់ទ្រាយនៃម៉ូលេគុលមួយកើតឡើងដោយសាររង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធទោល C–C ។

- **ការតាង**

គេអាចតាងទម្រង់ទ្រាយមួយនៃម៉ូលេគុលតាមចំណោលញ៉ូម៉ាន់(Newman) ។ ក្នុងចំណោលញ៉ូម៉ាន់ ភ្នែកអ្នកសង្កេតត្រូវមើលតាមបណ្តោយសម្ព័ន្ធ C–C ។ ដូច្នេះគេមើលឃើញតែអាតូមកាបូនខាងមុខ ឯអាតូមកាបូនខាងក្រោយត្រូវបាំងបាត់ ។ គេតាងអាតូមកាបូននៅខាងមុខដោយរង្វង់និងផ្ចិតរបស់វា ។ សម្ព័ន្ធបីទៀតរបស់វាត្រូវចេញពីផ្ចិតក្នុងមុំ 120° ពីមួយទៅមួយ ឯអាតូម C ខាងក្រោយដែលបាំងបាត់ គេគូសតែសម្ព័ន្ធបីរបស់វាចេញពីបរិវេណនៃរង្វង់ ។


ទ្រង់ទ្រាយមួយនៃម៉ូលេគុលអេតាន



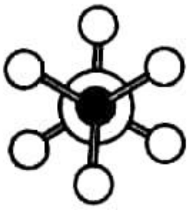
ការតាងទ្រង់ទ្រាយនេះតាមចំណោលញ៉ូម៉ាន់

- **ទ្រង់ទ្រាយពិសេស**

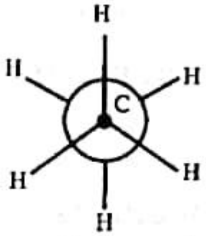
មុំ α អាចប្រែប្រួលពី 0° ទៅ 360° ដូចនេះអេតានមានទ្រង់ទ្រាយច្រើនរាប់មិនអស់ដែលក្នុងនោះមានទ្រង់ទ្រាយពិសេសគួរកត់សំគាល់គឺ

- កាលណាមុំ α មានតម្លៃ 0° ឬ 120° ឬ 240° គេបាន ទ្រង់ទ្រាយជាន់ ។

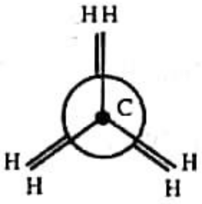
- កាលណាមុំ α មានតម្លៃ 60° ឬ 180° ឬ 360° គេបាន ទ្រង់ទ្រាយផ្កាយ ។ កាលណាមុំ α មានតម្លៃខុសពីទ្រង់ទាយជាន់ និងទ្រង់ទ្រាយផ្កាយគេហៅថាទ្រង់ទ្រាយបង្វិត (ទ្រង់ទ្រាយផ្កាយក៏ជាទ្រង់ទ្រាយបង្វិតដែរ តែឋិតក្នុងករណីពិសេស) ។



ម៉ូលេគុល $C_2H_6$ ក្នុងទ្រង់ទ្រាយផ្កាយ




ការតាងម៉ូលេគុលទ្រង់ទ្រាយផ្កាយ




ការតាងម៉ូលេគុលទ្រង់ទ្រាយជាន់

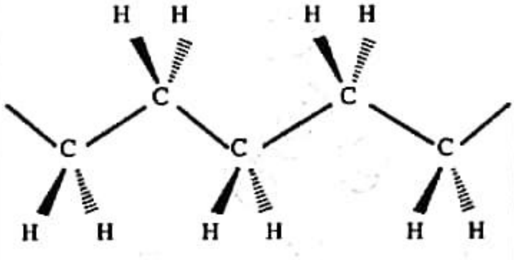
• *សណ្ឋានថាមពល*

នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ម៉ូលេគុលអេតាន ប្រែប្រួលពីទ្រង់ទ្រាយមួយទៅទ្រង់ទ្រាយមួយទៀត កាលណាវាបានទទួលថាមពលបន្តិចបន្តួច ។ ចម្ងាយរវាងអាតូមអ៊ីដ្រូសែននៃក្រុមមេទីលទាំងពីរក្នុងទ្រង់ទ្រាយជាន់ នៅជិតជាងក្នុងទ្រង់ទ្រាយបង្វិត ដែលធ្វើឱ្យអាតូមអ៊ីដ្រូសែនច្រានគ្នាចេញបន្តិច ។ដូច្នេះ ទ្រង់ទ្រាយជាន់មិនសូវមានស្ថិរភាពដូចទ្រាង់ទ្រាយបង្វិតទេ ។ នៅក្នុងភាគសំណាកអេតានមួយ ទ្រង់ទ្រាយផ្កាយជាប្រភេទភាគច្រើនធៀបទៅនឹងទ្រង់ទ្រាយជាន់ ។ ឯទ្រង់ទ្រាយផ្សេងៗទៀតនៃអេតាន ដែលត្រូវទៅនឹងមុំ α ណាមួយ អាចកើតមានតែក្នុងពេលកំណត់ណាមួយតែប៉ុណ្ណោះ នៅពេលដែលម៉ូលេគុលបានទទួលថាមពលបន្តិចបន្តួច ដូចជាការទង្គិចរវាងម៉ូលេគុលដែលកើតឡើងដោយមូលហេតុណាមួយ ។ ភាពខុសគ្នារវាងថាមពលនៃទ្រង់ទ្រាយទាំងពីរមានតិចតួចណាស់ ជាហេតុនាំឱ្យគេមិនអាចញែកយកទ្រង់ទ្រាយផ្កាយចេញពីទ្រង់ទ្រាយជាន់បានទេ ។

## ខ. ជាទូទៅ

ម៉ូលេគុលសមាសធាតុសរីរាង្គទាំងឡាយមានទ្រង់ទ្រាយច្រើនរាប់មិនអស់ដែលកើតឡើងពីរង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធទោល C−C ក្នុងម៉ូលេគុល ។

ការឆ្លងកាត់ពីទ្រង់ទ្រាយមួយទៅទ្រង់ទ្រាយមួយ ប្រព្រឹត្តទៅដោយមិនមានការផ្តាច់សម្ព័ន្ធទេ ។




ទ្រង់ទ្រាយបង្វិតបានធ្វើឱ្យខ្សែកាបូន មានភាពជាបន្ទាត់ក្ងិចក្ងក់

ក្នុងបណ្តាទ្រង់ទ្រាយទាំងឡាយ ប្រភេទទ្រង់ទ្រាយបង្វិតមានស្ថិរភាពជាងគេ (បរិមាណក៏មានច្រើនជាង) ដែលធ្វើខ្សែកាបូនមានសភាពជាបន្ទាត់ក្ងិចក្ងក់ ។

## ៣.៣. អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាន

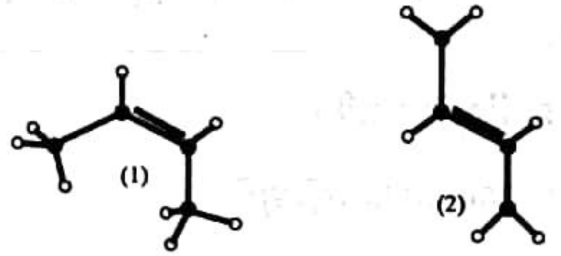
អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាននៃម៉ូលេគុលដែលមានរូបមន្តប្លង់កំណត់មួយ គឺជាភាពខុសគ្នានៃទីតាំងអាតូមក្នុងលំហ (ដោយមិនគិតពីទីតាំងនៃអាតូមដែលខុសគ្នាដោយសាររង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធទោល C–C មួយឬច្រើនឡើយ) ។

អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋានមានពីរប្រភេទ គឺអ៊ីសូមែធរណីមាត្រ និងអ៊ីសូមែអុបទិច ។

### ក. អ៊ីសូមែធរណីមាត្រ ( អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាន Z–E នៃសមាសធាតុអេទីលេនិច)

(Z)–ប៊ុយ–2–អែន បណ្តុំមេទីលស្ថិតនៅតែម្ខាងនៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់ $t_{រំពុះ} = 3.7°C$

(E) ប៊ុយ–2–អែន បណ្តុំមេទីលស្ថិតនៅសងខាងនៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់ $t_{រំពុះ} = 0.9°C$




(Z) – ប៊ុយ–2– អែន (E) –ប៊ុយ – 2 –អែន

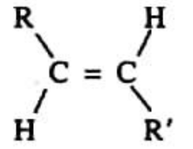
***គំរូម៉ូលេគុលតាងអ៊ីសូមែធរណីមាត្រនៃប៊ុយ – 2 –អែន***

- ***ករណីប៊ុយ –2– អែន***

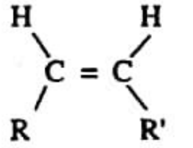
( $CH_3-CH = CH-CH_3$ )

ម៉ូលេគុលប៊ុយ –2– អែនមានផ្ទៃរាបស្មើ ចំពោះអាតូមទាំងឡាយដែលចងសម្ព័ន្ធផ្ទាល់ជាមួយអាតូមកាបូនសម្ព័ន្ធពីរជាន់ ។ គេសង្កេតឃើញថាចំពោះរូបមន្តស្ទើរលាតខាងលើ វាត្រូវនឹងអ៊ីសូមែលំហពីរគឺអ៊ីសូមែ (Z) និងអ៊ីសូមែ (E) ។ អ៊ីសូមែ (Z) អាចប្លែងជា (E) ឬបញ្ច្រាសមកវិញ ដោយសារការផ្តាច់សម្ព័ន្ធមួយនៃសម្ព័ន្ធពីរជាន់ C = C ដែលត្រូវការថាមពលប្រហែលជា $264 kcal.mol^{-1}$ ។

- ***ជាទូទៅ***



អ៊ីសូមែ (E)



អ៊ីសូមែ (Z)

សមាសធាតុអេទីលេនិចឬអាល់សែន ដែលមានរូបមន្តទូទៅ R – CH = CH – R' (R និង R' អាចជាអាតូមឬក្រុមអាតូមដូចគ្នា) មានអ៊ីសូមែរូបសណ្ឋានពីរដែលខុសគ្នាដោយសារទីតាំងនៃអាតូមអ៊ីដ្រូសែនដែលនៅតែម្ខាង ឬសងខាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់ C = C ។

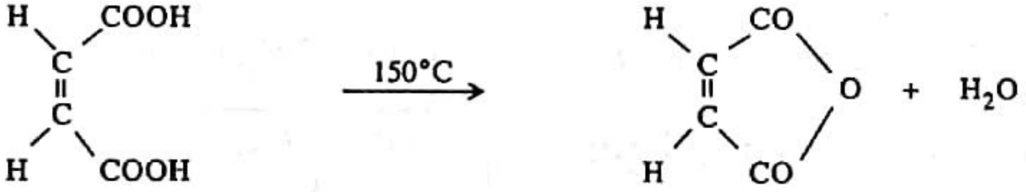
គូអ៊ីសូមែទាំងពីរមិនមែនជារូបឆ្លុះគ្នាទៅវិញទៅមកក្នុងកញ្ចក់ទេ គេហៅថាដ្យាស្តេរេអូអ៊ីសូមែ ។

- ***លក្ខណៈដ្យាស្តេរេអូអ៊ីសូមែ***

លក្ខណៈរូបដូចជា សីតុណ្ហភាពរំពុះ សីតុណ្ហភាពរលាយ ម៉ាសមាឌរបស់វាខុសគ្នា ។

លក្ខណៈគីមីក៏ខុសគ្នា នេះបណ្តាលមកពីភាពខុសគ្នានៃទីតាំងបណ្តុំអាតូមឬបង្គុំនាទីក្នុងលំហ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** អាស៊ីតប៊ុយតែនឌីអូអ៊ិច (HOOC – CH = CH – COOH )




អាស៊ីត(Z) -ប៊ុយតែនឌីអូអ៊ិច (អាស៊ីតម៉ាលេអ៊ិច) អានីឌ្រីតម៉ាលេអ៊ិច

អាស៊ីត(E) -ប៊ុយតែនឌីអូអ៊ិច (អាស៊ីតភុយម៉ារិច) $\xrightarrow{150°C}$ មិនបង្កើតអានីឌ្រីតទេ

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

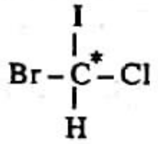
ចូរសរសេរអ៊ីសូមែ Z–E នៃប៊ុយ –2– អែន ។

## ខ. អ៊ីសូមែអុបទិច

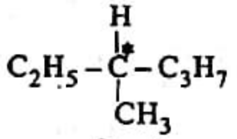
- ***អាតូមកាបូនអស៊ីមេទ្រី***

អាតូមកាបូនចតុមុខ ដែលភ្ជាប់ជាមួយអាតូម 4 ឬក្រុមអាតូម 4 ខុសៗគ្នាហៅថា អាតូមកាបូនអស៊ីមេទ្រី ។

ជាទម្លាប់គេដៅអាតូមកាបូនអស៊ីមេទ្រីដោយសញ្ញាផ្កាយ (*) ។




ប្រូម៉ូក្លរ៉ូ អ៊ីយ៉ូដូមេតាន

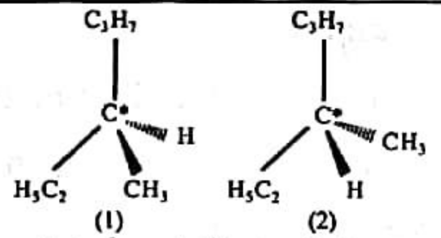



3 – មេទីលអិចសាន

C* ***ជាកាបូនអស៊ីមេទ្រី***

- ***រូបសណ្ឋានពីរយ៉ាងនៃកាបូនអស៊ីមេទ្រីមួយ*** (អេណង់ទ្យូមែ)

ក្នុងម៉ូលេគុល 3– មេទីលអិចសានកាបូនលេខ (3) ជាកាបូនអស៊ីមេទ្រី ។ គេអាចបង្កើតទម្រង់ក្នុងលំហពីរខុសគ្នាគឺ ទម្រង់ក្នុងលំហទី 1 មានបណ្តុំ $-CH_3$ នៅមុខប្លង់និងអាតូម H នៅក្រោយប្លង់និងទម្រង់ក្នុងលំហទី 2 មានបណ្តុំ $-CH_3$ នៅក្រោយប្លង់ និងអាតូម H នៅមុខប្លង់ ។

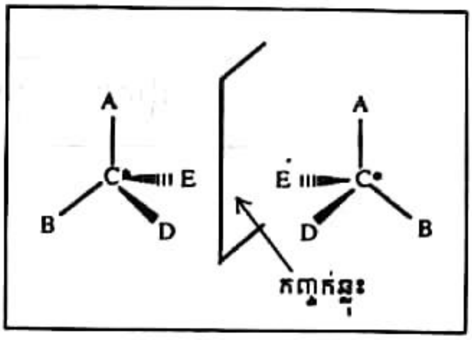



ទម្រង់ក្នុងលំហ 2 យ៉ាងនៃ 3 - មេទីលអិចសាន នេះជារូបសណ្ឋានពីរយ៉ាងនៃ 3 - មេទីលអិចសាន ។ រូបសណ្ឋានទាំង 2 នៃកាបូនអស៊ីមេទ្រីហៅថា គូអេណង់ទ្យូមែ ។

ទម្រង់ក្នុងលំហទាំងពីរ មិនត្រួតស៊ីគ្នាទេ ។ រូបសណ្ឋាននីមួយៗហៅថា **អេណង់ទ្យូមែ** ។

- *ជាទូទៅ*

ម៉ូលេគុលទាំងឡាយណាដែលមានកាបូនអស៊ីមេទ្រីមួយ ដែលក្នុងនោះបណ្តុំអាតូមទាំង(4) តាងដោយA ,B ,D ,E បង្ហាញនូវរូបសណ្ឋាន2 យ៉ាងដែលជាគូអេណង់ទ្យូមែ ។




គូអេណង់ទ្យូមែជាម៉ូលេគុលដែលមានរូបឆ្លុះគ្នាទៅវិញទៅមកក្នុងកញ្ចក់ ប៉ុន្តែមិនត្រួតស៊ីគ្នាទេ ។

គូអេណង់ទ្យូមែមានលក្ខណៈរូបដូចគ្នានិងលក្ខណៈគីមីជួនដូចគ្នា ជួនខុសគ្នា ។

ចំនួនអេណង់ទ្យូមែកើនជាមួយចំនួនកាបូនអស៊ីមេទ្រីក្នុងម៉ូលេគុល ។ ម៉ូលេគុលដែលមានក្នុងធម្មជាតិអាចមានចំនួនកាបូនអស៊ីមេទ្រីមួយ ឬច្រើន ។

***ឧទាហរណ៍*** : $CH_3-\overset{*}{C}H(OH)-COOH$ អាស៊ីតឡាក់ទិច

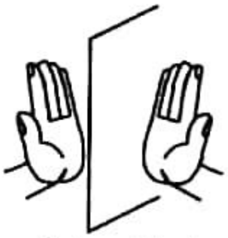
$HOOC-\overset{*}{C}H(OH)-\overset{*}{C}H(OH)-COOH$ អាស៊ីតតាកទ្រិច

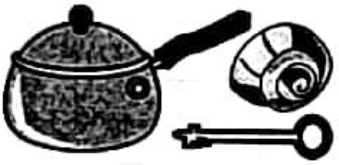
$CH_2OH-\overset{*}{C}HOH-\overset{*}{C}HOH-\overset{*}{C}HOH-\overset{*}{C}HOH-CHO$ គ្លុយកូស

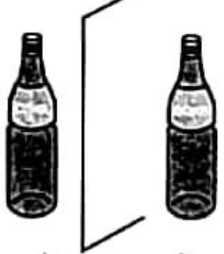
- *ភាពគីរ៉ាល់*

ភាពគីរ៉ាល់ គឺជាលក្ខណៈរបស់វត្ថុមួយដែលមិនត្រួតស៊ីគ្នាទៅនឹងរូបភាពរបស់វាក្នុងកញ្ចក់ឆ្លុះ ។ មានវត្ថុជាច្រើនដែលជាវត្ថុគីរ៉ាល់ ។ អេណង់ទ្យូមែជាម៉ូលេគុលគីរ៉ាល់ ។ ម៉ូលេគុលដែលមានកាបូនអស៊ីមេទ្រីមួយ គឺជាម៉ូលេគុលគីរ៉ាល់ ។

ម៉ូលេគុល ឬវត្ថុដែលត្រួតស៊ីគ្នាទៅនឹងរូបភាពរបស់វាក្នុងកញ្ចក់ឆ្លុះជាម៉ូលេគុល ឬវត្ថុអាគីរ៉ាល់ ។


រូបភាពនៃដៃឆ្វេងគឺជាដៃស្តាំ ដៃជាវត្ថុគីរ៉ាល់

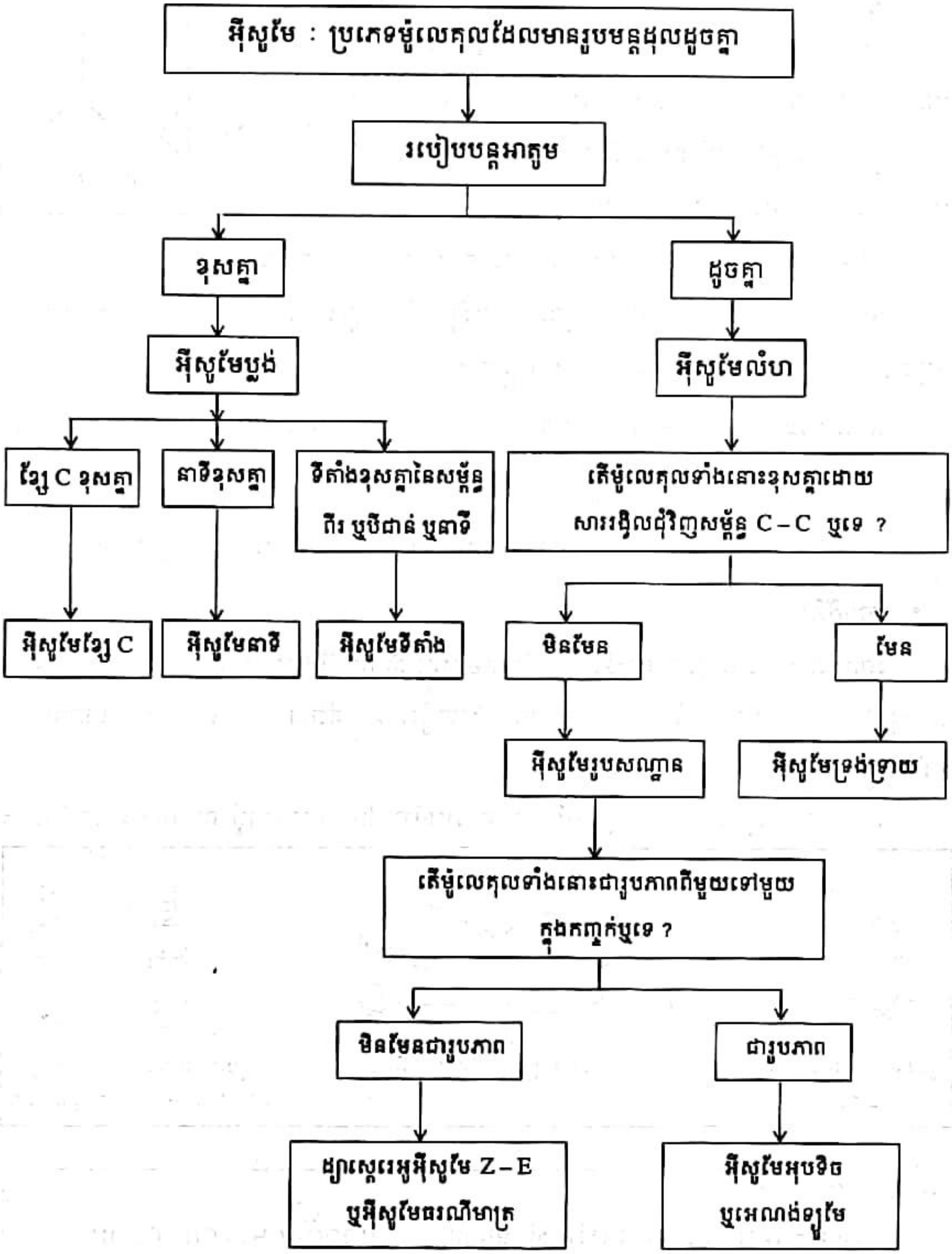

វត្ថុប្រើប្រាស់ដែលជាវត្ថុគីរ៉ាល់


រូបភាពរបស់ដបនេះត្រួតស៊ីគ្នាទៅនឹងវត្ថុដើម ។ ដបជាវត្ថុអាគីរ៉ាល់

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

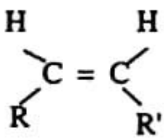
ចូរសរសេរគូអេណង់ទ្យូមែរបស់អាស៊ីតម៉ាលិច : $HOOC-CH_2-CH(OH)-COOH$

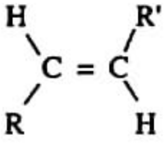
## គំនូសបំព្រួញពីវិធីសំគាល់រវាងប្រភេទអ៊ីសូមែ



## មេរៀនសង្ខេប

- អ៊ីសូមែជាប្រភេទម៉ូលេគុលដែលមានរូបមន្តដុលដូចគ្នា។ អ៊ីសូមែមានពីរប្រភេទធំៗគឺអ៊ីសូមែប្លង់និងអ៊ីសូមែលំហ ។
- អ៊ីសូមែប្លង់ខុសគ្នាដោយរបៀបបន្តអាតូមក្នុងម៉ូលេគុលរបស់វានៅក្នុងប្លង់តែមួយ ។ អ៊ីសូមែប្លង់មានបីគឺអ៊ីសូមែខ្សែកាបូន អ៊ីសូមែទីតាំង និង អ៊ីសូមែនាទី ។
- អ៊ីសូមែលំហ ឬស្តេរេអូអ៊ីសូមែ ជាអ៊ីសូមែទាំងឡាយដែលមានរូបមន្តប្លង់ដូចគ្នា ប៉ុន្តែខុសគ្នាដោយទីតាំងក្នុងលំហនៃអាតូមរបស់វា ។ អ៊ីសូមែលំហមានពីរប្រភេទគឺ អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាននិងអ៊ីសូមែទ្រង់ទ្រាយ ។
- អ៊ីសូមែទ្រង់ទ្រាយនៃម៉ូលេគុលកើតឡើងដោយសាររង្វិលជុំវិញសម្ព័ន្ធទោល C–C កាលណាម៉ូលេគុលនោះបានទទួលថាមពលបន្តិចបន្តួច ។
- អ៊ីសូមែរូបសណ្ឋាន Z–E កើតមានចំពោះសមាសធាតុអេទីលេនិច ដែលមានទម្រង់ R–CH = CH–R' ( R និង R' អាចដូចគ្នា ) តាមរបៀបដែលអាតូម H នៅតែម្ខាង ឬសងខាងសម្ព័ន្ធពីរជាន់ C = C ។


រូបសណ្ឋាន (Z)


រូបសណ្ឋាន (E)

- អ៊ីសូមែអុបទិច ឬគូអេណង់ទ្យូមែ គឺជាអ៊ីសូមែរូបសណ្ឋានដែលមានរូបឆ្លុះទៅវិញទៅមកក្នុងកញ្ចក់ឆ្លុះ តែមិនត្រួតស៊ីគ្នាទេ ។ ករណីនេះបណ្តាលមកពីវត្តមាន C អស៊ីមេទ្រី ។
- កាបូនអស៊ីមេទ្រីគឺជាអាតូមកាបូនចតុមុខដែលភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូម 4 ឬបណ្តុំអាតូម 4 ខុសគ្នា។
- ម៉ូលេគុលឬវត្ថុគីរ៉ាល់គឺជាម៉ូលេគុលឬវត្ថុដែលមិនត្រួតស៊ីគ្នាទៅនឹងរូបភាពក្នុងកញ្ចក់ឆ្លុះទេ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចហៅថា រូបមន្តប្លង់ ? ដូចម្តេចហៅថា រូបមន្តលំហ ?
2. ចូររាប់ប្រភេទអ៊ីសូមែប្លង់ទាំងបីនិងប្រភេទអ៊ីសូមែលំហទាំងពីរ ។
3. ហេតុអ្វីបានជាម៉ូលេគុលក្នុងទ្រង់ទ្រាយជាន់មានស្ថិរភាពតិចជាងទ្រង់ទ្រាយបង្វិត ?
4. ក្នុងចំណោមអ៊ីសូមែទាំងពីរ Z និង E តើណាមួយដែលមានស្ថិរភាពតិចជាង ? ព្រោះអ្វី?
5. ចូរឱ្យនិយមន័យ កាបូនអស៊ីមេទ្រី អេណង់ទ្យូមែពីរ វត្ថុគីរ៉ាល់ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 6

I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់មុខចម្លើយត្រឹមត្រូវដែលមានតែមួយគត់

1. ក្នុងចំណោមសមាសធាតុខាងក្រោម តើណាមួយដែលមានកាបូនអស៊ីមេទ្រី ?

☐ ក. $CH_3-CHOH-CH_3$ ☐ ខ. $CH_3-CHOH-COOH$

☐ គ. $HOOC-CHOH-COOH$ ☐ ឃ. $CH_3-CH_2-COOH$

2. គេមានអ៊ីសូមែពីរ : $CH_3-O-CH_3$ និង $CH_3-CH_2OH$ ។ តើនេះជាអ៊ីសូមែប្រភេទអ្វី ?

☐ ក. ខ្សែកាបូន ☐ ខ. ទ្រង់ទ្រាយ ☐ គ. ទីតាំង ☐ ឃ. នាទី

II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យមានន័យត្រឹមត្រូវ

1. ម៉ូលេគុលអាចប្លែងពី . . . . . . . . មួយទៅមួយទៀត ដោយមានការផ្ដាច់និងបង្កើតឡើងវិញនូវសម្ព័ន្ធ ។

2. ម៉ូលេគុលអាចប្លែងពី . . . . . . . . . មួយទៅមួយទៀតដោយមិនមានការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ ។

III. លំហាត់

1. តើអ្វីទៅជាភាពខុសគ្នារវាងអ៊ីសូមែប្លង់និងអ៊ីសូមែលំហ ?

2. តើប្រភេទទាំងពីរនៃអ៊ីសូមែលំហមានអ្វីខ្លះ ? តើវាខុសគ្នាដោយសារអ្វី ?

3. តើទ្រង់ទ្រាយដែលសិប់ជាងគេនៃអេតានគឺអ្វី ?

4. តើប្រភេទទាំងពីរនៃអ៊ីសូមែ រូបសណ្ឋានមានអ្វីខ្លះ ?

5. សមាសធាតុមួយមានរូបមន្ត : $CH_3-CH_2-CHCl-COOH$ ។ តើវាអាចមានអ៊ីសូមែរូបសណ្ឋានឬទេ ? បើមានចូរពន្យល់និងបញ្ជាក់ប្រភេទអ៊ីសូមែនោះ ។

6. ចូរសរសេរអ៊ីសូមែប្លង់នៃក្លរ៉ូប៊ុយតាន ព្រមទាំងឱ្យឈ្មោះវាផង ។ អ៊ីសូមែមួយក្នុងចំណោមនោះជាម៉ូលេគុលគីរ៉ាល់ ។ តើណាមួយ ? ចូរសរសេរគូអេណង់ទ្យូមែរបស់វា ។

7. ក. ចូរសរសេររូបមន្តស្ទើរលាតនៃសមាសធាតុដូចតទៅ : មេទីលប្រូប៉ែន ប៊ុង់ -2- អែន 2- មេទីលប៊ុង់ -2- អែន 1, 2- ឌីក្លរ៉ូប្រូប៉ែន និងអិច -3- អែន ។

ខ. ក្នុងចំណោមសមាសធាតុខាងលើ តើណាខ្លះដែលមានអ៊ីសូមែ Z-E ?
ចូរសរសេរគូអ៊ីសូមែទាំងនោះ ។

# ជំពូកទី 7 គីមីសរីរាង្គ

នៅថ្នាក់ទី 10 យើងបានសិក្សាពីអ៊ីដ្រូកាបួ ដែលជាអង្គធាតុសរីរាង្គបង្កដោយ C និង H ។ នៅពេលនេះយើងសិក្សាពីអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមានធាតុអុកស៊ីសែនថែមទៀត ។

ក្លិននៃអាហារខាងលើ បានមកពីអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមានអាតូមអុកស៊ីសែនក្នុងម៉ូលេគុល ។ តើម៉ូលេគុលអង្គធាតុសរីរាង្គដែលមានអុកស៊ីសែនទាំងនេះមានលក្ខណៈសំគាល់ដូចម្ដេចខ្លះ?

មេរៀនទី

# 1 អាល់កុលនិងអេទែ

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ញែកសំគាល់រវាងអាល់កុលនិងអេទែតាមរយៈរូបមន្ត ។
- សរសេរ និងហៅឈ្មោះអាល់កុលនិងអេទែ ។
- ញែកសំគាល់ថ្នាក់ទាំងបីនៃអាល់កុល ។
- ពណ៌នាពីលក្ខណៈរូបនិងលក្ខណៈគីមី ទង្វើនិងបម្រើបម្រាស់នៃអាល់កុល អេទែ និងប៉ូលីអាល់កុលមួយចំនួន ។

## អាល់កុល

## 1. និយមន័យ

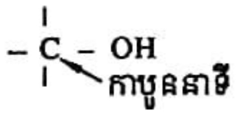
### 1.1. បង្គុំនាទីអាល់កុល

អេតាណុលដែលយើងនិយមហៅថា អាល់កុលមានរូបមន្ត $C_2H_5OH$ វាមានទម្រង់ម៉ូលេគុលដូចអេតាន ($C_2H_5 - H$) ដែរ ប៉ុន្តែខុសគ្នាដោយការជំនួសអាតូម H មួយដោយក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល (–OH) ។ វត្តមាននៃក្រុម(–OH) ធ្វើឱ្យអេតាណុលចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មគីមីជាច្រើន ខុសប្លែកពីអេតាន ។ ក្រុម –OH នេះមានឈ្មោះថា **បង្គុំនាទីអាល់កុល** ។ អាតូមកាបូនដែលភ្ជាប់នឹងបង្គុំនាទីមានឈ្មោះថា **កាបូននាទី** ។

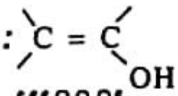
### 1.2. និយមន័យ

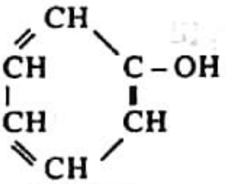
អាល់កុលគឺជាសមាសធាតុសរីរាង្គ ដែលមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល (–OH) ភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូមកាបូនចតុមុខ ។

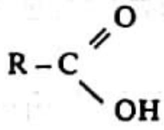
តំនួសបំប្រួញតាងអាល់កុល




***សំគាល់ :*** កាលណាក្រុម (–OH) ភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូម C ដែលមិនចតុមុខ សមាសធាតុនោះមិនមែនជាអាល់កុលទេ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** 
អេណុល


ផេណុល


អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

សមាសធាតុទាំងបីខាងលើមិនមែនជាអាល់កុលទេ ។ លក្ខណៈរបស់ក្រុម –OH ត្រូវប្រែប្រួលដោយសារវត្តមាននៃប្រភេទសម្ព័ន្ធផ្សេងទៀត ។

## 2. អាល់កុលស្រឡាយអាល់កាន ឬម៉ូណូអាល់កុលឆ្អែត

### 2.1. រូបមន្តទូទៅ

អាល់កុលស្រឡាយអាល់កាន បានមកពីការជំនួសអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយនៃអាល់កានដោយក្រុម –OH មានរូបមន្តទូទៅ $C_nH_{2n+1}-OH$ ឬ $C_nH_{2n+2}O$ ។

ម៉ូលេគុលអាល់កុលប្រភេទនេះ មានបង្គុំនាទីអាល់កុលតែមួយ និងមានសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ទោលទាំងអស់ ដូច្នេះហើយបានជាគេហៅថា **ម៉ូណូអាល់កុលឆ្អែត** ។

### 2.2. នាមវលីអន្តរជាតិ (IUPAC)

ឈ្មោះអាល់កុលបានមកពីឈ្មោះអាល់កាន និងបន្ថែមបច្ច័យបទ អុល ។

**វិធានហៅឈ្មោះ :**

- ជ្រើសរើសខ្សែមេ គឺខ្សែដែលមានកាបូនច្រើនជាងគេ ហើយផ្ទុកក្រុម –OH
- ចុះលេខឱ្យអាតូមC ខ្សែមេដោយចាប់ផ្ដើមពីអាតូមកាបូនចុងខ្សែដែលនៅជិតក្រុម –OH ជាងគេ
- ឈ្មោះអាល់កុល= ឈ្មោះអាល់កាន+ រជ្ជុសញ្ញា(-)+លេខកាបូននាទី+ រជ្ជុសញ្ញា(-)+អុល ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$\overset{3}{C}H_3-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}H_2OH$
ប្រូប៉ាន –1– អុល

$\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}HOH-\overset{3}{C}H_2-\overset{4}{C}H_3$
ប៊ុយតាន –2– អុល

$\overset{5}{C}H_3-\overset{4}{C}H(CH_3)-\overset{3}{C}H_2-\overset{2}{C}H(\overset{1}{C}H_2OH)-CH_3$
2, 4 – ឌីមេទីលប៉ង់តាន –1– អុល

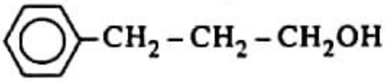
**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរហៅឈ្មោះអាល់កុលខាងក្រោម

ក. $CH_3-CH_2-CH_2-CHOH-CH_3$

ខ. $CH_3-CH_2-CH(CH_2OH)-CH_2-CH_3$

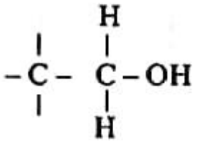
គ. $CH_3-CH(CH_2-CH_3)-CH(CH_3)-CHOH-CH_3$

ឃ. 

## 3. ថ្នាក់ឆាំងចិនៃអាល់កុល

គេចែកអាល់កុលជាបីថ្នាក់ដោយផ្អែកទៅតាមចំនួនអាតូមកាបូន ដែលភ្ជាប់ជាមួយ C នាទី:

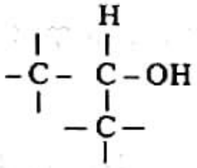
អាល់កុលថ្នាក់ I : មានអាតូមកាបូន 1 ភ្ជាប់នឹងអាតូម C នាទី




ឬ $R-CH_2OH$ (R ជាក្រុមអាល់គីល)

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-OH$ $CH_3-CH_2OH$ $CH_3-CH_2-CH_2OH$ ជាអាល់កុលថ្នាក់ I ។

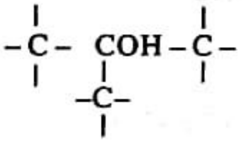
អាល់កុលថ្នាក់ II : មានអាតូមកាបូន 2 ភ្ជាប់នឹងអាតូម C នាទី




ឬ $R_1-CH(OH)-R_2$ ឬ $R_1-CHOH-R_2$

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-CHOH-CH_3$ (ប្រូប៉ាន -2- អុល) $CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$ (ប៊ុយតាន -2- អុល) ជាអាល់កុលថ្នាក់ II

អាល់កុលថ្នាក់ III : មានអាតូមកាបូន 3 ភ្ជាប់នឹងអាតូម C នាទី ។




ឬ $R_1-COH(R_2)-R_3$

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$ 2- មេទីលប្រូប៉ាន -2- អុល ជាអាល់កុលថ្នាក់ III

***សំគាល់ :*** លេខដែលបញ្ជាក់ទីតាំងអាតូមកាបូននាទី មិនអាចឱ្យយើងដឹងបានពីថ្នាក់អាល់កុលទេ លើកលែងតែទីតាំងលេខ 1 ដែលត្រូវនឹងអាល់កុលថ្នាក់ I ។

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរបញ្ជាក់ថ្នាក់នៃអាល់កុលខាងក្រោម :

ក. $CH_3-COH(CH_3)-C_2H_5$ ខ. $C_2H_5-CHOH-C_2H_5$ គ. $C_2H_5-CH(CH_3)-CH_2OH$

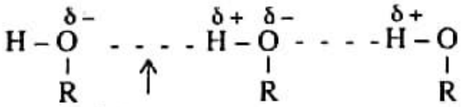
## 4. លក្ខណៈរូប

តារាងទី 1 : លក្ខណៈរូបរបស់អាល់កុលមួយចំនួន

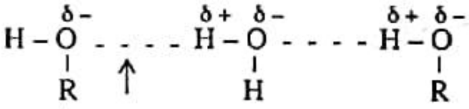
| ចំនួន C (n) | រូបមន្តម៉ុល $C_nH_{2n+1}OH$ | រូបមន្តស្នើរលាត | នាមវលី IUPAC | សីតុ. រលាយ | សីតុ.រំពុះ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $CH_3OH$ | $CH_3OH$ | មេតាណុល | −97°C | 64.5°C |
| 2 | $C_2H_5OH$ | $CH_3-CH_2OH$ | អេតាណុល | −114°C | 78.3°C |
| 3 | $C_3H_7OH$ | $CH_3-CH_2-CH_2OH$ | ប្រូប៉ាន-1-អុល | −126°C | 97.2°C |
| | | $CH_3-CHOH-CH_3$ | ប្រូប៉ាន-2-អុល | −89°C | 82°C |
| 4 | $C_4H_9OH$ | $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ | ប៊ុយតាន-1-អុល | −90°C | 117.7°C |
| | | $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$ | 2- មេទីលប្រូប៉ាន-1-អុល | −108°C | 108°C |
| | | $CH_3-CH_2-CHOH-CH_3$ | ប៊ុយតាន -2-អុល | −115°C | 100°C |
| | | $CH_3-C(CH_3)OH-CH_3$ | 2- មេទីលប្រូប៉ាន-2-អុល | 25°C | 83°C |

| រូបមន្ត | ម៉ាសម៉ូល M | សីតុ រំពុះ °C |
|---|---|---|
| $CH_3-CH_3$ | $30g\cdot mol^{-1}$ | −28.6 |
| $CH_3-OH$ | $32g\cdot mol^{-1}$ | +64.7 |

- មេតាណុល អេតាណុល ប្រូប៉ាណុលជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌រលាយក្នុងទឹកគ្មានកំណត់ ។ កាលណាខ្សែកាបូនកាន់តែវែង លក្ខណៈរូបរបស់អាល់កុលកាន់តែស្រដៀងទៅនឹងអ៊ីដ្រូកាបួ ហើយភាពរលាយក្នុងទឹករបស់វាថយចុះ ។ អាល់កុលដែលមានអាតូម C លើសពី 10 មិនរលាយក្នុងទឹកទេ ។
- អាល់កុលមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ បើប្រៀបធៀបទៅនឹងសមាសធាតុសរីរាង្គផ្សេងៗទៀតដែលមានម៉ាសម៉ូលប្រហែលគ្នា នេះបណ្តាលមកពីវត្តមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលអាល់កុល - អាល់កុល ។
- ភាពរលាយយ៉ាងខ្លាំងក្នុងទឹក គឺបណ្តាលមកពីវត្តមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលអាល់កុល - ទឹក ។



សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលអាល់កុល



សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលអាល់កុលនិងទឹក

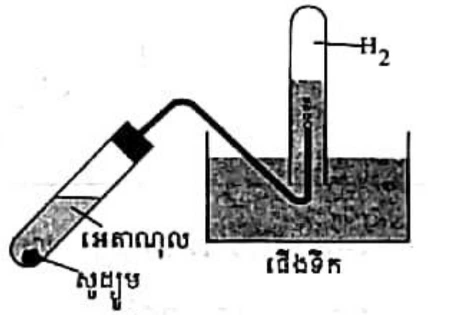
សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនទាំងនេះ បង្កើតជាកម្លាំងភ្ជាប់ រវាងម៉ូលេគុលអាល់កុលដែលនាំឱ្យសីតុណ្ហភាពរំពុះកើន ។ ចំណែកឯក្នុងម៉ូលេគុលផ្សេងៗទៀត ដូចជាក្នុង $CH_3-CH_3$ មិនមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនទេ ដែលនាំឱ្យមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាប ។ សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាសម្ព័ន្ធមួយខ្សោយ បើធៀបនឹងសម្ព័ន្ធផ្សេងទៀត ។ សម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនត្រូវបានបាត់ក្នុងភាពចំហាយ ។

## 5. លក្ខណៈគីមី

អាល់កុលចូលរួមប្រតិកម្មជាច្រើន ដែលកើតឡើងដោយការផ្តាច់សម្ព័ន្ធ អុកស៊ីសែន-អ៊ីដ្រូសែន ($-O\downarrow H$) ឬការផ្តាច់សម្ព័ន្ធកាបូន-អុកស៊ីសែន ($-C\downarrow OH$) ។

### 5.1. រេដុកម្មអាល់កុលដោយសូដ្យូម

បើគេដាក់ដុំសូដ្យូមឱ្យមានអំពើជាមួយអេតាណុលអានីត គេឃើញមានបំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន និងផលិតផលមួយដែលរលាយដោយភាគនៅក្នុងបរិមាណអេតាណុលលើស ។ បើគេបង្ហួតអេតាណុលចេញ គេបានអង្គធាតុរឹងពណ៌ស គឺជាសូដ្យូមអេតាណូឡាត(ឬសូដ្យូមអេតាណុកស៊ីត) ។




រូបទី 1.1 : អំពើរវាងអេតាណុល និងសូដ្យូម

សមីការតុល្យការ: $2CH_3-CH_2OH+2Na \longrightarrow 2CH_3-CH_2ONa+H_2$

សូដ្យូមអេតាណូឡាត

***សំគាល់*** : គេត្រូវប្រើអេតាណុលអានីត បើមិនដូច្នេះទេ សូដ្យូមនឹងចូលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយទឹកមុនដោយបំភាយអ៊ីដ្រូសែន ។ ប្រតិកម្មនេះងាយសំគាល់បានដោយកើតមានចំហេះ ។ សូដ្យូមអេតាណូឡាតជាសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង ដែលផ្សំដោយអ៊ីយ៉ុងអេតាណូឡាត ($CH_3-CH_2O^-$) និងអ៊ីយ៉ុងសូដ្យូម ( $Na^+$ ) ។ តុល្យការនៃប្រតិកម្មខាងលើត្រូវនឹង កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិចពីរ :

$$CH_3-CH_2OH+1e^- \longrightarrow CH_3-CH_2O^- +\tfrac{1}{2}H_2 \quad \text{និង} \quad Na \longrightarrow Na^+ +1e^-$$

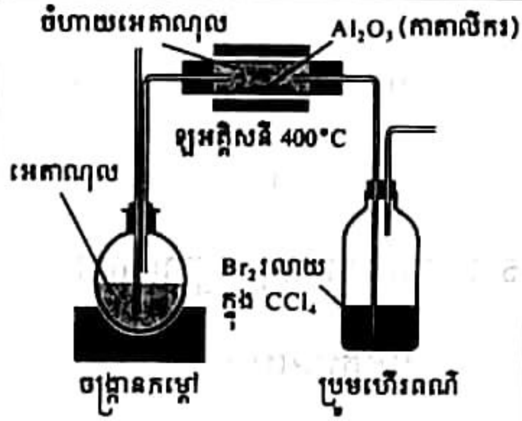
**ជាទូទៅ** : អាល់កុលគ្រប់ថ្នាក់មានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូម ដោយអាល់កុលរងរេដុកម្មជាអ៊ីយ៉ុងអាល់កូឡាតនិងបំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។

$$-\overset{|}{\underset{|}{C}}-OH + Na \longrightarrow -\overset{|}{\underset{|}{C}}-O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$$

អាល់កុល　　　　　　　អ៊ីយ៉ុងអាល់កុក្សាត

## ៥.២. ប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មអេតាណុល

### ក. ដកទឹក 1 ម៉ូលេគុលពី 1 ម៉ូលេគុលអាល់កុល



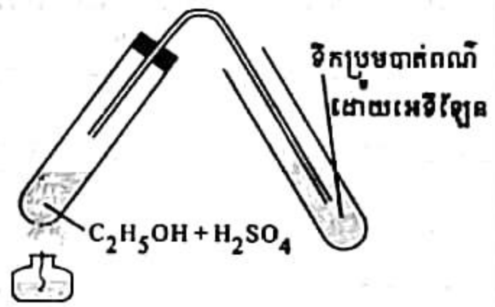

*រូបទី 1.2 : ប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មអេតាណុល និងអត្តសញ្ញាណកម្មអេទីឡែន*

- បើគេឱ្យចំហាយអេតាណុលឆ្លងកាត់អាលុយមីនដែលកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាព 400°C អេតាណុលបំបែកជាអេទីឡែន និងទឹក ។

$$\underset{\boxed{H \quad\quad OH}}{CH_2-CH_2} \xrightarrow[400°C]{Al_2O_3} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

- គេទទួលបានលទ្ធផលដូចគ្នា បើគេ កម្តៅល្បាយអេតាណុល និង $H_2SO_4$ ខាប់នៅ សីតុណ្ហភាព 180°C ។

$$CH_2-CH_2OH \xrightarrow[180°C]{H_2SO_4 \text{ ខាប់}} CH_2 = CH_2 + H_2O$$




*រូបទី 1.3 : ដេស៊ីដ្រាតកម្មអេតាណុលជាអេទីឡែនដោយបង្កើរពណ៌ទឹកប្រូម*

***សំគាល់ :*** គេធ្វើអត្តសញ្ញាណកម្មអេទីឡែន ដោយការបង្កើរពណ៌ទឹកប្រូម ។

### ខ. ដកទឹក 1 ម៉ូលេគុលពី 2 ម៉ូលេគុលអាល់កុល

ក្នុងករណីទាំងពីរខាងលើ ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពមិនសូវខ្ពស់ គេនឹងទទួលបានផលិតផលផ្សេង :

$$C_2H_5-OH + HO-C_2O_5 \xrightarrow[250°C]{Al_2O_3} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

$$C_2H_5-OH + HO-C_2H_5 \xrightarrow[140°C]{H_2SO_4 \text{ ខាប់}} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$$

　　　　　　　　　　　　　　　　　អេតុកស៊ីអេតាន ឬឌីអេទីលអេទែ

អេតុកស៊ីអេតាន ជាសមាសធាតុសរីរាង្គមួយដែលស្ថិតក្នុងក្រុមអេទែ $(R_1-O-R_2)$ ។

## 5.3. ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែន

អាល់កុលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែន (HX) បង្កើតបានជាអាល់គីលអាឡូសែន ។

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

អាល់កុល អ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែន អាល់គីលអាឡូសែន

***ឧទាហរណ៍*** : $CH_3-CH_2OH + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2Br + H_2O$

អេតាណុល អ៊ីដ្រូសែនប្រូម អេទីលប្រូម ឬប្រូម៉ូអេតាន

$$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H-CH_3 + H_2O$$

ប្រូប៉ាន -2- អុល 2- ក្លរ៉ូប្រូប៉ាន

## 5.4. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មអាល់កុល

### ក. ប្រតិកម្មចំហេះ

ប្រតិកម្មចំហេះសព្វនៃអេតាណុល បង្កើតបានជាទឹកនិងកាបូនឌីអុកស៊ីត

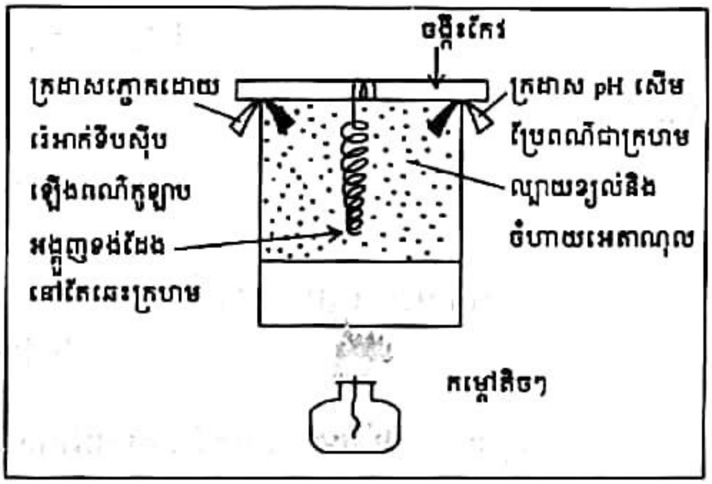
សមីការតុល្យការ : $C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

### ខ. អុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលនៃអេតាណុល

អុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលជាអុកស៊ីតកម្ម ដែលមិនធ្វើឱ្យមានកំណែប្រែដល់ខ្សែកាបូននៃម៉ូលេគុលទេ ឯចំហេះគឺជាអុកស៊ីតកម្មដែលបំផ្លាញខ្សែកាបូន ។ អុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលអាចប្រព្រឹត្តទៅក្នុងផាសចំហាយនិងផាសរាវ ។

- អុកស៊ីតកម្មអេតាណុលក្នុងផាសចំហាយៈពិសោធន៍ចង្កៀងគ្មានអណ្តាតភ្លើង

***ពិសោធន៍*** : គេដាក់អេតាណុលក្នុងកែវបេស៊ែ រួចកម្តៅតិចៗដែលធ្វើឱ្យក្នុងកែវបេស៊ែមានល្បាយខ្យល់និងចំហាយអេតាណុល ។ បន្ទាប់មកដាក់អង្គញទង់ដែងដែលដុតឡើងក្រហមឱ្យជិតប៉ះផ្ទៃស្រឡះនៃអេតាណុលនៅក្នុងកែវបេស៊ែនោះ ។




សង្កេត : អង្គញទង់ដែងនៅតែឆេះក្រហមដដែល ដោយអេតាណុលទទួលអុកស៊ីតកម្ម ហើយថាមពលដែលចេញពីប្រតិកម្មបានធ្វើឱ្យខ្សែ Cu នៅតែឡើងក្រហម ។

**អត្តសញ្ញាណអង្គធាតុកកើត**

- រ៉េអាក់ទីបស៊ីបឡើងពណ៌ក្លូឡាបបញ្ជាក់ពីវត្តមានអាល់ដេអ៊ីត ។
- ក្រដាស pH ប្រែពណ៌ជាក្រហម បញ្ជាក់ពីវត្តមាន អាស៊ីត ។

សមីការតុល្យការ :

$$\underset{\text{អេតាណុល}}{2CH_3\cdot CH_2OH} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{អេតាណាល់}}{2CH_3-CHO} + 2H_2O$$

$$\underset{\text{អេតាណាល់}}{2CH_3\cdot CHO} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិចអាស៊ីតអាសេទិច}}{2CH_3-COOH}$$

- អេតាណាល់ជាសមាសធាតុសរីរាង្គដែលស្ថិតក្នុងក្រុមអាល់ដេអ៊ីត ($R-C(=O)H$) ។
- អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិចជាសមាសធាតុសរីរាង្គដែលស្ថិតក្នុងក្រុមអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ($R-C(=O)OH$) ។

***សំគាល់ :*** រ៉េអាក់ទីបស៊ីប( មើលក្នុងបទានុក្រម )

**គូរេដុក ដែលចូលរួមប្រតិកម្ម**

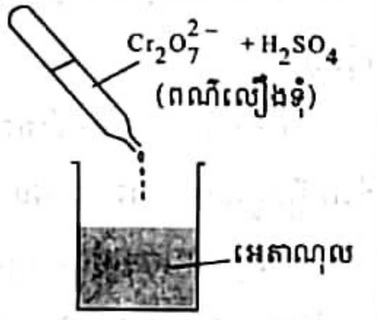
អេតាណុល អាចរងអុកស៊ីតកម្មជាអេតាណាល់ រួចបន្តជាអាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច ។ យើងអាចព្យាករណ៍ប្រតិកម្មតាមតម្លៃប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដាអុកស៊ីដូរេដុកម្មនៃគូខាងក្រោម :

| គូរេដុក | E°(V) | កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិច |
|---|---|---|
| $CH_3CHO/CH_3CH_2OH$ | 0.19 | $CH_3CHO + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons CH_3-CH_2OH$ |
| $CH_3COOH/CH_3CH_2OH$ | 0.03 | $CH_3COOH + 4H^+ + 4e^- \rightleftharpoons CH_3-CH_2OH + H_2O$ |
| $CH_3COOH/CH_3CHO$ | –0.12 | $CH_3COOH + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons CH_3-CHO + H_2O$ |

អេតាណុលរងអុកស៊ីតកម្មដោយអុកស៊ីតករនៃគូ ដែលមានប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា ខ្ពស់ជាងតម្លៃនៃគូខាងលើ ។

- អុកស៊ីតកម្មអេតាណុលក្នុងជាសរាវ

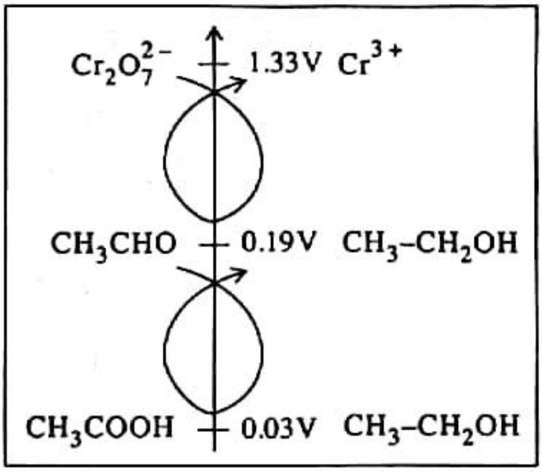
***ពិសោធន៍ :*** បន្តក់សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាត ($K_2Cr_2O_7$) ដែលមានលាយ $H_2SO_4$ ពីរឬបីតំណក់ទៅក្នុងអេតាណុល ។



*អេតាណុលគ្មានពណ៌ប្រែជាពណ៌បៃតង*

សង្កេត : ពណ៌លឿងទឹកក្រូចរបស់អ៊ីយ៉ុង$Cr_2O_7^{2-}$ បានបាត់ហើយលេចចេញនូវពណ៌បៃតងរបស់អ៊ីយ៉ុង $Cr^{3+}$ ។

- អង្គធាតុដែលកកើតបានធ្វើឱ្យរ៉េអាក់ទីបស៊ីបឡើងពណ៌កូឡាប ។
- ក្នុងករណីប្រើអុកស៊ីតករលើសអង្គធាតុកកើតមិនធ្វើឱ្យរ៉េអាក់ទីបស៊ីបឡើងពណ៌កូឡាបទេ ។




***ចំណោះស្រាយ*** **:** ដោយប្រៀបធៀបតម្លៃប៉ូតង់ស្យែលនៃគូ ($Cr_2O_7^{2-}$ /$Cr^{3+}$ ) និងគូ ($CH_3CHO$/ $CH_3\text{–}CH_2OH$) យើងសន្និដ្ឋានថាអេតាណុលរងអុកស៊ីតកម្មជាអេតាណាល់ ដោយអ៊ីយ៉ុងប៊ីក្រូម៉ាត ($Cr_2O_7^{2-}$ ) ។ កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិច :

$$\begin{array}{ll} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O & \times 1 \\ CH_3\text{–}CH_2OH \longrightarrow CH_3CHO + 2H^+ + 2e^- & \times 3 \end{array}$$

សមីការតុល្យការ : $3CH_3\text{–}CH_2OH + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3CH_3CHO + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

ប្រសិនបើបរិមាណអុកស៊ីតករលើស គេមិនឃើញកកើតអេតាណាល់ទេ អេតាណុលត្រូវបំលែងទាំងស្រុងជាអាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច ។ កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិច :

$$\begin{array}{ll} Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O & \times 2 \\ CH_3\text{–}CH_2OH + H_2O \longrightarrow CH_3COOH + 4H^+ + 4e^- & \times 3 \end{array}$$

សមីការតុល្យការ :$3CH_3\text{–}CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 3CH_3COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$

***សំគាល់ :*** គេក៏អាចប្រើអុកស៊ីតករអ៊ីយ៉ុងពែម៉ង់កាណាត ($MnO_4^-$ ) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតដែរ ។

$MnO_4^-$ /$Mn^{2+}$ $E° = 1.51V$ (អ៊ីយ៉ុង$MnO_4^-$ មានពណ៌ស្វាយ អ៊ីយ៉ុង$Mn^{2+}$ មានពណ៌ស៊ីជំពូ)

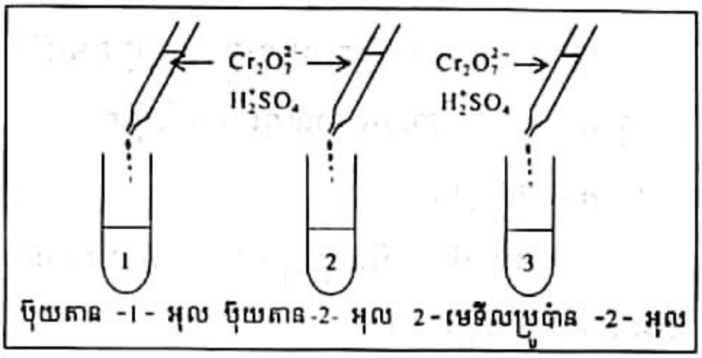
$Cr_2O_7^{2-}$ ជាអុកស៊ីតករខ្សោយជាង $MnO_4^-$ ។ គេជ្រើសយកអុកស៊ីតករ$Cr_2O_7^{2-}$ មកប្រើគឺដើម្បីទទួលបានអេតាណាល់ ។

ដូច្នេះទៅតាមល័ក្ខខ័ណ្ឌនៃការពិសោធ អេតាណុលអាចរងអុកស៊ីតកម្មជាអេតាណាល់ ឬជាអាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច ឬក៏ជាល្បាយនៃអង្គធាតុទាំងពីរ ។

## គ. ការប្រៀបធៀបអុកស៊ីតកម្មនៃអាល់កុលទាំងបីថ្នាក់ : អុកស៊ីតកម្មនៃ $C_4H_9OH$

យើងប្រើអាល់កុលបីប្រភេទ : ប៊ុយតាន –1– អុល (អាល់កុលថ្នាក់I) ប៊ុយតាន –2– អុល (អាល់កុលថ្នាក់II) និង 2–មេទីលប្រូប៉ាន –2– អុល (អាល់កុលថ្នាក់III) ។

ពិសោធន៍ : ការពិសោធប្រព្រឹត្តទៅដូចក្នុងករណីអេតាណុលដែរ :




- រៀបចំបំពង់សាកបីដែលមានដាក់អាល់កុលរៀងគ្នាគឺអាល់កុលថ្នាក់ I , II និង III ។
- បន្តក់សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាតដែលមានបន្ថែម $H_2SO_4$ ពីរ បី ដំណក់ទៅក្នុងបំពង់សាកនីមួយៗ ។

សង្កេត : បំពង់សាកទី ① ប្រែជាពណ៌បៃតង និងធ្វើឱ្យរ៉េអាក់ទីបស៊ីបឡើងពណ៌កូឡាបដែលបញ្ជាក់ថាជាអាល់ដេអ៊ីត ។ បើគេដាក់អុកស៊ីតករលើស រ៉េអាក់ទីបស៊ីបមិនប្រែពណ៌ មានន័យថាមិនមានអាល់ដេអ៊ីតទេ ។

- បំពង់សាកទី ② ប្រែជាពណ៌បៃតងដែរ ប៉ុន្តែមិនមានអំពើជាមួយរ៉េអាក់ទីបស៊ីបទេ តែមានប្រតិកម្មជាមួយ 2, 4 – DNPH ឱ្យកករពណ៌លឿងបញ្ជាក់ថាជាសេតូន ។
  សេតូនជាសមាសធាតុសរីរាង្គដែលមានរូបមន្តទូទៅ ($R_1-\underset{\|}{C}-R_2$ , O) ($R_1$ និង $R_2$ អាចដូចគ្នា) ។
- បំពង់សាកទី ③ ពណ៌របស់អ៊ីយ៉ុង $Cr_2O_7^{2-}$ ស្ថិតនៅដដែល ។
  សំគាល់ : រ៉េអាក់ទីប 2, 4 – DNPH (មើលក្នុងបទានុក្រម )

***សន្និដ្ឋាន :*** ក្នុងបំពង់សាកទី ① និង ② អ៊ីយ៉ុង $Cr_2O_7^{2-}$ បានរងរេដុកកម្មជា $Cr^{3+}$ ដូច្នេះ អាល់កុលថ្នាក់ I និង II មានលក្ខណៈជារេដុករ ឯអាល់កុលថ្នាក់ III មិនមានលក្ខណៈនេះទេ ។ ចំពោះប៊ុយតាន – 1 – អុលគេទទួលបានលទ្ធផលដូចអេតាណុលដែរ ។

សមីការតុល្យការ :

$$3C_3H_7-CH_2OH + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3C_3H_7-CHO + 7H_2O$$

ប៊ុយតាន-1-អុល ប៊ុយតាណាល់

ជាមួយអុកស៊ីតករលើស ប៊ុយតាន – 1 – អុលទទួលអុកស៊ីតកម្មជាអាស៊ីតប៊ុយតាណូអ៊ិច ។

$$3C_3H_7-CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 3C_3H_7 COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

ចំពោះប៊ុយតាន – 2 – អុលរងអុកស៊ីតកម្មដោយអ៊ីយ៉ុង $Cr_2O_7^{2-}$ ជាប៊ុយតាន – 2 – អូន :

$$3C_2H_5-CHOH-CH_3 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3C_2H_5-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 7H_2O$$

ប៊ុយតាន-2-អុល ប៊ុយតាន-2-អូន (សេតូន)

ចំពោះអាល់កុលថ្នាក់ III មិនរងអុកស៊ីតកម្មទេ ។

### ឃ. ជាទូទៅ

នៅចំពោះមុខអុកស៊ីតករមួយក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត (ឧទាហរណ៍ $Cr_2O_7^{2-}$ )អាចឱ្យយើងសំគាល់បាននូវលក្ខណៈខុសគ្នារវាងអាល់កុលទាំងបីថ្នាក់ :

- អាល់កុលថ្នាក់I

ករណីអុកស៊ីតករមិនគ្រប់គ្រាន់ : អាល់កុលថ្នាក់I រងអុកស៊ីតកម្មជាអាល់ដេអ៊ីត និងមួយផ្នែកជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។

$$R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H \xrightarrow{[O]} R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH$$

ករណីអុកស៊ីតករលើស : អាល់កុលថ្នាក់I រងអុកស៊ីតកម្មជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

$$R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH$$

- អាល់កុលថ្នាក់II រងអុកស៊ីតកម្មជាសេតូន

$$R_1-CHOH-R_2 \xrightarrow{[O]} R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_2$$

- អាល់កុលថ្នាក់III មិនរងអុកស៊ីតកម្មទេ ។

*សំគាល់* : ករណីដែលអុកស៊ីតករខាប់ខ្លាំងនិងប្រើក្នុងបរិមាណលើស ព្រមទាំងមានការដុតកម្ដៅផង ប្រតិកម្មនិងទៅហួសអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលដោយខ្សែកាបូនត្រូវដាច់ ។ ពេលនោះអាល់កុលថ្នាក់III រងអុកស៊ីតកម្ម ហើយបង្កើតបានជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចច្រើនប្រភេទ ។

### ង. ប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រូសែនកម្ម

ប្រសិនបើគេឱ្យចំហាយអេតាណុលឆ្លងកាត់កាតាលីករ Cu ដែលដុតកម្ដៅនៅសីតុណ្ហភាពប្រហែល 300°C ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគ្មានខ្យល់ គេទទួលបានអេតាណាល់ ។

$$\underset{\text{អេតាណុល}}{CH_3-CH_2OH} \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} \underset{\text{អេតាណាល់}}{CH_3-CHO} + H_2$$

- តាមវិធីដូចគ្នានេះដែរ បើគេប្រើប្រូប៉ាន −2− អុល គេទទួលបានប្រូប៉ាណូន

$$\underset{\text{ប្រូប៉ាន}-2-\text{អុល}}{CH_3-CHOH-CH_3} \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} \underset{\text{ប្រូប៉ាណូន}}{CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3} + H_2$$

ជាទូទៅ : ដេស៊ីដ្រូសែនកម្ម អាល់កុលថ្នាក់I បង្កើតបានជាអាល់ដេអ៊ីត

$$R-CH_2OH \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H + H_2$$

អាល់កុលថ្នាក់ I　　　　អាល់ដេអ៊ីត

ដេស៊ីដ្រូសែនកម្ម អាល់កុលថ្នាក់II បង្កើតបានសេតូន

$$R_1-CHOH-R_2 \xrightarrow[300^\circ C]{Cu} R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_2 + H_2$$

អាល់កុលថ្នាក់ II　　　　សេតូន

# ៦. ឧទ្ទៃអាល់កុលនិងបម្រើបម្រាស់

## ៦.១. អ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែន

វិធីទូទៅក្នុងឧធ្វើអាល់កុល គឺអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែនដែលផ្តល់បរិមាណគ្រប់គ្រាន់សម្រាប់តម្រូវការក្នុងឧស្សាហកម្ម ។

### ក. អ៊ីដ្រាតកម្មអេទីឡែន ($CH_2 = CH_2$)

ក្នុងឧស្សាហកម្មគេធ្វើអេតាណុល ដោយឱ្យអេទីឡែនមានអំពើជាមួយចំហាយទឹកនៅសីតុណ្ហភាព 250°C សម្ពាធ 60atm និងមានកាតាលីករជាអាស៊ីតស៊ុលផួរិចឬអាស៊ីតផូស្វរិច ($H_3PO_4$) ។

សមីការតុល្យការ :　$\underset{\text{អេទីឡែន}}{CH_2 = CH_2} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{អេតាណុល}}{CH_3-CH_2OH}$

ប្រតិកម្មនេះមានទិន្នផលទាប ។ ប៉ុន្តែ នេះជាវិធីមួយសំខាន់ព្រោះអេទីឡែន ជារូបធាតុដើមសម្បូណ៌ និងមានតម្លៃថោក ដោយវាជាផលិតផលមួយនៃបំណិតប្រេងកាត ។

### ខ. អ៊ីដ្រាតកម្មប្រូប៉ែន ($CH_3-CH = CH_2$)

- នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌប្រហាក់ប្រហែលគ្នានិងអេទីឡែនដែរ ប្រូប៉ែនរងអ៊ីដ្រាតកម្មឱ្យអាល់កុលពីរ គឺប្រូប៉ាន –2– អុល ដែលមានបរិមាណយ៉ាងច្រើន និងប្រូប៉ាន –1– អុល ដែលមានបរិមាណតិចតួច ។ ដូច្នេះគេតាងសមីការប្រតិកម្មដោយ :

$$\underset{\text{ប្រូប៉ែន}}{CH_3-CH = CH_2} + H_2O \longrightarrow \underset{\text{ប្រូប៉ាន-2- អុល}}{CH_3-CHOH-CH_3}$$

### គ. អ៊ីដ្រាតកម្មនៃ 2– មេទីលប្រូប៉ែន ($CH_3-C(CH_3) = CH_2$)

- ដូចគ្នានេះដែរអ៊ីដ្រាតកម្មនេះបានផ្តល់អាល់កុលថ្នាក់ III

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}OH-CH_3$$

2-មេទីលប្រូប៉ាន-2- អុល

ជាទូទៅ :កាលណាគេធ្វើអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែនមួយ ដែលនាំឱ្យកកើតអាល់កុលពីរប្រភេទ ផលិតផលដែលទទួលបាន គឺអាល់កុលដែលមានថ្នាក់ខ្ពស់ ។

ដូច្នេះ អាល់កុលទាំងអស់មិនមែនបានមកតាមវិធីអ៊ីដ្រាតកម្មអាល់សែនទេ ។

## ៦.2. ទង្វើអាល់កុលតាមវិធីផ្សេងទៀត

### ក. ទង្វើមេតាណុល

ក្នុងឧស្សាហកម្មមេតាណុលត្រូវធ្វើឡើងតាមប្រតិកម្ម : $CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$

ប្រតិកម្មនេះសម្រេចបាននៅសីតុណ្ហភាពប្រមាណ 400°C សម្ពាធប្រហែល 200atm និងមានកាតាលីករ ។

### ខ. ទង្វើអេតាណុល

គេអាចធ្វើអេតាណុល ដោយល្បើងអាល់កុលនៃគ្លុយកូស ឬព្រុចតូលដែលជាអ៊ីសូមែមួយនៃគ្លុយកូស ($C_6H_{12}O_6$) ។

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[30°C]{\text{កាតាលីករ}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

កាតាលីករ គឺជាអង់ស៊ីមដែលបញ្ចេញដោយមេដំបែ ដែលជាផ្សិតមីក្រូសរាង្គកាយមានជីវិតរស់នៅលើសំបកផ្លែឈើ ។ ការណ៍នេះហើយដែលអាចឱ្យគេពន្យល់បានពីល្បើងតាមធម្មជាតិនៃទឹកដមផ្លែឈើ ដែលមានរសផ្អែមដោយសារវត្តមាននៃគ្លុយកូស (ដូចជាការផលិតស្រាទំពាំងបាយជូ) ។

ដោយស្ករធម្មជាតិមានបរិមាណមិនគ្រប់គ្រាន់និងមានតម្លៃថ្លៃ ដូច្នេះ គេក៏ធ្វើអេតាណុលតាមល្បើងនៃអាមីដុងដែលមាននៅក្នុងអង្ករ ពោត ដំឡូង . . . ជាដើម ដែលមានតម្លៃថោកជាង ។

គេយកអង្ករទៅចម្អិនជាបាយ រួចលាយបាយនេះជាមួយមេដំបែ ហើយរក្សាទុកវាក្រោមសីតុណ្ហភាពពី 30°C ទៅ 50°C ។ ល្បើងអាល់កុលប្រព្រឹត្តទៅតាមប្រតិកម្ម :

$$2(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \xrightarrow{\text{អង់ស៊ីម}} \underset{\text{ម៉ាល់តូស}}{nC_{12}H_{22}O_{11}}$$

$$\underset{\text{ម៉ាល់តូស}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{អង់ស៊ីម}} \underset{\text{អេតាណុល}}{4C_2H_5OH} + 4CO_2$$

គេយកល្បាយដែលឡើងជាអាល់កុលនេះទៅធ្វើបំណិតប្រភាគ ជាដំបូងគេទទួលបានមេតាណាល់ និងសមាសធាតុអាសេតាតដែលងាយហើរផ្សេងទៀត ។ បន្ទាប់មកគេទទួលបានអេតាណុលចុងក្រោយ គឺប្រូប៉ាណុល និងប៊ុយតាណុល ។

## ៩.៣. បម្រើបម្រាស់

- មេតាណុល ជាអង្គធាតុរាវថ្លា គ្មានពណ៌ ងាយហើរ ដង់ស៊ីតេ $0.79 g \cdot mL^{-1}$ ពុះនៅ 64.7°C និងមានក្លិនប្រហាក់ប្រហែលនិងអេតាណុលដែរ ។ វាធ្វើឱ្យស្រវឹង និងជាសារធាតុពុលមួយដ៏មានគ្រោះថ្នាក់ជាទីបំផុត ជាពិសេសចំពោះភ្នែក ។ បើយើងច្រឡំទទួលទានមេតាណុលប្រហែល 10mL នោះវាអាចធ្វើឱ្យយើងងងឹតភ្នែកបាន ។ ក្នុងឧស្សាហកម្មគេប្រើមេតាណុលសម្រាប់សំយោគផលិតផលជាច្រើន ដូចជាផលិតផ្សរម៉ុល និងប្រើជាធាតុរំលាយសម្រាប់វ៉ែនីនិងទឹកអប់ ។
- អេតាណុល ជាអាល់កុលដែលមានសារៈសំខាន់ជាងគេ ។ អេតាណុល 100° ឬហៅថាអេតាណុលដាច់ខាត នេះដោយអណ្ដាតភ្លើងខៀវព្រលែត កកនៅ –114°C និងពុះនៅ 78.3°C ។ វាមានក្លិនឈ្ងុយ រសជាតិក្ដៅឈ្ងួល ស្រាលជាងទឹក ដង់ស៊ីតេ $0.8 g \cdot mL^{-1}$ និងរលាយក្នុងទឹកគ្មានកំណត់ ។

បរិមាណអេតាណុលយ៉ាងច្រើនត្រូវបានប្រើក្នុងការផលិត ប៊ុយ – 1, 3 – ឌីអែនដែលជាវត្ថុធាតុដើមធ្វើកៅស៊ូសំយោគ ។ ក្រៅពីនេះ គេប្រើវាសម្រាប់ផលិតទឹកខ្មៅ ជាធាតុរំលាយសម្រាប់ទឹកអប់ សំយោគឱសថ អេថែ និងប្រើក្នុងភេសជ្ជៈស្រវឹង ។ គ្រប់ភេសជ្ជៈស្រវឹងតែងមានអេតាណុល ។ គេកំណត់កំហាប់នៃអេតាណុលក្នុងសូលុយស្យុងជាដឺក្រេ ។ ស្រាបៀរមួយមានកម្រិតអាល់កុល 8° មានន័យថាក្នុងស្រាបៀរ $100 cm^3$ មានអេតាណុល $8 cm^3$ ។

ក្នុងបរិមាណតិចតួច អេតាណុលមាននាទីជាអ្នកភ្ញោចដល់សរីរាង្គរបស់មនុស្ស ធ្វើឱ្យងងុយដេក និងដេកលក់ ។ ប៉ុន្តែក្នុងបរិមាណច្រើនអេតាណុល គឺជាគ្រឿងពុល ។ ការទទួលទានអេតាណុលច្រើនហួសកម្រិត (ចំពោះអ្នកប្រមឹក) វានឹងធ្វើឱ្យសរីរាង្គចុះខ្សោយ ។ អេតាណុលក៏មានគ្រោះថ្នាក់ដែរកាលណាវាមានភាពមិនសុទ្ធគឺនៅលាយជាមួយប្រូប៉ាណុលនិងប៊ុយតាណុលដែលជាសារធាតុពុល ។ ដូច្នេះអេតាណុលដែលប្រើក្នុងភេសជ្ជៈ ចាំបាច់ត្រូវតែធ្វើបំណិតប្រភាគដើម្បីញែកយកអាល់កុលទាំងនេះចេញ ។

ដោយអំណាចកម្ដៅខ្ពស់ អេតាណុលត្រូវបានប្រើនៅទីពិសោធន៍ ក្នុងចង្កៀងអាល់កុល ។ ដើម្បីកុំឱ្យគេយកអាល់កុលដែលប្រើជាធាតុនេះទៅទទួលទានកើត គេបានបន្ថែមទៅលើវានូវសារធាតុពុលដែលមានក្លិនពុំល្អ និងមានពណ៌ ។ អាល់កុលបែបនេះ មានឈ្មោះថាអាល់កុលបំភ្លៃ ។

## 7. ប៉ូលីអាល់កុល

ប៉ូលីអាល់កុល ឬប៉ូលីអុល ជាសមាសធាតុសរីរាង្គ ដែលម៉ូលេគុលវាមានក្រុមអ៊ីដ្រុកស៊ីល (–OH) ពីរឬច្រើនហើយដែលក្រុម (–OH) នីមួយៗភ្ជាប់និងអាតូមកាបូនចតុមុខផ្សេងៗពីគ្នា ។

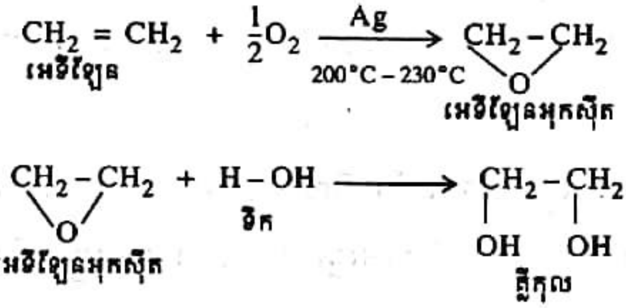
ប៉ូលីអាល់កុលមានលក្ខណៈគីមីស្រដៀងគ្នានិងម៉ូណូអាល់កុលដែរ ។

ប៉ូលីអាល់កុលសំខាន់ៗមាន :

### 7.1. អេតាន – 1, 2 – ឌីអុលឬគ្លីកុល ($CH_2OH-CH_2OH$)

#### ក. ទង្វើ

ក្នុងឧស្សាហកម្មគេធ្វើគ្លីកុលពីអេទីឡែន ។ នៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធខ្ពស់ គេឱ្យអេទីឡែនទទួលអុកស៊ីតកម្មដោយអុកស៊ីសែននៃខ្យល់នៅចំពោះមុខកាតាលីករប្រាក់ (Ag) គេទទួលបានអេទីឡែនអុកស៊ីត ។ អ៊ីដ្រាតកម្មនៃអេទីឡែនអុកស៊ីតទទួលបានគ្លីកុលៈ




#### ខ. បម្រើបម្រាស់

- អេតាន – 1, 2 – ឌីអុល ជាអង្គធាតុរាវ រលាយក្នុងទឹកមិនកំណត់ កកនៅសីតុណ្ហភាព –12°C និងពុះនៅ 197°C ។ វាជាធាតុរំលាយដ៏ល្អ ។
- គេនិយមប្រើវាជាភ្នាក់ងារប្រឆាំងនិងកំណកនៅក្នុងវ៉ាដ្យាទ័រម៉ាស៊ីន ។ ល្បាយទឹក – គ្លីកុលកកនៅសីតុណ្ហភាពកាន់តែទាប កាលណាវាកាន់តែសម្បូណ៌ដោយគ្លីកុល ។ ល្បាយស្មើម៉ូលនៃទឹក និងគ្លីកុលកកនៅសីតុណ្ហភាព –34°C ។
- គេប្រើគ្លីកុលដើម្បីផលិតគ្រឿងផ្ទុះ ដែលមានឈ្មោះថានីត្រូគ្លីកុល ដោយឱ្យគ្លីកុលមានអំពើជាមួយអាស៊ីតនីទ្រិច ។

  គ្លីកុលក៏ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់សំយោគសារធាតុម៉ាក្រូម៉ូលេគុលដែរ ។

## 7.2. ប្រូប៉ាន -1,2,3- ទ្រីអុលឬគ្លីសេរ៉ុលឬគ្លីសេរីន ($CH_2OH-CHOH-CH_2OH$)

### ក. ទង្វើ

ក្នុងឧស្សាហកម្មគេសំយោគគ្លីសេរ៉ុលចេញពីប្រូប៉ែន ។ គេក៏អាចផលិតវាបានដែរតាមប្រព្រឹត្តកម្មលើអង្គធាតុខ្លាញ់ ។

### ខ. បម្រើបម្រាស់

គ្លីសេរ៉ុល ជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌ រសជាតិផ្អែម ពុះនៅសីតុណ្ហភាព290°C រលាយគ្មានកំណត់ក្នុងទឹកនិងក្នុងអាល់កុល ។ វាមានលក្ខណៈស្រូបសំណើមដែលរារាំងដល់រំហួត គេប្រើវាក្នុងវេជ្ជសាស្ត្រសម្រាប់ធ្វើថ្នាំរិត ក្នុងគ្រឿងលាបតុបតែងរបស់ស្ត្រី ដូចជាក្រែម សារធាតុសម្រាប់លាបស្បែក សាប៊ូកក់សក់ សាប៊ូដុសខ្លួន ។ល ។ គ្លីសេរីនក៏ត្រូវបានប្រើសម្រាប់ផលិតគ្រឿងផ្ទុះដែលមានឈ្មោះថា ទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីន ដោយអំពើនៃអាស៊ីតនីទ្រិចទៅលើគ្លីសេរ៉ុលអានីត ។

$$\begin{array}{c} H_2C-OH \\ | \\ HC-OH \\ | \\ H_2C-OH \\ \text{គ្លីសេរ៉ុល} \end{array} + \begin{array}{c} 3HO-NO_2 \\ \text{អាស៊ីតនីទ្រិច} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} H_2C-O-NO_2 \\ | \\ HC-O-NO_2 \\ | \\ H_2C-O-NO_2 \\ \text{ទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីន} \end{array} + 3H_2O$$

ទង្វើនេះមានគ្រោះថ្នាក់ណាស់ ព្រោះទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីនជាអង្គធាតុដែលមានភាពមិនស៊ប់ ។ វាអាចផ្ទុះយ៉ាងងាយក្រោមអំពើនៃទង្គិចដ៏តិចតួច ឬកំណើនសីតុណ្ហភាពដ៏តិចតួច ។ ដើម្បីបន្ថយភាពមិនស៊ប់ គេបានបន្ថែមសារធាតុស្រោត ដូចជាអាចម៍រណាជាដើមទៅលើទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីន : ល្បាយនេះមានឈ្មោះឌីណាមីត ។ ឌីណាមីតត្រូវបានរកឃើញដោយលោកណូបែលជាជនជាតិ ស៊ុយអែតនៅក្នុងឆ្នាំ1870 ។

ការបំបែកនៃទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីនតាងដោយសមីការ :

$$\underset{1mol}{C_3H_5N_3O_9} \longrightarrow \underset{1.5mol}{\tfrac{3}{2}N_2} + \underset{3mol}{3CO_2} + \underset{2.5mol}{\tfrac{5}{2}H_2O} + \underset{0.25mol}{\tfrac{1}{4}O_2}$$

សមីការបង្ហាញថា ពេលទ្រីនីត្រូគ្លីសេរីន 1mol ត្រូវបានបំបែក វាបង្កើតបាន 7.25mol ឧស្ម័ន ។កម្តៅដែលភាយពីប្រតិកម្មធ្វើឱ្យឧស្ម័នដែលកើតរីកមាឌយ៉ាងគំហុក បង្កើតជាសម្ពាធយ៉ាងខ្លាំងដែលជាមូលហេតុនៃបន្ទុះ ។

# អេទែ

អេទែជាសមាសធាតុសរីរាង្គដែលគេចាត់ទុកហាក់ដូចជាស្រលាយនៃអាល់កុល ដែលអ៊ីដ្រូសែននៃក្រុម (–OH) ត្រូវបានជំនួសដោយរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួ ។

$R-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-H$ អាល់កុល

$R_1-\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}-R_2$ ( $R_1, R_2$ អាចដូចគ្នា) អេទែ

## 1. នាមវលី IUPAC

គេអាចហៅឈ្មោះអេទែតាមពីររបៀប :

***របៀបទី1*** : នាមវលីដែលបញ្ជាក់ពីនាទីអេទែ

គេហៅឈ្មោះរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួនីមួយៗតាមលំដាប់អក្ខរក្រមឡាតាំង រួចបន្ថែមពាក្យអេទែ ។

***ឧទាហរណ៍*** : $CH_3-O-CH_3$ ឌីមេទីលអេទែ

$C_2H_5-O-C_2H_5$ ឌីអេទីលអេទែ

$CH_2=CH-O-CH=CH_2$ ឌីវីនីលអេទែ

$CH_3-O-$ មេទីលផេនីលអេទែ

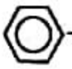
***របៀបទី2*** : យករ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួណាមួយដែលងាយ ភ្ជាប់ជាមួយអាតូមអុកស៊ីសែន ហើយហៅឈ្មោះថា ក្រុមអាល់កុកស៊ី ឬក្រុមអារ៉ុកស៊ី ដូចជា :

$CH_3-O-$ មេតុកស៊ី

$CH_3-CH_2-O-$ អេតុកស៊ី

$CH_3-CH_2-CH_2-O-$ ប្រូប៉ុកស៊ី

$-O-$ ផេណុកស៊ី

 $-CH_2-O-$ បង់ស៊ីឡុកស៊ី

***ឧទាហរណ៍*** : $CH_3-O-CH_3$ មេតុកស៊ីមេតាន

$C_2H_5-O-C_2H_5$ អេតុកស៊ីអេតាន

$CH_3-O-$ មេតុកស៊ីបង់សែន

## 2. លក្ខណៈអេទែ

### 2.1. លក្ខណៈរូប

អេទែជាអង្គធាតុគ្មានពណ៌ មានក្លិនគួរជាទីចាប់ចិត្ត រលាយតិចក្នុងទឹក និងមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាបជាង អាល់កុលដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនដូចគ្នា។

*ឧទាហរណ៍ :* $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$

| | | |
|---|---|---|
| សីតុណ្ហភាពរំពុះ | 35°C | 117°C |
| កម្រិតរលាយក្នុងទឹក | 7.5g/100mL | 9g/100mL |

ជាទូទៅសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់របស់អាល់កុលគឺបណ្តាលមកពីសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនដែលកើតមានរវាងក្រុម (–OH) ។ ចំណែកឯអេទែមិនមានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលវាទេ ប៉ុន្តែអេទែអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយម៉ូលេគុលទឹកបាន ។

### 2.2. លក្ខណៈគីមី

អេទែមិនសូវចូលរួមប្រតិកម្មគីមីទេ ប៉ុន្តែភាគច្រើនអាចផ្តល់គ្រោះថ្នាក់ ដូចជាឌីអេទីលអេទែ ជាសារធាតុងាយឆាបឆេះ ព្រោះវាងាយហើរ ។ ម្យ៉ាងទៀតអេទែអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយអុកស៊ីសែននៃខ្យល់បង្កើតជាពែអុកស៊ីតដែលអាចផ្ទុះបាន ។

អេទែមានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែនអាឡូសែនលើសក្រោមការដុតកម្តៅ :

$$R_1-O-R_2 + 2HX(\text{លើស}) \xrightarrow{t^\circ} R_1X + R_2X + H_2O$$

*ឧទាហរណ៍ :* $CH_3-O-C_2H_5 + 2HBr \xrightarrow{t^\circ} CH_3Br + C_2H_5Br + H_2O$

មេតុកស៊ីអេតាន អ៊ីដ្រូសែនប្រូម ប្រូម៉ូមេតាន ប្រូម៉ូអេតាន

*សំគាល់ :* HF មិនមានប្រតិកម្មជាមួយអេទែទេ ។ ក្នុងការអនុវត្ត គេនិយមប្រើ HI ។

## 3. ឧទ្ទិ៍និងបម្រើប្រាស់

### 3.1. ឧទ្ទិ៍

ក. ចំពោះអេទែដែលមានរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបូដូចគ្នា (R–O–R) អាចធ្វើឡើងតាមប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មរវាងពីរម៉ូលេគុលអាល់កុល :

*ឧទាហរណ៍ :* $C_2H_5-OH + HO-C_2H_5 \xrightarrow[140^\circ C]{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2O$

ខ. តាមវិធី Williamson គេអាចសំយោគបានចំពោះអេទែ (R–O–R) និង ($R_1-O-R_2$) ដោយឱ្យអំបិលសូដ្យូមរបស់អាល់កុលមានអំពើជាមួយស្រឡាយអាឡូសែន ។

$$R_1-O-Na + R_2X \longrightarrow R_1-O-R_2 + NaX$$

សូដ្យូមអាល់កុកស៊ីត ស្រឡាយអាឡូសែន អេទែ អំបិល

*ឧទាហរណ៍ :* $CH_3-O-Na + C_2H_5Br \longrightarrow CH_3-O-C_2H_5 + NaBr$

សូដ្យូមមេតាណូឡាត ប្រូម៉ូអេតាន មេតុកស៊ីអេតាន សូដ្យូមប្រូមួ

## 3.2. បម្រើបម្រាស់

គេប្រើអេទែជាធាតុរំលាយ វាអាចរំលាយសារធាតុមិនប៉ូលែបាន ដូច្នេះហើយបានជាគេប្រើវាជាធាតុរំលាយក្នុងប្រតិកម្មអង្គធាតុសរីរាង្គ ។

ឌីអេទីលអេទែ ជាអង្គធាតុរាវឆាប់ហើរ គ្មានពណ៌ ងាយឆាបឆេះ ។ វាជាធាតុរំលាយដ៏ល្អសម្រាប់សារធាតុសរីរាង្គ និងប្រើជាថ្នាំស្ពឹកតាមរយៈការស្រូបក្លិនរបស់វា ។

**សង្ខេបមេរៀន**

- អាល់កុល ជាសមាសធាតុសរីរាង្គ ដែលក្នុងម៉ូលេគុលវាមានក្រុម –OH ភ្ជាប់ទៅនឹងកាបូនចតុមុខ ។ ក្រុម –OH មានឈ្មោះថា បង្គុំនាទីអាល់កុល ឯអាតូមកាបូនដែលភ្ជាប់ជាមួយបង្គុំនាទីមានឈ្មោះថា កាបូននាទី ។
- បើក្នុងម៉ូលេគុលមានក្រុម –OH តែមួយមានឈ្មោះថា ម៉ូណូអាល់កុល ដែលតាងដោយ R–OH (R ជារ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួ) ។ បើក្នុងម៉ូលេគុលមានក្រុម –OH ពីរ ឬច្រើនហៅថា ប៉ូលីអាល់កុល ។
- អាល់កុលចែកជា ៣ ថ្នាក់ : $R-CH_2OH$ (អាល់កុលថ្នាក់ I), $R_1-CHOH-R_2$ (អាល់កុលថ្នាក់ II), $R_1-\underset{R_2}{\underset{|}{C}}OH-R_3$ (អាល់កុលថ្នាក់ III)
- ប្រតិកម្មគីមីរបស់អាល់កុលកើតមានដោយការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ $-O\overset{\downarrow}{-}H$ ឬ $-C\overset{\downarrow}{-}OH$ ។ ប៉ូលីអាល់កុលក៏មានលក្ខណៈគីមីប្រហែលម៉ូណូអាល់កុលដែរ ។

  ទៅតាមថ្នាក់របស់វា អាល់កុលអាចរងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលទៅតាមអុកស៊ីតករដែលធ្លាប់ប្រើដូចជា ( $MnO_4^-$ , $Cr_2O_7^{2-}$ , $O_2$ (ខ្យល់) . . .) ។

  - អាល់កុលថ្នាក់ I $\xrightarrow{[O]}$ អាល់ដេអ៊ីត $\xrightarrow{[O]}$ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។
  - អាល់កុលថ្នាក់ II $\xrightarrow{[O]}$ សេតូន ។
  - អាល់កុលថ្នាក់ III $\longrightarrow$ មិនរងអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលទេ ។
- អេទែ គឺជាសមាសធាតុសរីរាង្គ ដែលមានរូបមន្តទូទៅ $R_1-O-R_2$ ដែល $R_1, R_2$ ជារ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួអាចដូចគ្នា ។ អេទែមិនសូវចូលរួមក្នុងប្រតិកម្មគីមីទេ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរសរសេររូបមន្តសមាសធាតុដូចតទៅ :

   ក. 2, 2 – ឌីមេទីលប៊ុយតាន – 1 – អុល    ខ. ប៉ង់តាន – 1, 3 – ឌីអុល

   គ. អេទីលប្រូពីលអេទែ ។

2. ចូរឱ្យឈ្មោះសមាសធាតុដូចតទៅ

   ក. $(CH_3)_2 \cdot CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2OH$   ខ. $(CH_3 - CH_2)_3COH$

   គ. $CH_3 - CH = CH - CH_2OH$   ឃ. $CH_3 - CH_2 - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$

3. សមាសធាតុមួយមានរូបមន្ត $CH_2 = \underset{\displaystyle CH_2OH}{\underset{|}{C}} - CH_2 - CH_2 - O - CH_3$ ។

   ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មរវាងសមាសធាតុនេះជាមួយ :

   ក. $Br_2$   ខ. HBr លើស   គ. Na

4. ក. ចូរសរសេរអ៊ីសូមែប្លង់ ដែលមានចំពោះរូបមន្ត $C_5H_{12}O$ ។

   ខ. ចូរសរសេរសមីការអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលនៃប៉ង់តាន – 1 – អុល និងប៉ង់តាន – 2 – អុល

5. សរសេរសមីការខង្ហើ :

   ក. មេទីលអេទីលអេទែ   ខ. ឌីអេទីលអេទែ

6. ចូរលើកឡើងនូវប្រតិកម្មពីរបន្តបន្ទាប់ ដើម្បីធ្វើប្រូប៉ាណូនពីអាល់សែន ។
   សរសេរសមីការតុល្យការ និងឱ្យឈ្មោះប្រភេទគីមីដែលចូលរួម ។

7. ស្លាកនៃដបសារធាតុគីមីមួយសរសេរ ប៊ុយតាន ...... អុល ។ ផ្នែកលេខត្រូវបានរលុបបាត់ ។ចូរអ្នកលើកឡើងនូវប្រតិកម្មគីមីបន្តបន្ទាប់ ដែលនាំឱ្យរកឃើញលេខរបស់អាល់កុលនេះ ។

8. វិភាគម៉ូលេគុលអាល់កុលឆ្អែត A មួយ មានអុកស៊ីសែន 50 % គិតជាម៉ាស ។ តើ A មានរូបមន្តដូចម្តេច ?

   ចម្លើយ : $CH_3OH$

9. សូដ្យូមអាល់កុកស៊ីត (R – O – Na) កើតពីម៉ូលេគុលអាល់កុលឆ្អែតមួយដែលមានម៉ាសម៉ូល $54 g \cdot mol^{-1}$ ។ តើម៉ូលេគុលអាល់កុលឆ្អែតនោះ មានម៉ាសម៉ូលប៉ុន្មាន ?

   ចម្លើយ : $32 g \cdot mol^{-1}$

មេរៀនទី

# 2 អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ញែកសំគាល់អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូនតាមរយៈរូបមន្តម៉ូលេគុល ។
- សរសេរនិងឱ្យឈ្មោះអាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូនមួយចំនួន ។
- ពណ៌នាលក្ខណៈរូបនិងលក្ខណៈគីមីរបស់អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន ។
- រៀបរាប់ពីទង្វើនិងបម្រើបម្រាស់អាល់ដេអ៊ីត សេតូនមួយចំនួន ។
- ញែកសំគាល់អាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន តាមរយៈអត្តសញ្ញាណកម្ម ។

អាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន ជាសមាសធាតុសរីរាង្គដែលម៉ូលេគុលវាមានបង្គុំកាបូនីល( $>C = 0$ ) ។ យើងធ្លាប់ជួបប្រទះសមាសធាតុទាំងនេះក្នុងប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលនៃអាល់កុល ។ សមាសធាតុទាំងពីរនេះ ហៅថាសមាសធាតុស្រលាយកាបូនីល ។ បង្គុំកាបូនីលជាប្រភេទ $AX_3$ ដែលមានធរណីមាត្រជាត្រីកោណរាប ។

## អាល់ដេអ៊ីត

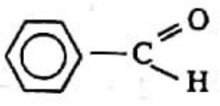
### 1. រូបមន្តទូទៅ

កាលណាសម្ព័ន្ធមួយនៃកាបូននាទី( $>C = 0$ ) ភ្ជាប់ជាមួយអាតូមអ៊ីដ្រូសែន សមាសធាតុនោះមានឈ្មោះថា អាល់ដេអ៊ីត ។

រូបមន្តទូទៅនៃអាល់ដេអ៊ីត : $R-C(=O)-H$ ឬ $R-CHO$

- $-C(=O)-H$ ឬ $-CHO$ ជាបង្គុំនាទីអាល់ដេអ៊ីត
- R អាចជាអាតូម H ឬជាអាតូមកាបូននៃរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួណាមួយ ។

***ឧទាហរណ៍ :***

| $H-C(=O)-H$ | $C_nH_{2n+1}-C(=O)-H$ |  |
|---|---|---|
| អាល់ដេអ៊ីតផរមិច | អាល់ដេអ៊ីតឆ្អែត | អាល់ដេអ៊ីតប្រហើរ |

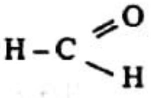
## 2. នាមវលី

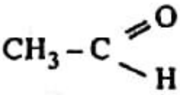
របៀបហៅឈ្មោះប្រហាក់ប្រហែលទៅនឹងករណីអាល់កុលដែរ ប៉ុន្តែមានបច្ច័យបទ អាល់ ។

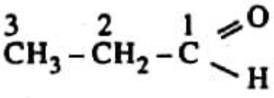
***វិធាន :*** - ជ្រើសរើសខ្សែ C ដែលវែងជាងគេ ហើយមានបង្គុំ (–CHO) ជាខ្សែមេ ។

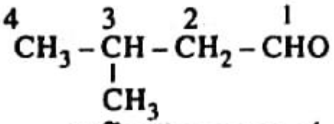
- កាបូននាទី (–CHO) ជាកាបូនលេខ 1 ជានិច្ច ។
- ហៅឈ្មោះខ្សែមេ ហើយបន្ថែមបច្ច័យបទ អាល់ ។

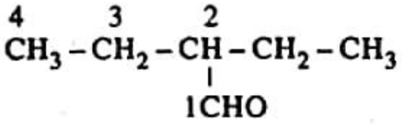
***ឧទាហរណ៍ :***

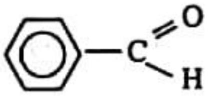

មេតាណាល់


អេតាណាល់


ប្រូប៉ាណាល់


3 – មេទីលប៊ុយតាណាល់


2 – អេទីលប៊ុយតាណាល់


ផេនីលមេតាណាល់ ឬបង់សាល់ដេអ៊ីត

មាននាមវលីមួយទៀតដែលធ្លាប់ប្រើដែរ គឺហៅតាមនាទីអាល់ដេអ៊ីត ។ នាមវលីនេះស្រង់ចេញពីឈ្មោះធ្លាប់ប្រើនៃអាស៊ីតដែលត្រូវគ្នា ។ ដូចជាអេតាណាល់ ដែលត្រូវនឹងអាស៊ីតអាសេទិច អាចហៅម្យ៉ាងទៀតថា **អាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច ឬ អាសេតាល់ដេអ៊ីត** ។

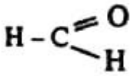
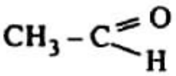
**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរសរសេររូបមន្តស្ទើរលាតនៃសមាសធាតុដូចតទៅ :

ក. ប៉ង់តាណាល់ ខ. 3 – មេទីលប៉ង់តាណាល់ គ. 2 – ប្រូពីលប៊ុយតាណាល់

## 3. លក្ខណៈរូប

តារាងទី 1 : តារាងលក្ខណៈរូបនៃអាល់ដេអ៊ីតផ្នែកពី $C_1 \rightarrow C_5$

| រូបមន្ត $C_nH_{2n+1}CHO$ | ឈ្មោះធ្លាប់ប្រើ | ឈ្មោះ IUPAC | សីតុ.រំពុះ |
|---|---|---|---|
|  | អាល់ដេអ៊ីតផរមិច | មេតាណាល់ | –19°C |
|  | អាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច | អេតាណាល់ | +21°C |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $CH_3-CH_2-CHO$ | អាល់ដេអ៊ីតប្រូប្យូនិច | ប្រូប៉ាណាល់ | + 50°C |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$ | អាល់ដេអ៊ីតប៊ុយទីរិច | ប៊ុយតាណាល់ | + 75°C |
| $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$ | អាល់ដេអ៊ីតវ៉ាលេរិច | ប៉ង់តាណាល់ | + 102°C |

- ចំពោះអាល់ដេអ៊ីតឆ្អែត ($C_nH_{2n+1}CHO$) តួទី 1 និងទី 2 គឺជាឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាពប្រក្រតី ឯតួបន្ទាប់ៗជាអង្គធាតុរាវឬរឹងកាលណាម៉ាសម៉ូលេគុលវាកាន់តែច្រើន ។
- ទំនាញរវាងម៉ូលេគុលមិនសូវខ្លាំងដូចក្នុងករណីអាល់កុលទេ ព្រោះវាគ្មានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុល ។ ដូច្នេះហើយទើបអាល់ដេអ៊ីតមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាបជាងអាល់កុល ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-CHO$ $CH_3OH$ $CH_3-CH_2OH$

សីតុណ្ហភាពរំពុះ 20°C 64.7°C 78.3°C

- តួដំបូងៗរលាយក្នុងទឹកគ្មានកំណត់ ។ កម្រិតរលាយក្នុងទឹកថយចុះជាមួយកំណើនម៉ាសម៉ូលេគុល ។ ចាប់ពី $C_5$ ទៅវាស្ទើរតែមិនរលាយក្នុងទឹកទេ ។
- អាល់ដេអ៊ីតមានក្លិនឈ្ងួលខ្លាំង ។ មេតាណាល់ (HCHO) គឺជាឧស្ម័នមួយពុលមានក្លិនពុំល្អឈ្ងួល និងអាចធ្វើឱ្យហៀរទឹកភ្នែក ។ តួបន្ទាប់ៗនៅតែមានក្លិនពុំល្អដែរ ប៉ុន្តែចំពោះអាល់ដេអ៊ីតដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនច្រើនវាមានក្លិនគួរជាទីគាប់ចិត្ត ។

## 4. លក្ខណៈគីមី

អាល់ដេអ៊ីត គឺជាសមាសធាតុមួយងាយចូលធ្វើប្រតិកម្មគីមី ។ ភាពមិនឆ្អែតនៃសម្ព័ន្ធកាបូននិងអុកស៊ីសែន ( $>C=O$ )នាំឱ្យអាល់ដេអ៊ីតធ្វើប្រតិកម្មបូក ។ ម្យ៉ាងទៀតដោយអេឡិចត្រូអវិជ្ជមានរបស់អុកស៊ីសែនធំជាងកាបូន នាំឱ្យបង្គុំកាបូនីលមានភាពប៉ូលែ ( $>C^{\delta+}=O^{\delta-}$ ) ។

### 4.1. ប្រតិកម្មបូក

#### ក. ប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីដ្រូសែន

ប្រសិនបើគេបញ្ចូលល្បាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន និងចំហាយមេតាណាល់នៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ចំពោះមុខកាតាលីករនីកែល គេទទួលបានមេតាណុល :

$$H-C\begin{matrix}=O\\ \backslash H\end{matrix} \quad + \quad H_2 \xrightarrow[t^\circ]{Ni} CH_3OH$$

មេតាណាល់ មេតាណុល

ជាទូទៅ : អាល់ដេអ៊ីត + $H_2 \xrightarrow[t^\circ]{Ni}$ អាល់កុលថ្នាក់ I

$$R-C\begin{matrix}=O\\ \backslash H\end{matrix} \quad + \quad H_2 \xrightarrow[t^\circ]{Ni} R-CH_2OH$$

## ១. ប្រតិកម្មជាមួយទឹក

អាល់ដេអ៊ីតធ្វើប្រតិកម្មបូកជាមួយទឹកឱ្យផលជាអាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាត :

$$R-C\begin{matrix}=O\\ \backslash H\end{matrix} \quad + \quad H-OH \rightleftharpoons R-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-OH$$

អាល់ដេអ៊ីត ទឹក អាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាត

អាល់ដេអ៊ីតអ៊ីដ្រាត ជាសមាសធាតុមិនស៊ប់ វាងាយបំបែកទៅជាទឹក និងអាល់ដេអ៊ីតវិញ ។ ប៉ុន្តែប្រតិកម្មនេះមានសារៈសំខាន់ចំពោះទង្វើទ្រីក្លរ៉ូអេតាណាល់អ៊ីដ្រាតដែលជាសមាសធាតុស៊ប់ :

$$CCl_3-\overset{\delta+}{C}\begin{matrix}=O^{\delta-}\\ \backslash H\end{matrix} \quad + \quad \overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{OH} \rightleftharpoons CCl_3-\underset{OH}{\overset{H}{C}}-OH$$

ទ្រីក្លរ៉ូអេតាណាល់ ទ្រីក្លរ៉ូអេតាណាល់អ៊ីដ្រាត

កាលណាឧស្ម័នមេតាណាល់រលាយក្នុងទឹកវាបង្កើតបានជាមេតាណាល់អ៊ីដ្រាត ឬគេហៅថា ផរម៉ុលឬផរម៉ាលីន ។

$$\begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\!\!>C=O \quad + \quad H-OH \longrightarrow \begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OH\\ OH\end{matrix}$$ ផរម៉ុល

មេតាណាល់អ៊ីដ្រាតឬផរម៉ុលឋិតនៅតែក្នុងភាពជាសូលុយស្យុងទឹកប៉ុណ្ណោះ ។

## 4.2. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម

អាល់ដេអ៊ីតរងអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលដោយអុកស៊ីតករដែលធ្លាប់ប្រើដើម្បីប្លែងជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច($R-COOH$) ដូចបានសិក្សាក្នុងមេរៀនអាល់កុល ។

$$R-C\begin{matrix}=O\\ \backslash H\end{matrix} \xrightarrow[\text{តាមសម្រួល}]{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} R-C\begin{matrix}=O\\ \backslash O-H\end{matrix}$$

អាល់ដេអ៊ីត អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អុកស៊ីតករធ្លាប់ប្រើមាន : - សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត

- សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត

- $O_2$ នៃខ្យល់ ឬកុំផ្លិច $Ag^+$ ឬ កុំផ្លិច $Cu^{2+}$ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-CHO \xrightarrow{[O]} CH_3-COOH$

$$CH_3-C(=O)-H \xrightarrow{[O]} CH_3-C(=O)-O-H$$

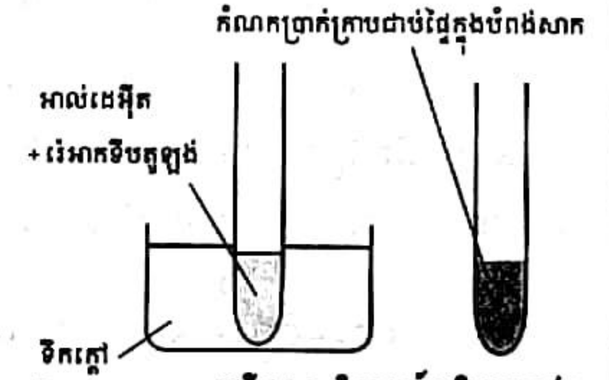
អេតាណាល់ → អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច

## ក. អុកស៊ីតកម្មដោយរ៉េអាក់ទីបតូឡង់ (កុំផ្លិច $Ag^+$ )

រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ គឺជាសូលុយស្យុងថ្លា គ្មានពណ៌បានមកដោយបន្តក់ សូលុយស្យុងអាម៉ូញ៉ាក់ទៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ដែលក្នុងនោះអ៊ីយ៉ុង $Ag^+$ ស្ថិតនៅជាកុំផ្លិចជាមួយអាម៉ូញ៉ាក់មានឈ្មោះថាអ៊ីយ៉ុងប្រាក់ I ឌីអាមីន : $[Ag(NH_3)_2]^+$ ។

ពិសោធន៍ប្រតិកម្មកញ្ចក់ឆ្លុះ

***ពិសោធន៍ :*** គេយកបំពង់សាកធ្វើពីកែវមួយដែលមានផ្ទៃខាងក្នុងស្អាតដាក់រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ ហើយបន្ថែមអាល់ដេអ៊ីតបន្តិច ។ គេគ្រឡុកបំពង់សាក ដើម្បីធ្វើឱ្យល្បាយស្មើសាច់ ។ បន្ទាប់មកដាក់វាត្រាំក្នុងទឹកក្តៅប្រហែល 80°C ប្រមាណជា 10 នាទី ។



***រូបទី 2.1 : ពិសោធន៍ប្រតិកម្មកញ្ចក់ឆ្លុះ***

***សង្កេត :*** គេឃើញកំណកប្រាក់ក្រាបលើផ្ទៃកែវ ជាហេតុធ្វើឱ្យកែវមានភាពភ្លឺដូចកញ្ចក់ឆ្លុះ ។

***បំណកស្រាយ***

ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់ប្រាក់បានថយពី +1 ទៅ 0 ។ ដូច្នេះ ធាតុប្រាក់បានរងរេដុកម្មដោយអាល់ដេអ៊ីតដែលជារេដុករ :

- រេដុកម្មអ៊ីយ៉ុងប្រាក់ I ឌីអាមីន : $[Ag(NH_3)_2]^+ + 1e^- \longrightarrow Ag + 2NH_3$
- អុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស :

$$R-C(=O)-H + 3OH^- \longrightarrow R-C(=O)-O^- + 2H_2O + 2e^-$$

សមីការតុល្យការ :

$$R-CHO + 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 3OH^- \longrightarrow R-COO^- + 2Ag + 4NH_3 + 2H_2O$$

គេប្រើរ៉េអាក់ទីបតូឡង់សម្រាប់រកវត្តមានអាល់ដេអ៊ីត ។

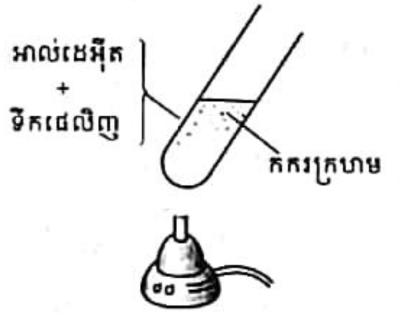
***សំគាល់ :***

- ប្រតិកម្មខាងលើនេះហើយ ជាប្រតិកម្មធ្វើកញ្ចក់សម្រាប់ឆ្លុះមុខ ។ អាល់ដេអ៊ីតដែលគេប្រើជាសូលុយស្យុងមេតាណាល់(ផរម៉ុល) ឬជូនកាលជាសូលុយស្យុងគ្លុយកូស(ព្រោះក្នុងម៉ូលេគុលគ្លុយកូសមានបង្គុំនាទីអាល់ដេអ៊ីត $-C\begin{smallmatrix}{\diagup O}\\ {\diagdown H}\end{smallmatrix}$ ) ។
- សូលុយស្យុង $AgNO_3$ ក្នុងទឹកអាម៉ូញាក់មិនអាចថែរក្សាទុកបានយូរទេ ព្រោះវាងាយរងប្រតិកម្មបំបែកដែលឱ្យជាផលិតផលផ្ទុះ ។
- គេអាចរកអត្តសញ្ញាណអាល់ដេអ៊ីតបានយ៉ាងងាយ ដោយគ្រាន់តែយកក្រដាសតម្រងភ្ជោកដោយរ៉េអាក់ទីបតូឡង់ ។ វត្តមានរបស់អាល់ដេអ៊ីតនឹងធ្វើឱ្យក្រដាសតម្រងឡើងពណ៌ខ្មៅ ដោយមានផង់ប្រាក់កកើត ។

## ១. អុកស៊ីតកម្មដោយទឹកផេលិញ (កុំផ្លិច $Cu^{2+}$ )

ទឹកផេលិញ គឺជាសូលុយស្យុងបាសមានពណ៌ខៀវចាស់ដែលក្នុងនោះមានកុំផ្លិច ដែលកើតឡើងដោយ $Cu^{2+}$ ជាមួយអាញ៉ុងនៃអាស៊ីតតាកទ្រិច ។

***ពិសោធន៍ :*** ដាក់ទឹកផេលិញប្រហែល $5cm^3$ និងបន្ថែមអាល់ដេអ៊ីត $0.5cm^3$ ទៅក្នុងបំពង់សាកធ្វើពីកែវមួយ ។ បន្ទាប់ពីក្រឡុកឱ្យល្បាយស្មើសាច់មកយើងកម្តៅវាតិចៗ ។



***រូបទី 2.2 : តេស្តអត្តសញ្ញាណកម្មអាល់ដេអ៊ីត***

***សង្កេត :*** ពីរ ឬបីនាទីក្រោយមក ពណ៌ខៀវនៃទឹកផេលិញបានបាត់ ហើយលេចចេញកករពណ៌ក្រហមដូចឥដ្ឋដែលជាទង់ដែងIអុកស៊ីត $(Cu_2O)$ ។

***បំណកស្រាយ***

ចំនួនអុកស៊ីតកម្មទង់ដែងថយពី +II ទៅ+I ។ ដូច្នេះ ធាតុទង់ដែងបានរងរេដុកម្មដោយអាល់ដេអ៊ីតដែលជារេដុករ ។

កន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូ $Cu^{2+}_{\text{កុំផ្លិច}}/Cu_2O$ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស :

$$2Cu^{2+} + 2OH^- + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O \qquad (1)$$

កន្លះសមីការអេឡិចត្រុងនៃគូ $R-COO^-/R-CHO$ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានបាស :

$$R-CHO + 3OH^- \longrightarrow R-COO^- + 2H_2O + 2e^- \qquad (2)$$

សមីការតុល្យការនៃ(1)និង(2) :

$$R-CHO + 2Cu^{2+} + 5OH^{-} \longrightarrow R-COO^{-} + Cu_2O + 3H_2O$$

កុំខ្ចិច

ជាទូទៅ : អាល់ដេអ៊ីតរងអុកស៊ីតកម្មដោយទឹកផេលីញ ឱ្យផលជាអាញ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតនិងកករទង់ដែងIអុកស៊ីត ($Cu_2O$) ពណ៌ក្រហមដូចឥដ្ឋ ។

***ឧទាហរណ៍ទី1 :*** តើគេទទួលបានកំណប្រាក់ប៉ុន្មានក្រាម ដោយអំពើនៃរ៉េអាក់ទីបតូឡង់ទៅលើអាល់ដេអ៊ីតមួយ ដែលអាល់ដេអ៊ីតនោះអាចធ្វើប្រតិកម្មបូកជាមួយឌីអ៊ីដ្រូសែន 4.48L នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា ។

## ✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្មរវាងអាល់ដេអ៊ីត ($R-CHO$) និង $H_2$

$$(1)\quad \underset{1mol}{R-CHO} + \underset{\substack{1mol\\4.48L}}{H_2} \xrightarrow[t^\circ]{Ni} R-CH_2OH$$

សមីការតាងប្រតិកម្មរវាងអាល់ដេអ៊ីត ($R-CHO$) និងរ៉េអាក់ទីបតូឡង់

$$(2)\quad \underset{1mol}{R-CHO} + 2[Ag(NH_3)_2]^{+} + 3OH^{-} \longrightarrow R-COO^{-} + \underset{2mol}{2Ag} + 4NH_3 + 2H_2O$$

ម៉ាសប្រាក់ដែលកកើត

$$m_{Ag} = n_{Ag} \cdot M_{(Ag)} \quad , \quad M_{(Ag)} = 108g.mol^{-1}$$

តាម (2) $n_{Ag} = 2n_{RCHO}$

តាម (1) $n_{RCHO} = n_{H_2} = \dfrac{V_{H_2}}{V_M}$ , $V_{H_2} = 4.48L$ , $V_M = 22.4L \cdot mol^{-1}$

$$m_{Ag} = 2n_{H_2} \times M_{(Ag)} \Rightarrow m_{Ag} = 2 \times \frac{4.48}{22.4} \times 108 = 43.2g$$ ។

***ឧទាហរណ៍ទី2 :*** អាល់ដេអ៊ីតមួយដែលទទួលបានពីអុកស៊ីតកម្ម 12g នៃអាល់កុលផ្លែតមួយ បង្កើតបានកករ$Cu_2O$ 28.6g ជាមួយទឹកផេលីញ ។ តើអាល់កុលនោះមានរូបមន្តដូចម្ដេច ?

## ✍ ដំណោះស្រាយ

អុកស៊ីតកម្មអាល់កុលផ្លែត ($C_nH_{2n+1}CH_2OH$)

$$\underset{\substack{1mol\\12g}}{C_nH_{2n+1}CH_2OH} \xrightarrow{[O]} \underset{1mol}{C_nH_{2n+1}CHO}$$

អុកស៊ីតកម្ម $C_nH_{2n+1}CHO$ ដោយទឹកផេលីញ

$$\underset{1mol}{C_nH_{2n+1}CHO} + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow C_nH_{2n+1}COO^- + \underset{\substack{1mol \\ 28.6g}}{Cu_2O} + 3H_2O$$

ម៉ាសម៉ូលអាល់កុល :

$$M = \frac{m}{n} \quad , \quad m = 12g$$

$$n_{\text{អាល់កុល}} = n_{\text{អាល់ដេអ៊ីត}} = n_{Cu_2O}$$

$$n_{Cu_2O} = \frac{m_{Cu_2O}}{M_{Cu_2O}} \quad , \quad m_{Cu_2O} = 28.6g$$

$$M_{(Cu_2O)} = (63.5 \times 2) + 16 = 143g \cdot mol^{-1}$$

$$n_{\text{អាល់កុល}} = \frac{28.6}{143} = 2 \cdot 10^{-1} mol$$

$$M_{(C_nH_{2n+1}CH_2OH)} = \frac{12}{2 \cdot 10^{-1}} = 60g \cdot mol^{-1}$$

$$12n + 2n + 1 + 12 + 3 + 16 = 60$$

$$14n = 60 - 32 \quad \text{ឬ} \quad n = \frac{28}{14} = 2$$

រូបមន្តអាល់កុល $C_2H_5CH_2OH$ ប្រូប៉ាន-1- អុល ។

# 5. ផលិតកម្មនិងបម្រើបម្រាស់

## 5.1. ផលិត

ក្នុងឧស្សាហកម្ម គេអាចធ្វើអាល់ដេអ៊ីតបានតាមវិធីច្រើនបែប ។

### ក. អុកស៊ីតកម្មអ៊ីដ្រូកាបួ

នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌប្រកប អ៊ីដ្រូកាបួប្រភេទខ្លះរងអុកស៊ីតកម្មក្លាយជាអាល់ដេអ៊ីត ។ តាមវិធីនេះហើយដែលគេអាចសំយោគអាល់ដេអ៊ីតបានក្នុងបរិមាណដ៏ច្រើន ។

***ឧទាហរណ៍ :*** ផលិតមេតាណាល់ ។

គេកម្តៅល្បាយឧស្ម័នមេតាននិងខ្យល់នៅសីតុណ្ហភាព 600°C ទៅ 700°C ចំពោះមុខកាតាលីករអាសូតអុកស៊ីត គេទទួលបានមេតាណាល់ ។

សមីការប្រតិកម្ម :

$$\underset{\text{មេតាន}}{CH_4} + \underset{\text{ខ្យល់}}{O_2} \xrightarrow[\text{អាសូតអុកស៊ីត}]{600°C - 700°C} \underset{\text{មេតាណាល់}}{H-CHO} + H_2O$$

## ខ. អ៊ីដ្រាតកម្មអាសេទីឡែន

ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវនិងមានវត្តមានអំបិលបារតII អាសេទីឡែនរងអ៊ីដ្រាតកម្មជាអេតាណាល់ ។

សមីការប្រតិកម្ម :

$$\underset{\text{អាសេទីឡែន}}{CH \equiv CH} + H-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} \underset{\text{អេតាណាល់ ឬ អាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច}}{CH_3-CHO}$$

## គ. ដេស៊ីដ្រូសែនកម្មអាល់កុលថ្នាក់ I

នេះជាវិធីមួយសំខាន់ក្នុងការធ្វើអាល់ដេអ៊ីត ដែលយើងធ្លាប់បានសិក្សាក្នុងមេរៀនអាល់កុល ។ គេត្រូវជ្រើសរើសអុកស៊ីតករណាដែលមិនធ្វើឱ្យអាល់ដេអ៊ីតទើបកកើតទទួលអុកស៊ីតកម្មបន្តជាអាស៊ីត ។

$$R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-CHO$$

$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[\text{គ្មានខ្យល់}]{Cu \cdot t^\circ} CH_3-CHO + H_2$$

## 5.2. បម្រើបម្រាស់

- គេប្រើមេតាណាល់ឬអាល់ដេអ៊ីតផរមិច (HCHO) ក្រោមសណ្ឋានជាសូលុយស្យុងទឹក40 % ដែលមានឈ្មោះថា ផរម៉ុល ឬផរម៉ាលីន ។ វាអាចសម្លាប់មីក្រុបនិងអាចធ្វើឱ្យប្រូតេអ៊ីនកក ។ ដូច្នេះហើយបានជាគេប្រើវាសម្រាប់ថែរក្សាសាកសពសត្វទុកបានក្នុងរយៈពេលយូរ ។ នៅក្នុងវិស័យកសិកម្ម គេប្រើវាសម្រាប់ព្យាបាលគ្រាប់ពូជ ។ នៅកន្លែងសម្លាប់ស្បែកសត្វគេប្រើផរម៉ុលសម្រាប់ធ្វើឱ្យស្បែក ឡើងរឹងកំព្រិស ហើយការពារមិនឱ្យមីក្រុបមកធ្វើឱ្យស្អុយរលួយបាន ។
- គេច្រើនប្រើអេតាណាល់ ឬអាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច សម្រាប់ធ្វើអាស៊ីតអាសេទិច ឬក៏ធ្វើរេដុកកម្មអេតាណាល់ដើម្បីបង្កើតជាអេតាណុលវិញ ។

***ឧទាហរណ៍ទី1 :*** គេធ្វើអាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច ដោយប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មអាសេទីឡែន ។ តើគេត្រូវប្រើមាឌអាសេទីឡែនប៉ុន្មានលីត្រនៅលក្ខខណ្ឌធម្មតាដើម្បីទទួលបានអាល់ដេអ៊ីត 3.3g ?

✍ ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មអាសេទីឡែន

$$\underset{1mol}{CH \equiv CH + H_2O} \xrightarrow{Hg^{2+}} \underset{\substack{1mol \\ 3.3g}}{CH_3-CHO}$$

មាន $C_2H_2$ ក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតាដែលប្រើ

$$V_{C_2H_2} = n_{C_2H_2} \times V$$

$V = 22.4L \cdot mol^{-1}$ នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា

$$n_{C_2H_2} = n_{CH_3CHO}$$

$$n_{CH_3CHO} = \frac{m}{M} \quad , \quad m = 3.3g$$

$$M_{CH_3CHO} = (12 \times 2) + 4 + 16 = 44g \cdot mol^{-1}$$

$$V_{C_2H_2} = \frac{3.3}{44} \times 22.4 = 1.68L$$ ។

***ឧទាហរណ៍ទី2 :*** គេធ្វើអាល់ដេអ៊ីតផរមិចដោយអុកស៊ីតកម្មនៃមេតាណុល 64g ។ អាល់ដេអ៊ីតដែលកកើតត្រូវរំលាយទៅក្នុងទឹក 100g ។ គណនាកំហាប់ភាគរយជាម៉ាសនៃសូលុយស្យុងទទួលបាន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

អុកស៊ីតកម្មមេតាណុលជាមេតាណាល់

$$\underset{\substack{1mol \\ 64g}}{CH_3OH} + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[t^\circ]{Cu} \underset{1mol}{HCHO} + H_2O$$

ម៉ាស HCHO ដែលកកើត

$$m_{HCHO} = n \cdot M \quad , \quad M_{HCHO} = 1 + 12 + 1 + 16 = 30g \cdot mol^{-1}$$

$$n_{HCHO} = n_{CH_3OH} = \frac{m_{CH_3OH}}{M_{CH_3OH}} = \frac{64}{32} = 2mol$$

$$m_{HCHO} = 2 \times 30 = 60g$$

កំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុង

$$C\% = \frac{m_{រលាយ}}{m_{សូ}} \times 100 = \frac{60 \times 100}{(100 + 60)} = 37.5 \ \%$$

# សេតូន

## 1. រូបមន្តទូទៅ

សេតូន គឺជាសមាសធាតុស្រលាយកាបូនីល ដែលក្នុងនោះសម្ព័ន្ធទាំងពីរនៃបង្គុំកាបូនីល ( $>C=O$ ) ត្រូវភ្ជាប់ទៅនឹងអាតូមកាបូននៃរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួពីរទៀត ។

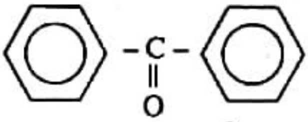
រូបមន្តទូទៅ : $\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} > C = O$ ឬ $R_1 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - R_2$

$R_1$ និង $R_2$ ជារ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួពីរ ដែលអាចដូចគ្នា ។

$R_1$ និង $R_2$ អាចជារ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួឆ្អែត មិនទាន់ឆ្អែត សុិច ឬប្រហើរ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_3$ សេតូនឆ្អែត

$CH_2 = CH - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH = CH_2$ សេតូនមិនឆ្អែត



សេតូនប្រហើរ

## 2. នាមវលី *(IUPAC)*

វិធានហៅឈ្មោះ :- ជ្រើសរើសខ្សែ C ដែលវែងជាងគេ ហើយមានបង្គុំកាបូនីលជាខ្សែមេ

- ចុះលេខឱ្យអាតូមC ខ្សែមេយ៉ាងណាឱ្យអាតូម C នាទីមានលេខតូច
- ហៅឈ្មោះខ្សែមេដោយបញ្ជាក់ទីតាំង C នាទីហើយបន្ថែមបច្ឆិមបទអូន ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_3$

ប្រូប៉ាន -2- អូន

ឬ ប្រូប៉ាណូន

$\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H_2 - \overset{3}{\underset{\underset{O}{\|}}{C}} - \overset{4}{C}H_2 - \overset{5}{C}H_2 - \overset{6}{C}H_3$

អិចសាន -3- អូន

$\overset{5}{C}H_3 - \overset{4}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H} - \overset{3}{C}H_2 - \overset{2}{\underset{\underset{O}{\|}}{C}} - \overset{1}{C}H_3$

4- មេទីលប៉ង់តាន -2- អូន

មាននាមវលីមួយទៀតដែលគេនិយមប្រើដែរ គឺហៅតាមនាទីសេតូន ($R_1 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - R_2$) ។

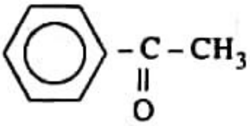
គេហៅឈ្មោះក្រុម $R_1$ និង $R_2$ តាមលំដាប់អក្សរក្រមឡាតាំង ហើយបន្ថែមពាក្យសេតូន ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$ ឌីមេទីល សេតូន

$CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$ អេទីល មេទីលសេតូន

$CH_2=CH-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH=CH_2$ ឌីវីនីលសេតូន



មេទីលផេនីលសេតូន

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

1. ចូរសរសេររូបមន្តស្ទើរលាតនៃសមាសធាតុខាងក្រោម :

ក. អេទីលប្រូពីលសេតូន ខ. អេទីលប៊ុយទីលសេតូន

គ. ឌីអេទីលសេតូន ។

2. ចូរប្តូរឈ្មោះខាងលើទៅជានាមវលី IUPAC វិញ ។

## 3. លក្ខណះរូប

ដូចអាល់ដេអ៊ីតដែរ សេតូនមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់សែន ។ នេះបណ្តាលមកពីបង្គុំកាបូនីលវាមានភាពប៉ូលែខ្លាំង( $\gt C^{\delta+}=O^{\delta-}$ ) ដែលធ្វើឱ្យមានទំនាញអន្តរម៉ូលេគុលខ្លាំងរវាងប៉ូលនិងប៉ូល ។ ប៉ុន្តែវាមានសីតុណ្ហភាពរំពុះទាបជាងអាល់កុល ដោយសារបង្គុំកាបូនីលរបស់អាសេតូនមិនអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនរវាងម៉ូលេគុលទេ ។ ប៉ុន្តែបង្គុំកាបូនីលនេះ អាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយបង្គុំ-OH នៃទឹកបានដែលជាហេតុធ្វើឱ្យសេតូនអាចរលាយបានច្រើនក្នុងទឹកជាងអាល់សែន ប៉ុន្តែតិចជាងអាល់កុល ។

សេតូន ដែលមានម៉ាសម៉ូលេគុលតូចជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌ មានក្លិនគួរជាទីគាប់ចិត្ត រលាយក្នុងទឹក ។ ភាពរលាយក្នុងទឹកចុះថយ កាលណាចំនួនអាតូមកាបូនកើន ។

## 4. លក្ខណះគីមី

សេតូនមានលក្ខណៈគីមីជាច្រើនដូចអាល់ដេអ៊ីតដែរ ដោយវាមានបង្គុំកាបូនីលដូចគ្នា ។ សេតូនគឺជាអ៊ីសូមែនៃអាល់ដេអ៊ីតដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនដូចគ្នា ។

## 4.1. លក្ខណៈដូចអាល់ដេអ៊ីត

សេតូនអាចមានប្រតិកម្មដែលកើតមានលើបង្គុំកាបូនីល ដូចអាល់ដេអ៊ីតដែរដូចជាប្រតិកម្មបូកជាមួយអ៊ីដ្រូសែន ជាមួយទឹក ។

ក. ប្រតិកម្មបូក $H_2$ : សេតូនមានប្រតិកម្មបូកជាមួយ $H_2$ ឱ្យផលជាអាល់កុលថ្នាក់ II

$$R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_2+H_2 \xrightarrow{\text{Cu ឬ Pt}} R_1-CHOH-R_2$$

សេតូន → អាល់កុលថ្នាក់ II

***ឧទាហរណ៍ :***

$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3+H_2 \xrightarrow{\text{Cu ឬ Pt}} CH_3-CHOH-CH_3$$

ប្រូប៉ាណូន → ប្រូប៉ាន -2- អុល

ខ. ប្រតិកម្មបូកទឹក

សេតូនធ្វើប្រតិកម្មបូកជាមួយទឹកឱ្យជាសេតូនអ៊ីដ្រាត

$$R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_2+H-OH \longrightarrow R_1-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}-R_2$$

***ឧទាហរណ៍ :***

$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3+H_2O \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}-CH_3$$

ប្រូប៉ាណូន → ប្រូប៉ាណូនអ៊ីដ្រាត (សមាសធាតុមិនស៊ិប់)

គេមិនអាចញែកយកអ៊ីដ្រាតរបស់សេតូន ឬអាល់ដេអ៊ីតពីមជ្ឈដ្ឋានប្រតិកម្មទេ ដោយវាមានភាពមិនស៊ិប់ ងាយនឹងផ្ដាច់ម៉ូលេគុលទឹកចេញ ហើយបង្កើតជាសមាសធាតុកាបូនីលវិញ ។

គ. តែសជាមួយ $2,4-D\cdot N\cdot P\cdot H$

ដូចអាល់ដេអ៊ីតដែរ សេតូនឱ្យកករពណ៌លឿងចាស់កាលណាវាប៉ះជាមួយ $2,4-D\cdot N\cdot P\cdot H$ ដែលគេប្រើសម្រាប់រកអត្តសញ្ញាណបង្គុំកាបូនីល ។

បើគេចាក់ D.N.P.H បន្តិចទៅក្នុងសូលុយស្យុងអេតាណាល់កករពណ៌លឿងចាស់បានកើតឡើង ។

## 4.2. លក្ខណៈគីមីដែលខុសពីអាល់ដេអ៊ីត

### ក. សេតូនមិនរងអុកស៊ីតកម្ម

សេតូនមិនរងអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលដូចអាល់ដេអ៊ីតទេ ព្រោះបង្គុំកាបូនីលរបស់វាគ្មានអាតូមអ៊ីដ្រូសែន ។ប៉ុន្តែវាអាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយបង្ខំ ដែលធ្វើឱ្យដាច់ខ្សែកាបូននៅពេលដែលវាជួបអុកស៊ីតករ ដូចជា ប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាត ($K_2Cr_2O_7$) ឬប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាត ($KMnO_4$) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ($H_2SO_4$) ដោយមានការដុតកម្តៅ គេទទួលបាន ល្បាយអាស៊ីត

$$R_1-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\overset{}{\underset{\|}{C}}}-CH_2-R_2 \xrightarrow{[O]} \begin{cases} R_1-CH_2-COOH \ , \ R_2-COOH \\ R_1-COOH \ , \ R_2-CH_2-COOH \end{cases}$$

***ឧទាហរណ៍ :***

$$\underset{\text{អាសេតូន}}{CH_3-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-CH_3} + 2O_2 \longrightarrow \underset{\text{អាស៊ីតអាសេទិច}}{CH_3\text{–}COOH} + CO_2 + H_2O$$

ពេលរងអុកស៊ីតកម្មដោយបង្ខំ អាសេតូនបានបង្កើតអាស៊ីតពីរប្រភេទ គឺអាស៊ីតអាសេទិច និងអាស៊ីតផរមិច ប៉ុន្តែអាស៊ីតផរមិចបានបំបែកជាទឹកនិង $CO_2$ ។

### ខ. សេតូនមិនមានប្រតិកម្ម

សេតូនមិនមានប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបតូឡង់ ($AgNO_3/NH_3.H_2O$) រ៉េអាក់ទីបស៊ីបនិងទឹកផេលីញទេ ។

# 5. ឧទ្ទើនិងបម្រើបម្រាស់

## 5.1. ទង្វើ

### ក. អុកស៊ីតកម្ម ឬដេស៊ីដ្រូសែនកម្មអាល់កុលថ្នាក់II

$$\underset{\text{អាល់កុលថ្នាក់ II}}{R_1-CHOH-R_2} \xrightarrow{[O]} \underset{\text{សេតូន}}{R_1-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-R_2}$$

***ឧទាហរណ៍ :***

$$CH_3-CHOH-CH_3+\tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{កាតាលីករ}} CH_3-CO-CH_3+H_2O \qquad (\text{ដេស៊ីដ្រាតកម្ម})$$

$$CH_3-CHOH-CH_3 \xrightarrow{\text{កាតាលីករ}} CH_3-CO-CH_3+H_2 \qquad (\text{ដេស៊ីដ្រូសែនកម្ម})$$

## ខ. អ៊ីដ្រាតកម្មអាល់ស៊ីន

អាល់ស៊ីនរងអ៊ីដ្រាតកម្មជាសេតូន ដោយវត្តមានអំបិលបារតII នៅចំពោះមុខ $H_2SO_4$ រាវ :

$$R_1-C\equiv CH+H-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} R_1-\underset{\underset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$$

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-C\equiv CH+H-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} CH_3-CO-CH_3$

***ឧទាហរណ៍ :*** ចូរសរសេរសមីការសំយោគប៉ង់តាន-2- អូន តាមប្រតិកម្ម :

ក. អុកស៊ីតកម្មអាល់កុល ខ. អ៊ីដ្រាតកម្មអាល់ស៊ីន

✍ ដំណោះស្រាយ

ប៉ង់តាន -2- អូនមានរូបមន្ត : $CH_3-CO-CH_2-CH_2-CH_3$

ក. អុកស៊ីតកម្មអាល់កុល

$$CH_3-CHOH-CH_2-CH_2-CH_3 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{កាតាលីករ}} CH_3-CO-CH_2-CH_2-CH_3+H_2O$$

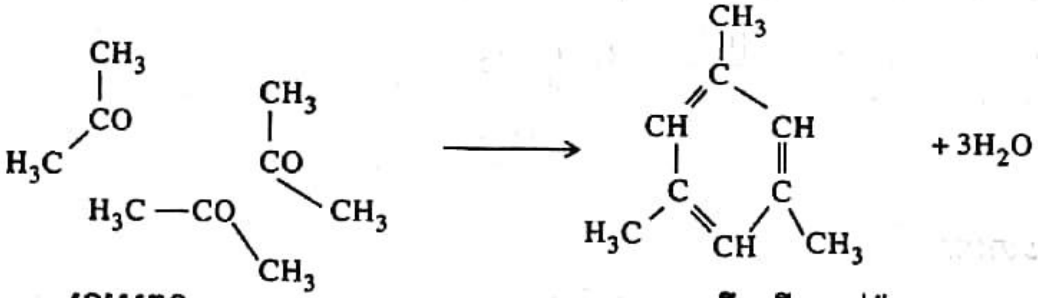
ខ. អ៊ីដ្រាតកម្មអាល់ស៊ីន

$$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3+H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{Hg^{2+}} CH_3-CO-CH_2-CH_2-CH_3$$

## 5.2. បម្រើបម្រាស់

អាសេតូន ($CH_3-CO-CH_3$) ជាសេតូនដែលងាយជាងគេ វាពុះនៅ 56°C ។ គេប្រើអាសេតូនជាធាតុរំលាយ សមាសធាតុសែលុយឡូស វ៉ែនី ល័ខ និងរូបធាតុប្លាស្ទិច ។

អាសេតូនក៏ត្រូវបានប្រើប្រាស់សម្រាប់សំយោគសារធាតុផ្សេងទៀត ដូចជាប្រតិកម្មកុងដង់កម្មបីម៉ូលេគុលអាសេតូនបង្កើតបានជាទ្រីមេទីលបង់សែន ។



អាសេតូន 1,3,5- ទ្រីមេទីលបង់សែន

កុងដង់កម្ម ជាប្រតិកម្មរវាង 2 ឬច្រើនម៉ូលេគុល ដើម្បីបង្កើតជាម៉ូលេគុលមួយធំជាងដោយការផ្តាច់ចេញនូវសារធាតុដែលជាម៉ូលេគុលតូច ដូចជាម៉ូលេគុលទឹក ។

## មេរៀនសង្ខេប

- អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន គឺជាសមាសធាតុដែលម៉ូលេគុលវាមានបង្គុំកាបូនីល( $>C=O$ ) ។
- កាលណាបង្គុំកាបូនីលចងសម្ព័ន្ធទៅនិងអាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ និងរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួមួយ ឬអាតូមអ៊ីដ្រូសែនពីរ វាជាអាល់ដេអ៊ីតដែលមានរូបមន្តទូទៅ $R-C{\overset{O}{\underset{H}{\lessgtr}}}$ ។
- កាលណាបង្គុំកាបូនីលចងសម្ព័ន្ធទៅនិងរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួពីរ គេបានសេតូនដែលមានរូបមន្តទូទៅ $R_1-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R_2$ ដែល $R_1$ , $R_2$ អាចដូចគ្នា ។

  $R$ , $R_1$ , $R_2$ អាចជារ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួឆ្អែត មិនទាន់ឆ្អែត ស៊ិច ឬប្រហើរ ។
- ភាពប៉ូលែនៃបង្គុំកាបូនីល( $>\overset{\delta+}{C}=\overset{\delta-}{O}$ ) នាំឱ្យអាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូនមានទំនាញរវាងម៉ូលេគុលនិងម៉ូលេគុលខ្លាំង ដែលធ្វើឱ្យវាមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់សែន (ដែលមានអាតូម C ដូចគ្នា)តែទាបជាងអាល់កុល ព្រោះវាគ្មានសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនក្នុងម៉ូលេគុល ។ ប៉ុន្តែសមាសធាតុទាំងពីរនេះអាចបង្កើតសម្ព័ន្ធអ៊ីដ្រូសែនជាមួយទឹក ដែលនាំឱ្យវារលាយក្នុងទឹកបាន ។
- វត្តមាននៃបង្គុំកាបូនីលនាំឱ្យអាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូនមានលក្ខណៈគីមីមួយចំនួនដូចគ្នា ដូចជាៈ ប្រតិកម្មបូកជាមួយ : $H_2$ , $H_2O$ និងប្រតិកម្មជាមួយ 2,4−D.N.P.H ឱ្យជាកករពណ៌លឿង ។
- លក្ខណៈគីមីដែលខុសគ្នារវាងអាល់ដេអ៊ីតនិងសេតូន :

ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម

$$\underset{\text{អាល់ដេអ៊ីត}}{R-C{\overset{O}{\underset{H}{\lessgtr}}}} \xrightarrow[\text{តាមសម្រួល}]{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} \underset{\text{អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច}}{R-C{\overset{O}{\underset{OH}{\lessgtr}}}}$$

$$\underset{\text{សេតូន}}{R_1-CO-R_2} \xrightarrow[\text{តាមសម្រួល}]{\text{អុកស៊ីតកម្ម}} \text{គ្មានប្រតិកម្ម}$$

អាល់ដេអ៊ីត + រ៉េអាក់ទីបតុលឡង់ → $Ag\downarrow$ (ប្រតិកម្មកញ្ចក់ឆ្លុះ)

អាល់ដេអ៊ីត + ទឹកផេលិញ → $Cu_2O\downarrow$ (កករពណ៌ក្រហមដូចឥដ្ឋ)

អាល់ដេអ៊ីត + រ៉េអាក់ទីបស៊ីប → (សូលុយស្យុងពណ៌ផ្កាឈូក)

សេតូនគ្មានប្រតិកម្មទាំងបីខាងលើនេះទេ ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរពន្យល់ថា ហេតុអ្វីបានជាចំណុចរំពុះរបស់អាល់កុលខ្ពស់ជាងអ៊ីដ្រូកាបួ ដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនដូចគ្នា ។

2. ចូរពន្យល់ថា ហេតុអ្វីបានជាអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូនអាចរលាយក្នុងទឹកបាន ឯពួកអាល់សែនដែលមានអាតូមកាបូនដូចគ្នាមិនអាចរលាយក្នុងទឹកបាន ។

3. គេមានគូសារធាតុពីរៗដូចខាងក្រោម ដែលដាក់ក្នុងដបគ្មានស្លាក ។
ចូរអ្នករកវិធីធ្វើតេសរកអត្តសញ្ញាណ ដើម្បីឱ្យដឹងថាដបណាផ្ទុកសារធាតុអ្វី :
ក. ប៉ង់តាន និងប្រូប៉ាណាល់
ខ. ប្រូប៉ាន-1-អុលនិងប្រូប៉ាណាល់
គ. ប៉ង់តាន-3- អុល និងប៉ង់តាន-3-អូន

4. គេមានសមាសធាតុដូចតទៅ :

| | | |
|---|---|---|
| ក. $CH_3-CHOH-CH_3$ | គ. $C_3H_7CH_2OH$ | ង. $C_3H_7CHO$ |
| ខ. $(CH_3)_3COH$ | ឃ. $CH_3-CO-C_2H_5$ | ច. $CH_3-CH_2-O-CH_3$ |

ចូរឆ្លើយនិងសំណួរដូចតទៅ :
ក. តើសមាសធាតុណាខ្លះដែលបង្កើតអាស៊ីតនៅពេលទទួលអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួល ។
ខ. តើសមាសធាតុណាខ្លះដែលផ្តល់អាល់កុលថ្នាក់ II នៅពេលទទួលរេដុកម្ម ។
គ. តើសមាសធាតុណាខ្លះជាអ៊ីសូមែនិងគ្នា ។

5. ចូរសរសេររូបមន្តស្ទើរលាតនៃអ៊ីសូមែជាអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនចំពោះរូបមន្ត $C_5H_{10}O$ ព្រមទាំងឱ្យឈ្មោះផង ។

6. ផលបូកម៉ាសម៉ូលរបស់អាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនមួយដែលជាអ៊ីសូមែនិងគ្នាមាន 144g ។ តើសេតូននេះមានរូបមន្ត និងឈ្មោះដូចម្តេច ?
ចម្លើយ : $CH_3-CO-CH_2-CH_3$ (ប៊ុយយតាន-2-អូន)

7. តើគេទទួលបានអាល់ដេអ៊ីតអាសេទិចប៉ុន្មានក្រាមពីអាសេទីឡែនដែលផលិតចេញពីកាល់ស្យូមកាប៊ួ ($CaC_2$) 20g ដែលមានភាពមិនសុទ្ធ 20 % ។ ចម្លើយ : 11g

8. គេឱ្យល្បាយអេតាណាល់ និងប្រូប៉ាណូនចំនួន 20g មានប្រតិកម្មជាមួយរ៉េអាក់ទីបតូឡង់បង្កើតបានកករប្រាក់ 43.2g ។ រកភាគរយជាម៉ាសនៃអាសេតូនក្នុងល្បាយ ។ ចម្លើយ : 56 %

9. តើគេទទួលបានកករទង់ដែងI អុកស៊ីតប៉ុន្មានក្រាម នៅពេលគេឱ្យល្បាយ (ប្រូប៉ាណាល់ និង អាសេតូន) 30g មានប្រតិកម្មជាមួយទឹកផេលីញ ។ គេដឹងថា 36.25 % នៃល្បាយជាប្រូប៉ាណាល់ ។

**ចម្លើយ** : 26.8g

10. អាល់កុលឆ្អែត A មួយមានម៉ាសម៉ូល $M = 74 g\ mol^{-1}$ និងមានរូបមន្តទូទៅ $R_1 - \underset{\displaystyle R_2}{\underset{|}{C}}H - OH$

   ក. ចូរឱ្យឈ្មោះA

   ខ. គេធ្វើអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលទៅលើ A 0.1mol តើគេទទួលបានសមាសធាតុសរីរាង្គ អ្វី ? តើគេអាចសំគាល់វាបានដូចម្តេច ? តើវាមានម៉ាសប៉ុន្មានក្រាម ?

   គ. B ជាអាល់កុលអ៊ីសូមែមួយនៃ A ដែលមិនរងអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលដោយ អុកស៊ីតករដែលធ្លាប់ប្រើទេ ។ តើ B មានរូបមន្តដូចម្តេច ? ឈ្មោះអ្វី ?

11. គេធ្វើអ៊ីដ្រាតកម្ម ប៊ុយ-2-អែន ($CH_3 - CH = CH - CH_3$) ។

   ក. ចូរសរសេររូបមន្ត និងឈ្មោះអាល់កុល A ដែលទទួលបាន ។

   ខ. បើគេធ្វើអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលនៃ A គេទទួលបានសមាសធាតុសរីរាង្គ B ។ ចូរឱ្យឈ្មោះ និងរូបមន្តនៃ B ។

   គ. ទិន្នផលនៃប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មគឺ 80 % ឯប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មគឺ 60 % ។ តើគេទទួលបានម៉ាស B ប៉ុន្មាន បើប្រើប៊ុយ -2- អែន 1kg ?

មេរៀនទី

# 3 អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

**ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច**

- ❑ រៀបរាប់លក្ខណៈទូទៅនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។
- ❑ សរសេររូបមន្ត និងហៅឈ្មោះអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចងាយៗមួយចំនួន ។
- ❑ ពណ៌នាលក្ខណៈរូបនិងគីមី និងសរសេរប្រតិកម្មដែលកើតមានចំពោះអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។
- ❑ ពណ៌នាពីទង្វើ និងសារៈសំខាន់នៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយចំនួន ។

## 1. អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

យើងបានសិក្សាអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូន ដែលជាសមាសធាតុសរីរាង្គមានបង្គុំកាបូនីល ($>C=O$) ក្នុងម៉ូលេគុល ។ នៅមានសមាសធាតុសរីរាង្គដែលមានបង្គុំអ៊ីដ្រុកស៊ីលភ្ជាប់និងកាបូននាទីនៃបង្គុំកាបូនីលទៀត ដែលបង្គុំនេះមានឈ្មោះថា កាបុកស៊ីល ($-C{=O \atop OH}$) ។

### 1.1. និយមន័យ

សមាសធាតុសរីរាង្គដែលមានបង្គុំកាបុកស៊ីលក្នុងម៉ូលេគុលមានឈ្មោះថា អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។

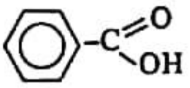
រូបមន្តទូទៅ : $R-C{=O \atop OH}$ ឬ $R-COOH$

R អាចជាអាតូមអ៊ីដ្រូសែន អាចជារ៉ាឌីកាល់ អ៊ីដ្រូកាបួឆ្អែត មិនទាន់ឆ្អែត ស៊ិច ឬប្រហើរ ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$H-C{=O \atop OH}$ អាស៊ីតផរមិច

$CH_3-C{=O \atop OH}$ អាស៊ីតអាសេទិច

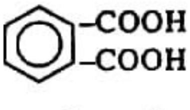

ឬ $C_6H_5-COOH$

អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច (អាស៊ីតប្រហើរ)

បើក្នុងម៉ូលេគុលមានបង្គុំកាបុកស៊ីលពីរគេបានឌីអាស៊ីត :

***ឧទាហរណ៍ :*** $\frac{O}{HO}{>}C-C{<}\frac{O}{OH}$ ឬ $HOOC-COOH$

អាស៊ីតអុកសាលិច



អាស៊ីតផ្តាលិច

## 1.2. នាមវលី

គេបានស្គាល់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចជាយូរមកហើយ ។ អាស៊ីតមួយចំនួនត្រូវបានហៅតាមឈ្មោះដែលគេធ្លាប់ប្រើ ។ អាស៊ីតខ្សែបើកមួយចំនួនគេហៅថាអាស៊ីតខ្លាញ់ ព្រោះគេបានវាពីអង្គធាតុខ្លាញ់ ។

### ក. ម៉ូណូអាស៊ីតខ្សែបើកគ្មានខ្នែង

ឈ្មោះតាម IUPAC = អាស៊ីត + ឈ្មោះខ្សែកាបូន + អូអ៊ិច

***ឧទាហរណ៍ :*** $C_3H_7COOH$ អាស៊ីតប៊ុយតាណូអ៊ិច

តារាងទី 1: នាមវលីម៉ូណូអាស៊ីតឆ្អែត ($C_nH_{2n+1}COOH$) ពីអាតូម C មួយដល់ 10

| រូបមន្ត | ប្រភព | នាមវលី ធ្លាប់ប្រើ | នាមវលី IUPAC |
|---|---|---|---|
| HCOOH | ស្រមោចភ្លើង | អាស៊ីតផរមិច | អាស៊ីតមេតាណូអ៊ិច |
| $CH_3-COOH$ | ទឹកខ្មេះ | អាស៊ីតអាសេទិច | អាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច |
| $CH_3-CH_2-COOH$ | ទឹកដោះគោ | អាស៊ីតប្រូប្យូនិច | អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_2-COOH$ | ប៊ឺរ | អាស៊ីតប៊ុយទីរិច | អាស៊ីតប៊ុយតាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_3-COOH$ | | អាស៊ីតវ៉ាលេរិច | អាស៊ីតប៉ង់តាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_4-COOH$ | ទឹកដោះពពែ | អាស៊ីតកាប្រូអ៊ិច | អាស៊ីតអ៊ិចសាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_5-COOH$ | | អាស៊ីតអេណង់ទិច | អាស៊ីតអ៊ិបតាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_6-COOH$ | ទឹកដោះពពែ | អាស៊ីតកាព្រីលិច | អាស៊ីតអុកតាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_7-COOH$ | | អាស៊ីតប៉េឡាកកូនិច | អាស៊ីតណូណាណូអ៊ិច |
| $CH_3-(CH_2)_8-COOH$ | ទឹកដោះពពែ | អាស៊ីតកាព្រិច | អាស៊ីតដេកាណូអ៊ិច |

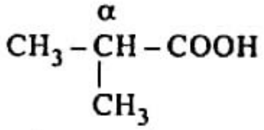
### ខ. ម៉ូណូអាស៊ីតខ្សែបើកមានខ្នែង

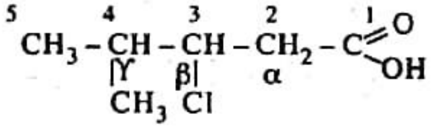
វិធាន (IUPAC) :

- ជ្រើសរើសខ្សែ C ដែលវែងជាងគេ ហើយមានបង្គុំ –COOH ជាខ្សែមេ ។
- កាបូននាទីជាកាបូនលេខ 1 ជានិច្ច ។
- ត្រូវហៅឈ្មោះខ្នែងតាមលំដាប់អក្ខរក្រមឡាតាំង ។

ប្រសិនបើគេប្រើនាមវលីដែលធ្លាប់ប្រើវិញ ទីតាំងនៃខ្សែខ្នែង ឬបណ្តុំជំនួសត្រូវតាងតាមលំដាប់អក្សរក្រិច α (អាល់ផា) , β (បែតតា) , γ (កាម៉ា) , δ (ដែលតា) . . . ។

***ឧទាហរណ៍ :***





| | | |
|---|---|---|
| នាមវលី IUPAC | អាស៊ីត 2– មេទីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច | អាស៊ីត 3–ក្លរ៉ូ –4– មេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច |
| នាមវលីធ្លាប់ប្រើ | អាស៊ីត α– មេទីលប្រូប្យូនិច | អាស៊ីត β–ក្លរ៉ូ –γ– មេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច |

## គ. ប៉ូលីអាស៊ីត

ចំពោះឌីអាស៊ីត ទ្រីអាស៊ីត . . . អាចហៅតាម IUPAC ដោយបន្ថែមពាក្យ ឌីអូអ៊ិច ទ្រីអូអ៊ិច . . . ។

***ឧទាហរណ៍ :***

| | $HOOC-CH_2-COOH$ | $HOOC-(CH_2)_2-COOH$ | $HOOC-(CH_2)_3-COOH$ |
|---|---|---|---|
| នាមវលី IUPAC | អាស៊ីត 1,3– ប្រ៉ូប៉ានឌីអូអ៊ិច | អាស៊ីត 1,4– ប៊ុយតានឌីអូអ៊ិច | អាស៊ីត 1,5– ប៉ង់តានឌីអូអ៊ិច |
| នាមវលីធ្លាប់ប្រើ | អាស៊ីតម៉ាឡូនិច | អាស៊ីតស៊ុចស៊ីនិច | អាស៊ីតគ្លុយតានិច |

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ក. ចូរឱ្យឈ្មោះអាស៊ីតដូចតទៅ :

1. $CH_3-CHCl-CH_2-COOH$ 2. $CH_3-CH_2-CHCl-COOH$

ខ. ចូរសរសេររូបមន្តអាស៊ីតដូចតទៅ :

1. អាស៊ីត 3– ប្រូម៉ូ –2– មេទីល ប៊ុយតាណូអ៊ិច
2. អាស៊ីត 6– ក្លរ៉ូ –4– អ៊ីដ្រុកស៊ីអ៊ិចសាណូអ៊ិច ។

## 1.3. លក្ខណៈរូប

តួដំបូងៗនៃម៉ូណូអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចឆ្អែត ជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌និងមានក្លិនពុំសូវល្អ ។ តួដែលមានអាតូមកាបូនចាប់ពី 10 ទៅជាអង្គធាតុរឹង ។ អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចរលាយបានច្រើនក្នុងទឹកជាងអាល់កុល ដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនស្មើគ្នា ។ ភាពរលាយក្នុងទឹកថយចុះ កាលណាអាស៊ីតមានខ្សែកាបូនកាន់តែវែង ។

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច មានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់កុលដែលមានម៉ាសម៉ូលប្រហែលគ្នា ។

តារាងទី 2: លក្ខណៈរូបរបស់អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយចំនួន

| ឈ្មោះអាស៊ីត | រូបមន្ត | សីតុ. កំណក (°C) | សីតុ. រំពុះ (°C) | កម្រិតរលាយ(g)/ 100g ទឹកនៅ 25°C |
|---|---|---|---|---|
| អាស៊ីត មេតាណូអ៊ិច | $HCOOH$ | +8 | +101 | រលាយ |
| អាស៊ីត អេតាណូអ៊ិច | $CH_3-COOH$ | +17 | +118 | រលាយ |
| អាស៊ីត ប្រូប៉ាណូអ៊ិច | $CH_3-CH_2-COOH$ | –21 | +141 | រលាយ |
| អាស៊ីត ប៊ុយតាណូអ៊ិច | $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$ | –8 | +104 | រលាយដោយភាគ |
| អាស៊ីត ប៉ង់តាណូអ៊ិច | $CH_3-(CH_2)_3-COOH$ | –3.4 | +186 | 5.0 |
| អាស៊ីត អ៊ិចសាណូអ៊ិច | $CH_3-(CH_2)_4-COOH$ | –1.5 | +205 | 1.0 |
| អាស៊ីត បង់សូអ៊ិច | $C_6H_5-COOH$ | +122 | +249 | 0.4 |
| អាស៊ីត អុកសាលិច | $HOOC-COOH$ | +189 | | 15 |

## 1.4. លក្ខណៈគីមី

យើងបានឃើញហើយថា បង្គុំនាទីអាស៊ីតកើតឡើងពីបង្គុំកាបូនីល និងបង្គុំអ៊ីដ្រុកស៊ីល ។ ប៉ុន្តែបង្គុំកាបូនីលក្នុងអាស៊ីតមិនឱ្យប្រតិកម្មសំគាល់ដូចក្នុងករណីអាល់ដេអ៊ីត និងសេតូនទេ ។ បង្គុំកាបូនីលមានឥទ្ធិពលទៅលើសម្ព័ន្ធ($-O-H$) ធ្វើឱ្យសម្ព័ន្ធនេះកាន់តែប៉ូលែជាងករណីអាល់កុល ។

## 1.5. ភាពជាអាស៊ីត

ក្នុងទឹកអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចបំបែកដោយផ្នែកបង្កើតបានជាអ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាតនិងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម ។

$$R-COOH + H_2O \rightleftharpoons R-COO^- + H_3O^+$$

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច　　អ៊ីយ៉ុងកាបុកស៊ីឡាត　　អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម

ឧទាហរណ៍ : $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3-COO^- + H_3O^+$

អ៊ីយ៉ុងអាសេតាត ឬអេតាណូអាត

ការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងថយចុះ កាលណាចំនួនអាតូមកាបូនកាន់តែកើន ។

## 1.6. ប្រតិកម្មដូចអាស៊ីតរ៉ែ

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលោហៈ ជាមួយអំបិលនិងប្រតិកម្មបន្សាបជាមួយអាល់កាលីដូចអាស៊ីតរ៉ែដែរ ។

***ឧទាហរណ៍ :***

ជាមួយលោហៈ: $2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2$

ជាមួយអំបិល : $2CH_3COOH + CaCO_3 \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$

ប្រតិកម្មបន្សាប: $R{-}COOH + NaOH \longrightarrow R{-}COONa + H_2O$

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច → អំបិលសូដ្យូម

$HCOOH + NaOH \longrightarrow HCOONa + H_2O$

អាស៊ីតមេតាណូអ៊ិច ឬ អាស៊ីត ផរមិច → សូដ្យូមមេតាណូអាត ឬសូដ្យូម ផរម៉ាត

## 1.7. បំលែងពីអាស៊ីតជាអាស៊ីលក្លរ

ក្រុម –OH នៃអាស៊ីតអាចជំនួសដោយអាតូមអាឡូសែន បង្កើតបានជាសមាសធាតុអាស៊ីលក្លរ (RCOCl) ។

$$R{-}C(=O){-}OH \longrightarrow R{-}C(=O){-}Cl$$

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច → អាស៊ីលក្លរ

បណ្តុំ (–COCl) ជាក្រុមសំគាល់ អាស៊ីលក្លរ ។

ក្នុងការអនុវត្ត ដើម្បីទទួលបានអាស៊ីលក្លរ គេឱ្យអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចធ្វើប្រតិកម្មជាមួយ ផូស្វរបង់តាក្លរ ($PCl_5$) ឬជាមួយត្យូនីលក្លរ ($SOCl_2$) ។

$$R{-}C(=O){-}OH + PCl_5 \longrightarrow R{-}C(=O){-}Cl + HCl + POCl_3$$

$$R{-}C(=O){-}OH + SOCl_2 \longrightarrow R{-}C(=O){-}Cl + HCl + SO_2$$

***ឧទាហរណ៍ :*** .

$$CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}C(=O){-}Cl + HCl + POCl_3$$

អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច → ប្រូប៉ាណូអ៊ីលក្លរ

$$CH_3{-}C(=O){-}OH + SOCl_2 \longrightarrow CH_3{-}C(=O){-}Cl + HCl + SO_2$$

អាស៊ីតអាសេទិច → អាសេទីលក្លរ

ដើម្បីហៅឈ្មោះអាស៊ីលក្លរួ គេគ្រាន់តែជំនួសបច្ឆិមបទអិចរបស់អាស៊ីតដោយ អ៊ីល និងបន្ថែមពាក្យ ក្លរួ ។

***ឧទាហរណ៍ :*** អាស៊ីតមេតាណូអិច($H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH$) $\longrightarrow$ មេតាណូអ៊ីលក្លរួ ( $H-C(=O)Cl$ ) ។

អាស៊ីលក្លរួ ងាយរងអ៊ីដ្រូលីស ដើម្បីក្លាយជាអាស៊ីតដើមវិញ ។

$$R-C(=O)Cl + H_2O \longrightarrow R-C(=O)OH + HCl$$

ប្រតិកម្មនេះ អាចពន្យល់បានយ៉ាងងាយ ពីផ្សែងពណ៌សដែលគេសង្កេតឃើញនៅពេលដែលអាសេទីលក្លរួប៉ះជាមួយចំហាយទឹកក្នុងខ្យល់ ។

អាស៊ីលក្លរួងាយ មានប្រតិកម្មជាងអាស៊ីតដែលត្រូវគ្នានឹងវា ។ ដូច្នេះហើយបានជាគេប្រើអាស៊ីលក្លរួ ជំនួសអាស៊ីតដែលត្រូវគ្នា ក្នុងទង្វើអានីឌ្រីតអាស៊ីតឬអេស្ទែ ។

## 1.8. បំលែងទៅជាអានីឌ្រីតអាស៊ីត

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច រងប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រាតកម្មនៅចំពោះមុខដេស៊ីដ្រាតករដែលមានប្រសិទ្ធភាពដូចជា ផូស្វរអុកស៊ីត ($P_4O_{10}$) ។ អង្គធាតុដែលកកើតមានឈ្មោះថា**អានីឌ្រីតអាស៊ីត** $(RCO)_2O$ ឬ

$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R$$ ។

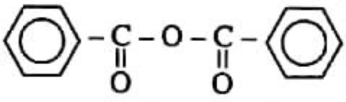
$$\underset{\text{អាស៊ីត}}{R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH} + \underset{\text{អាស៊ីត}}{HO-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R} \xrightarrow{P_4O_{10}} \underset{\text{អានីឌ្រីតអាស៊ីត}}{R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R} + H_2O$$

បណ្តុំ $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-$ សំគាល់ អានីឌ្រីតអាស៊ីត ។

ដើម្បីហៅឈ្មោះ គេគ្រាន់តែជំនួសពាក្យ " អាស៊ីត " ទៅជា " អានីឌ្រីត " ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$ $CH_3-CH_2-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$

អានីឌ្រីតអាសេទិច អានីឌ្រីតប្រូប៉ាណូអិច



អានីឌ្រីតបង់សូអិច

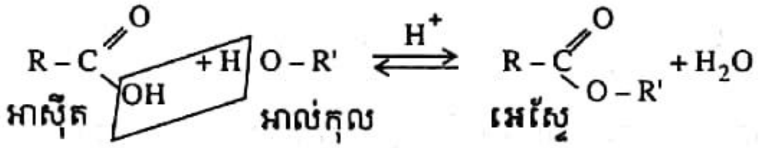
អានីឌ្រីតអាស៊ីត រងអ៊ីដ្រាតកម្មយឺតៗជាមួយទឹកក្នុងភាពត្រជាក់បង្កើតជាអាស៊ីតដែលត្រូវនឹងវាៈ

$$(R-CO)_2O + H_2O \longrightarrow 2R-COOH$$

ក្នុងប្រតិកម្មមួយចំនួនជាមួយអាស៊ីត គេប្រើអានីឌ្រីតជំនួសវិញ ព្រោះវាងាយមានប្រតិកម្មជាង ប៉ុន្តែអានីឌ្រីតនៅខ្សោយជាងអាស៊ីលក្លរ ។

## 1.9. បំលែងពីអាស៊ីតជាអេស្ទែ

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានប្រតិកម្មជាមួយអាល់កុល នៅចំពោះមុខកាតាលីករអាស៊ីត(ឧទាហរណ៍ $H_2SO_4$ )ឱ្យផលជាអេស្ទែនិងទឹក ។ ប្រតិកម្មនេះមានឈ្មោះថា អេស្ទែកម្ម ។




***ឧទាហរណ៍ :***

$$CH_3-\underset{\underset{\displaystyle O}{\|}}{C}-OH+HO-C_2H_5 \xrightleftharpoons{H^+} CH_3-\underset{\underset{\displaystyle O}{\|}}{C}-O-C_2H_5+H_2O$$

អាស៊ីតអាសេទិច ឬអាស៊ីតអេតាណូអ៊ិច    អេតាណុល    អេទីលអាសេតាត ឬអេទីលអេតាណូអាត

បណ្តុំ ( $-C\begin{smallmatrix}\nearrow O \\ \searrow O-\underset{|}{\overset{|}{C}}-\end{smallmatrix}$ ) ជាបង្គុំនាទីអេស្ទែ ។

ដើម្បីហៅឈ្មោះអាស្ទែ

- ទី 1 ហៅឈ្មោះ រ៉ាឌីកាល់ R' របស់អាល់កុល ។
- ទី 2 ហៅឈ្មោះ អាស៊ីត ដោយលុបពាក្យ អាស៊ីត ចេញនិងជំនួសបច្ច័មបទ អ៊ិច ដោយ អាត ។

***ឧទាហរណ៍ :*** $CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O \\ \searrow O-CH_2-CH_3\end{smallmatrix}$    អេទីលប្រូប៉ាណូអាត

- ក្នុងករណីដែលរ៉ាឌីកាល់អាល់កុលមានខ្នែង គេត្រូវចុះលេខ 1 ឱ្យអាតូមកាបូនណាដែលភ្ជាប់ដោយសម្ព័ន្ធមួយជាន់ទៅនឹងអាតូមអុកស៊ីសែន ។
- ក្នុងករណីដែលរ៉ាឌីកាល់អាស៊ីតមានខ្នែង គេត្រូវចុះលេខ 1 ឱ្យអាតូមកាបូននៃបង្គុំកាបូនីល ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$$\overset{3}{C}H_3-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{2}{C}H}-\underset{\underset{\displaystyle O}{\|}}{\overset{1}{C}}-O-\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\overset{1}{C}H}-\overset{2}{C}H_2-\overset{3}{C}H_3$$

1 – មេទីលប្រូពីល 2 – មេទីលប្រូប៉ាណូអាត

## 1.10. ប្រតិកម្មជំនួស

ក្រៅពីប្រតិកម្មដែលកើតមានលើបង្គុំ –OH រ៉ាឌីកាល់ R– នៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ក៏អាចមាន ប្រតិកម្មជំនួសជាមួយក្លរ ឬប្រូមនៅចំពោះមុខកាតាលីករ :

$$R-\underset{H}{\overset{H}{C}}-COOH + Cl-Cl \xrightarrow{P} R-\underset{H}{\overset{Cl}{C}}-COOH + HCl$$

***ឧទាហរណ៍*** $CH_3-CH_2-COOH + Br_2 \xrightarrow{P} CH_3-CHBr-COOH + HBr$

អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច　　　　　អាស៊ីត 2 – ប្រូម៉ូប្រូប៉ាណូអ៊ិច

### 1.11. ប្រតិកម្មរេដុកម្ម

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចរងរេដុកម្ម ក្រោមអំពើរបស់រេដុករខ្លាំងឱ្យផលជាអាល់ដេអ៊ីតនិងបន្ទាប់មកជាអាល់កុល ។

$$R-\underset{\|}{\overset{}{C}}\underset{O}{}-OH + 2[H] \longrightarrow R-\underset{\|}{C}\underset{O}{}-H + H_2O$$

អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច　　　　អាល់ដេអ៊ីត

$$R-\underset{\|}{C}\underset{O}{}-H + 2[H] \longrightarrow R-CH_2OH$$

អាល់ដេអ៊ីត　　　　អាល់កុលថ្នាក់ I

**លំហាត់អនុវត្តន៍**

ចូរសរសេរសមីការ ព្រមទាំងឱ្យឈ្មោះផលិតផលកកើតនៃប្រតិកម្មរវាងអាស៊ីតអាសេទិចជាមួយអង្គធាតុដូចតទៅ

ក. $CH_3-CH_2OH$ (កាតាលីករ $H^+$ )　　ខ. $PCl_5$　　គ. KOH

ឃ. $Br_2$ (កាតាលីករ P )

## 2. ឧទ្ទេអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

### 2.1. អុកស៊ីតកម្មអាល់កុលថ្នាក់ I ឬអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីត

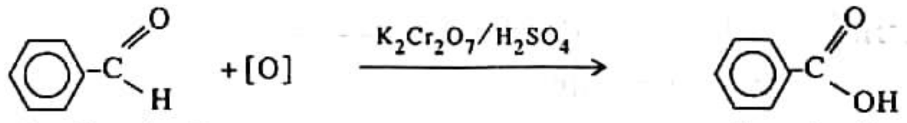
តាមវិធីនេះ គេអាចធ្វើអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចខ្សែបើក និងអាស៊ីតប្រហើរបាន ដោយប្រើអុកស៊ីតករប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាត ($KMnO_4$) ឬប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាត ($K_2Cr_2O_7$) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត ។

***ឧទាហរណ៍ :***

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2OH + 2[O] \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H_2SO_4} CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-COOH + H_2O$$

3 – មេទីលប៊ុយតាន – 1 – អុល　　　　អាស៊ីត 3 – មេទីលប៊ុយតាណូអ៊ិច

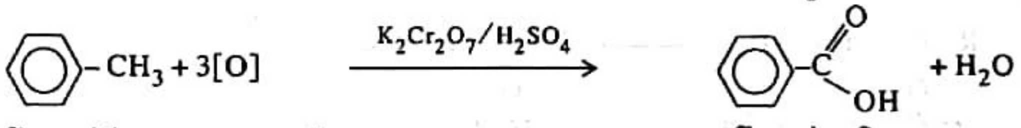
អាល់ដេអ៊ីតងាយរងអុកស៊ីតកម្ម ដើម្បីក្លាយជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចណាស់ ទោះបីជាប្រើអុកស៊ីតករខ្សោយ ដូចជា រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ក៏ដោយ ប៉ុន្តែគេក៏ប្រើអុកស៊ីតករខ្លាំងដែរ :



អាល់ដេអ៊ីតបង់សូអ៊ិច អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច

## 2.2. អុកស៊ីតកម្មទៅលើខ្សែខ្នងនៃអ៊ីដ្រូកាបួប្រហើរ

អាស៊ីតប្រហើរអាចធ្វើឡើងតាមប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្មទៅលើខ្សែខ្នងនៃអ៊ីដ្រូកាបួប្រហើរបាន :



មេទីលបង់សែន ឬ តូលុយអែន អាស៊ីតបង់សូអ៊ិច

***ឧទាហរណ៍ទី 1 :*** ចូរសរសេរសមីការទង្វើសមាសធាតុដូចតទៅ :

ក. អាស៊ីត n – ប៊ុយតាណូអ៊ិច ពី n – ប៊ុយតាន – 1 – អុល

ខ. អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច ពីសូដ្យូមប្រូប៉ាណូអាត

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH + 2[O] \xrightarrow{K_2Cr_2O_7/H_2SO_4} CH_3-CH_2-CH_2-COOH + H_2O$

ខ. អំបិលនៃអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចមានប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតរ៉ែ ដើម្បីបង្កើតជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច : $CH_3-CH_2-COONa + HCl \longrightarrow CH_3-CH_2-COOH + NaCl$

***ឧទាហរណ៍ទី 2 :*** តើគេត្រូវប្រើសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមឌីក្រូម៉ាត កំហាប់ 0.5mol $L^{-1}$ ប៉ុន្មាន mL ដើម្បីធ្វើអុកស៊ីតកម្មប្រូប៉ាន –1– អុល 18g (ក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន $H_2SO_4$ ) ឱ្យទៅជាអាស៊ីត ?

✍ ដំណោះស្រាយ

កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិចនៃប្រតិកម្ម

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad (\times 2)$$

$$CH_3-CH_2-CH_2OH + H_2O \longrightarrow CH_3-CH_2-COOH + 4H^+ + 4e^- \quad (\times 3)$$

សមីកាតុល្យការ :

$$3CH_3-CH_2-CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H^+ \longrightarrow 3CH_3-CH_2-COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

ចំនួនម៉ូលអាល់កុល : $n = \frac{m}{M}$

$m = 18g$ , $M_{CH_3-CH_2-CH_2OH} = (12 \times 3) + (1 \times 8) + 16 = 60 g.mol^{-1}$

$n_{\text{អាល់កុល}} = \frac{18}{60} = 0.3mol$

តាមសមីការ បើអាល់កុល 3mol ធ្វើប្រតិកម្មត្រូវការ $Cr_2O_7^{2-}$ 2mol

ដូចនេះ បើអាល់កុល 0.3mol ធ្វើប្រតិកម្មគេត្រូវការ $Cr_2O_7^{2-}$ 0.2mol

មានសូលុយស្យុង $K_2Cr_2O_7$ (V)

$n = C.V$ ដែល $V = \frac{n}{C}$ , $n = 0.2mol$ , $C = 0.5mol.L^{-1}$

$V = \frac{0.2}{0.5} = 0.4L$ ឬ 400mL ។

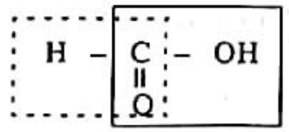
# 3. អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចសំខាន់ៗ

## 3.1. អាស៊ីតផរមិច (HCOOH)

អាស៊ីតផរមិចគឺជាតួទី 1 នៃម៉ូណូអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចឆ្អែត ។ នៅក្នុងធម្មជាតិវាមានបរិមាណតិចតួចណាស់ ។ ពីដើមគេទាញយកអាស៊ីតនេះតាមវិធីបំណិតសត្វស្រមោចភ្លើង ។

អាស៊ីតផរមិចជាអង្គធាតុរាវ គ្មានពណ៌ មានក្លិនឈ្ងួល និងធ្វើឱ្យរលាកប្រដាប់ដង្ហើម ។ វាធ្វើឱ្យស្បែកឡើងកន្ទួលនៅពេលប៉ះជាមួយអាស៊ីតនេះ ។

បើគេពិនិត្យរូបមន្តម៉ូលេគុលរបស់អាស៊ីតនេះ ក្រៅពីវត្តមានបង្គុំកាបុកស៊ីល (–COOH) នៅមានបង្គុំនាទី អាល់ដេអ៊ីត ($-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-H$) ទៀត ។




អាស៊ីតផរមិចមិនគ្រាន់តែជាអាស៊ីតខ្លាំងជាងគេក្នុងចំណោមម៉ូណូអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចឆ្អែតប៉ុណ្ណោះទេ ប៉ុន្តែវត្តមានបង្គុំនាទីអាល់ដេអ៊ីតធ្វើឱ្យអាស៊ីតនេះអាចរងអុកស៊ីតកម្មក្លាយជាទឹកនិងឧស្ម័ន $CO_2$ បាន ។

$$H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH \xrightarrow{[O]} [HO-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH] \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

អាស៊ីតផរមិច　　　　អាស៊ីតកាបូនិច ( គ្មានស្ថិរភាព)

ជាមួយរ៉េអាក់ទីបតូឡង់ ($AgNO_3/NH_3$ , $H_2O$ ) អាស៊ីតផរមិចអាចឱ្យប្រតិកម្មកញ្ចក់ឆ្លុះបាន

$$H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH + Ag_2O \longrightarrow HO-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH + 2Ag \downarrow$$

ក្នុងឧស្សាហកម្ម អាស៊ីតផរមិចធ្វើឡើងតាមការដុតកម្ដៅ ក្រាមសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($NaOH$) ជាមួយកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ($CO$) ។ គេបំលែងអំបិលដែលទទួលបានទៅជាអាស៊ីតដោយធ្វើប្រតិកម្មជាមួយអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ($H_2SO_4$) ។

$$NaOH + CO \xrightarrow{t^\circ} H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-ONa \xrightarrow{H_2SO_4} H-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH + NaHSO_4$$

## ៣.២. អាស៊ីតអាសេទិច ($CH_3COOH$)

អាស៊ីតអាសេទិច គឺជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌ ងាយរលាយក្នុងទឹក មានក្លិនឈ្ងួល ។ សូលុយស្យុងទឹកនៃអាស៊ីតនេះ ពី 4 – 5 % ប្រើជាទឹកខ្មេះសម្រាប់បរិភោគ ។

គេបានស្គាល់អាស៊ីតអាសេទិច តាំងពីបុរាណកាលម្ល៉េះ ។ គេធ្វើវាឡើងតាមអុកស៊ីតកម្មសូលុយស្យុងអេទីលអាល់កុល ដែលបានពីល្បើងតាមធម្មជាតិនៃទឹកផ្លែឈើ ។ ក្រោមអំពើនៃអង់ស៊ីមដែលបញ្ចេញដោយបាក់តេរីដែលមានជីវិតនៅលើផ្ទៃស្រឡះនៃសូលុយស្យុង អេទីលអាល់កុលរងអុកស៊ីតកម្មដោយ $O_2$ នៃខ្យល់ ក្លាយជាអាស៊ីតអាសេទិច :

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{(បាក់តេរី)}]{\text{អង់ស៊ីម}} CH_3COOH + H_2O$$

ក្នុងឧស្សាហកម្ម គេផលិតអាស៊ីតនេះតាមអុកស៊ីតកម្មអាល់ដេអ៊ីតអាសេទិច ($CH_3CHO$) ដោយអុកស៊ីសែននៃខ្យល់ ចំពោះមុខកាតាលីករ $Mn^{2+}$ នៅសីតុណ្ហភាពប្រហែល 80°C :

$$CH_3CHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{Mn^{2+}} CH_3COOH$$

អាល់ដេអ៊ីតអាសេទិចបានមកពីប្រតិកម្មអ៊ីដ្រាតកម្មអាសេទីឡែន ($CH \equiv CH$) ដែលបានមកពីប្រតិកម្មកាល់ស្យូមកាបួ ($CaC_2$) និងទឹក :

$$CaC_2 \xrightarrow{+H_2O} C_2H_2 \xrightarrow{+H_2O} CH_3CHO \xrightarrow{+O_2/Mn^{2+}} CH_3COOH$$

អាស៊ីតអាសេទិច គឺជាវត្ថុធាតុដើមដ៏សំខាន់សម្រាប់ធ្វើថ្នាំពណ៌ ក្រណាត់សំយោគ រូបធាតុប្លាស្ទិច និងវត្ថុធាតុគីមីជាច្រើនទៀត ។

## ៣.៣. អាស៊ីតមិនឆ្អែត

ម៉ូណូអាស៊ីតមិនទាន់ឆ្អែត ដែលងាយជាងគេ គឺអាស៊ីតប្រូប៉េណូអ៊ិច ឬហៅថា អាស៊ីតអាគ្រីលិច ($CH_2 = CH - COOH$) តាមនាមវលីធ្លាប់ប្រើ ។ ស្រឡាយនៃអាស៊ីតនេះ មួយចំនួនត្រូវបានគេ

ប្រើក្នុងឧស្សាហកម្មដើម្បីផលិតប៉ូលីមែ ។ ស្រឡាយសំខាន់ៗនៃអាស៊ីតនេះ មានមេទីលមេតាគ្រីឡាត ($CH_2 = C(CH_3) - C(=O) - O - CH_3$) និងអាគ្រីឡូនីទ្រីល ($CH_2 = CH - C \equiv N$) ។

- មេទីលមេតាគ្រីឡាត ជាវត្ថុធាតុដើមសម្រាប់ធ្វើប៉ូលីមែដែលមានឈ្មោះថា ប្លិចស៊ីក្លាស (Plexiglas) ។ ប្លិចស៊ីក្លាសមានលក្ខណៈភ្លឺថ្លា ដូចកែវ គេប្រើជាកញ្ចក់វ៉ែនតា . . . ។

$$n\ CH_2 = C(CH_3) - C(=O)OCH_3 \xrightarrow{\text{កាតាលីករ}} [-CH_2 - C(CH_3)(COOCH_3) -]_n$$

មេទីលមេតាគ្រីឡាត → ប៉ូលីមេទីលមេតាគ្រីឡាត ឬប្លិចស៊ីក្លាស

- គេយកអាគ្រីឡូនីទ្រីលទៅធ្វើសហប៉ូលីមែកម្ម ជាមួយប៊ុយតាដ្យែន ដើម្បីធ្វើកៅស៊ូសំយោគ ។

## 3.4. អាស៊ីតខ្លាញ់

ខ្លាញ់និងប្រេង គឺជាផ្នែកមួយនៃចំណីអាហាររបស់យើង ។ ខ្លាញ់មានដើមកំណើតពីសត្វ ឯប្រេងមានដើមកំណើតពីរុក្ខជាតិដូចជា ពោត អូលីវ ដូងសណ្តែកសៀង . . . ។ ខ្លាញ់ជាអង្គធាតុរឹង ឯប្រេងជាអង្គធាតុរាវ ប៉ុន្តែអង្គធាតុទាំងពីរមានទម្រង់គ្រឹះដូចគ្នា ។ ខ្លាញ់ និងប្រេងគឺជាអេស្ទែ ដែលកើតពីអាស៊ីតខ្លាញ់ និងគ្លីសេរីន ($CH_2OH - CHOH - CH_2OH$) ។ បើគេដុតកម្តៅខ្លាញ់ ឬប្រេងជាមួយអាល់កាលីរួចបន្ថែមអាស៊ីតទៅលើល្បាយក្រោយប្រតិកម្មនោះ គេទទួលបានគ្លីសេរីន និងល្បាយនៃអាស៊ីតខ្លាញ់ ។

ជានិច្ចកាល អាស៊ីតខ្លាញ់ មានខ្សែកាបូនជាខ្សែត្រង់គ្មានខ្នែង អាចឆ្អែត ឬមិនឆ្អែត ។

**តារាងទី 3:អាស៊ីតខ្លាញ់សំខាន់ៗមួយចំនួន**

| អាស៊ីតឆ្អែត | ចំនួន C | រូបមន្ត | អាស៊ីតឆ្អែត | ចំនួន C | រូបមន្ត |
|---|---|---|---|---|---|
| អាស៊ីតប៊ុយទីរិច | 4 | $CH_3-(CH_2)_2-COOH$ | អាស៊ីតមីរីស្ទិច | 14 | $CH_3-(CH_2)_{12}-COOH$ |
| អាស៊ីតកាប្រូអ៊ិច | 6 | $CH_3-(CH_2)_4-COOH$ | អាស៊ីតប៉ាល់មីទិច | 16 | $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$ |
| អាស៊ីតកាព្រីលិច | 8 | $CH_3-(CH_2)_6-COOH$ | អាស៊ីតស្តេអារិច | 18 | $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$ |
| អាស៊ីតកាព្រិច | 10 | $CH_3-(CH_2)_8-COOH$ | អាស៊ីតអារ៉ាស៊ីឌិច | 20 | $CH_3-(CH_2)_{18}-COOH$ |
| អាស៊ីតឡូរិច | 12 | $CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$ | | | |

| អាស៊ីតមិនឆ្អែត | ចំនួន C | រូបមន្ត |
|---|---|---|
| អាស៊ីត អូលេអ៊ិច | 18 | $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$ |
| អាស៊ីត លីណូលេអ៊ិច | 18 | $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$ |
| អាស៊ីត លីណូលេនិច | 18 | $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$ |
| អាស៊ីត អារ៉ាស៊ីដូនិច | 20 | $CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=$ $CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-COOH$ |

## 3.5. ឌីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច

អាស៊ីតនេះមានបង្គុំ –COOH ចំនួនពីរក្នុងម៉ូលេគុល ។ ឌីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចសំខាន់ៗមាន :

$HOOC-COOH$

អាស៊ីតអុកសាលិចឬអាស៊ីត –Ɣ– អេតាឌីអូអ៊ិច

$HOOC-CH_2-COOH$

អាស៊ីតម៉ាឡូនិចឬអាស៊ីតប្រូប៉ានឌីអូអ៊ិច

$HOOC-CH_2-CH_2-COOH$

អាស៊ីតស៊ុចស៊ីនិចឬអាស៊ីតប៊ុយតានឌីអូអ៊ិច

$HOOC-(CH_2)_4-COOH$

អាស៊ីតអាឌីពិច ឬអាស៊ីតអិចសានឌីអូអ៊ិច

## 3.6. អ៊ីដ្រុកស៊ីអាស៊ីត

អាស៊ីតនេះ ក្រៅពីមានបង្គុំ –COOH នៅមានបង្គុំ–OH ទៀត ដូចជា :

$CH_2-COOH$
|
OH

អាស៊ីតគ្លីកូនិច ឬ

អាស៊ីតអ៊ីដ្រុកស៊ីអាសេទិច

$CH_3-CH-COOH$
|
OH

អាស៊ីតឡាក់ទិច ឬ

អាស៊ីត 2 –អ៊ីដ្រុកស៊ីប្រូប៉ាណូអ៊ិច

$HOOC-CH-CH_2-COOH$
|
OH

អាស៊ីតម៉ាលិច ឬ

អាស៊ីតអ៊ីដ្រុកស៊ីស៊ុចស៊ីនិច

$HOOC-CH-CH-COOH$
| |
OH OH

អាស៊ីតតាកទ្រិច ឬ

អាស៊ីតឌីអ៊ីដ្រុកស៊ីស៊ុចស៊ីនិច(មានក្នុងផ្លែទំពាំងបាយជូ)

OH
|
$HOOC-CH_2-C-CH_2-COOH$
|
COOH

អាស៊ីតស៊ីទ្រិច

(មាននៅក្នុងផ្លែក្រូច)

## សង្ខេបមេរៀន

- សមាសធាតុសរីរាង្គដែលមានបង្គុំកាបុកស៊ីល (–COOH) ក្នុងម៉ូលេគុលមានឈ្មោះថា អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចដែលមានរូបមន្តទូទៅ $R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH$ ។ រ៉ាឌីកាល់ R អាចឆ្អែតមិនឆ្អែតឬប្រហើរ ។
- ក្នុងទឹក អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង កាបុកស៊ីឡាត និងអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូញ៉ូម ។ ការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងនេះថយចុះ កាលណាចំនួនអាតូម C កើន ។

$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH+H_2O \rightleftharpoons R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O^- +H_3O^+$$

ដោយសារលក្ខណៈនេះហើយ ដែលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចមានប្រតិកម្មជាមួយលោហៈអំបិលនិងអាល់កាលី ដូចជាអាស៊ីតរ៉ែដែរ ។

- ប្រតិកម្មក៏អាចកើតមាន ដោយការជំនួសបណ្តុំ –OH នៃបង្គុំកាបុកស៊ីលដែរ ដូចជាក្នុងប្រតិកម្មដើម្បីបង្កើត : អាស៊ីលក្លរួ ($R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-Cl$) អានីឌ្រីតអាស៊ីត $R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R$ ឬ $(R-CO_2)_2-O$ និងអេស្ទែ ($R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-R'$) ។
- អាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច អាចឱ្យប្រតិកម្មជំនួសលើរ៉ាឌីកាល់ R ដែរ ដូចជា

$$R-CH_2-COOH+Cl_2 \xrightarrow{P} R-CHCl-COOH+HCl$$

- អាស៊ីតខ្លាញ់ គឺជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ដែលគេទាញចេញពីខ្លាញ់ ឬប្រេង ។ អាស៊ីតទាំងនេះភាគច្រើនមានអាតូម C ចាប់ពី 10 ហើយម៉ូលេគុលវាជាខ្សែត្រង់គ្មានខ្នែង ។

## ? សំណួរនិងលំហាត់

1. តើបង្គុំនាទីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច មានរូបមន្ត និងឈ្មោះដូចម្តេច ?
2. ក្នុងម៉ូលេគុលអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមានបង្គុំកាបូនីលដែរ តើបង្គុំនេះអាចមានប្រតិកម្មជាមួយ 2.4 – DNPH ឱ្យកករពណ៌លឿងដែរឬទេ ?
3. ចូរឱ្យឈ្មោះសមាសធាតុដូចតទៅ :

ក. $CH_3-\underset{\underset{CH_2-CH_3}{|}}{CH}-CH_2-COOH$ ខ. $CHCl_2-CH_2-COOH$

គ. $CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-COOH$ ឃ. $CH_2=\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}-COOH$

ង. $CH_3-COONa$ ច. $CH_3-COO-CH_3$

ឆ. $CH_3-CH_2-CH_2-COCl$ ជ. $(CH_3-CH_2-COO)_2Ca$

4. ចូរសរសេររូបមន្តនៃអាស៊ីតដូចតទៅ

ក. អាស៊ីត 2 – មេទីលប៉ង់តាណូអ៊ិច ខ. អាស៊ីត 2, 2 – ឌីក្លរ៉ូប្រូប៉ាណូអ៊ិច

គ. អាស៊ីត p – នីត្រូបង់សូអ៊ិច ឃ. អាស៊ីត 3, 4 – ឌីអេទីល – 2 – មេទីលអិចសាណូអ៊ិច ។

5. សរសេររូបមន្តនៃសមាសធាតុដូចតទៅ

ក. អេទីល ប្រូប៉ាណូអាត ខ. អានីឌ្រីតអាសេទិច គ. ប្រូប៉ាណូអ៊ីលប្រូមួ

6. ចូរសរសេរសមីការបំលែងដូចតទៅ

ក. ប្រូប៉ាន – 1 – អុល $\longrightarrow$ អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច

ខ. 2 – មេទីល ប្រូប៉ាណូអ៊ីលប្រូមួ $\longrightarrow$ អាស៊ីត 2 – មេទីលប្រូប៉ាណូអ៊ិច

គ. អេទីលអាល់កុល $\longrightarrow$ អានីឌ្រីតអាសេទិច

ឃ. អាស៊ីតប្រូប៉ាណូអ៊ិច $\longrightarrow$ អេទីលប្រូប៉ាណូអាត ។

7. តើគេទទួលបានអាស៊ីតអាសេទិចប៉ុន្មានក្រាម ពីបំលែងកាល់ស្យូមកាបួ ($CaC_2$) 40g ដែលមានភាពសុទ្ធ 80 % តាមបំលែង :

$$CaC_2 \xrightarrow{+H_2O} CH \equiv CH \xrightarrow{+H_2O} CH_3-CHO \xrightarrow[H_2SO_4]{H_2Cr_2O_7} CH_3COOH$$

**ចម្លើយ : 30g**

## ? សំណួរនិងលំហាត់ជំពូក 7

**I. ចូរគូសសញ្ញា ✓ ក្នុងប្រអប់មុខចម្លើយត្រឹមត្រូវដែលមានតែមួយគត់**

1. ក្នុងចំណោមសមាសធាតុដូចតទៅ តើណាមួយជាអេទែ ?

☐ ក. $CH_3-CH_2-CH_2OH$ ☐ ខ. $CH_3-CH_2-CHO$

☐ គ. $CH_3-C(CH_3)_2OH$ ☐ ឃ. $CH_3-CH_2-O-CH_3$

2. តើសមាសធាតុណាមួយដែលបង្កើតអាស៊ីត នៅពេលទទួលអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួល ?

☐ ក. $(CH_3)_3COH$ ☐ ខ. $CH_3-CO-C_2H_5$

☐ គ. $C_2H_5-O-CH_3$ ☐ ឃ. $C_3H_7-CH_2OH$

3. តើសមាសធាតុណាមួយដែលរងរេដុកម្ម ក្លាយជាអាល់កុលថ្នាក់ II

☐ ក. $C_2H_5CHO$ ☐ ខ. $C_2H_5-CO-CH_3$

☐ គ. $C_2H_5-O-CH_3$ ☐ ឃ. $C_2H_5-CH_2OH$

**II. ចូរបំពេញល្បះខាងក្រោមឱ្យមានន័យត្រឹមត្រូវ**

1. អាល់កុលមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ជាងអាល់ដេអ៊ីត ដែលមានចំនួនអាតូមកាបូនដូចគ្នា ដោយសារវាមាន . . . . . . . . . . . .រវាងម៉ូលេគុល ។
2. សមាសធាតុដែលរងអុកស៊ីតកម្មតាមសម្រួលបង្កើតបាន . . . . . . . . . . ជាអាល់កុលថ្នាក់ II ។
3. សមាសធាតុមួយឱ្យកករពណ៌លឿងជាមួយ 2, 4 – D.N.P.H តែមិនឱ្យកករក្រហម $Cu_2O$ ជាមួយទឹកជេលីញទេសមាសធាតុនោះជា . . . . . . . . . . . . . ។

**III. លំហាត់**

1. គេដុតកម្តៅអេតាណុល 50g ដែលមានកំហាប់ 92% ដោយមានកាតាលីករ $H_2SO_4$ ។ តើគេទទួលបានអេទីឡែនប៉ុន្មានក្រាម ? បើទិន្នផលនៃប្រតិកម្មមាន 70% ។ ចម្លើយ : 19, 6g
2. គេយក 20g នៃសំណាកអេតាណុលមួយទៅធ្វើប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូម គេទទួលបានបំភាយអ៊ីដ្រូសែន 4.48l នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា ។ គណនាភាពសុទ្ធនៃសំណាកអេតាណុលនេះ ? គេសន្មតថាភាពមិនសុទ្ធមិនមានអំពើជាមួយសូដ្យូមទេ ។ ចម្លើយ : 92%
3. ក្នុងប្រតិកម្មអេស្ទែកម្មរវាងម៉ូលអាល់កុលឆ្អែតមួយនិង 0.2mol អាស៊ីតសរីរាង្គមួយដែលមានម៉ាស $60g \cdot mol^{-1}$ ផ្តល់អេស្ទែ 17.6g ។ តើអាល់កុលនោះមានរូបមន្តដូចម្តេច ?

   ចម្លើយ : $C_2H_5OH$ អេតាណុល
4. បើគេឱ្យ 10g ល្បាយប៊ុយតាន –1– អុលនិង 2– មេទីល ប្រូប៉ាន –2– អុល រងអុកស៊ីកម្មតាមសម្រួលដោយសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាត ដែលមានបន្ថែមអាស៊ីតស៊ុលផួរិច គេទទួលបានអាល់ដេអ៊ីត 3.6g ។ គណនាភាគរយជាម៉ាសនៃ 2– មេទីលប្រូប៉ាន –2– អុលក្នុងល្បាយ ។

   ចម្លើយ : 63%
5. អាល់កុល A មួយរងដេស៊ីដ្រាតកម្ម ជាអាល់សែន B ដែលមានម៉ាសម៉ូល $56g\ mol^{-1}$ ។

   ក. ចូររករូបមន្តម៉ូលេគុលនៃ B ។

   ខ. ចូរសរសេរអ៊ីសូមែទីតាំងនិងខ្សែកាបូនដែលមានចំពោះ B ព្រមទាំងឱ្យឈ្មោះវាផង ។

   គ. គេធ្វើអុកស៊ីតកម្មទៅលើ A ដោយសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមប៊ីក្រូម៉ាតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត គេមិនឃើញមានបម្រែពណ៌សូលុយស្យុងទេ ។

   ចូរសន្និដ្ឋានពីថ្នាក់នៃអាល់កុលនិងទាញយករូបមន្តស្ទើរលាតនៃ A និង B ។
6. 0.5mol របស់សមាសធាតុសរីរាង្គមួយអាច :

   ក. បំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 0.25mol ពេលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលោហៈសូដ្យូម

ខ. បង្កើតបាន $CO_2$ 22.4L នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតាពេលធ្វើចំហេះសព្វ

គ. ទទួលអុកស៊ីតកម្មជាអាល់ដេអ៊ីត ។

តាមបម្រាប់ខាងលើ ចូរកំណត់រូបមន្តរបស់សមាសធាតុនេះ ។ ចម្លើយ : $CH_3-CH_2OH$

7. បើគេឱ្យ 68g នៃល្បាយមួយដែលមានឌីអេទីលអេទែ និងអេតានឌីអុលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលោហៈសូដ្យូម លើស គេទទួលបានបំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 11.2L នៅលក្ខខណ្ឌធម្មតា ។ តើគេត្រូវការអុកស៊ីសែនប៉ុន្មានម៉ូលដើម្បីធ្វើចំហេះសព្វអេទែដែលមានក្នុងល្បាយ ?

8. ល្បាយអាស៊ីតអាសេទិច និងអេតាណុលមួយមានលក្ខណៈដូចតទៅ :

ក. បំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 0.3mol នៅពេលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយ Zn

ខ. បំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 0.5mol ពេលធ្វើប្រតិកម្មជាមួយលោហៈ Na

គណនាចំនួនម៉ូលអាល់កុលដែលនៅក្នុងល្បាយ ។ ចម្លើយ : 0.4mol

9. អាស៊ីតសរីរាង្គមួយ ដែលមានមាឌ 200mL កំហាប់ $1mol\ L^{-1}$ មានប្រតិកម្មបន្សាបគ្រប់គ្រាន់ល្មមជាមួយកាល់ស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត ($Ca(OH)_2$) 22.2g ។

តើអាស៊ីតនេះមានបង្គុំកាបុកស៊ីលប៉ុន្មាន ? ចម្លើយ : 3

10. អំបិលកាល់ស្យូមរបស់ម៉ូណូអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចឆ្អែតមួយ មានកាល់ស្យូម 2g ក្នុងអំបិល 7.9g ។ តើអាស៊ីតនេះមានរូបមន្តដូចម្តេច ? ចម្លើយ : $CH_3-COOH$

11. តើគេត្រូវប្រើសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតប៉ុន្មានក្រាម ដើម្បីបន្សាបទឹកខ្មេះ 50mL ដែលមានដង់ស៊ីតេ $1.056g\ mL^{-1}$ (ទឹកខ្មេះ គឺជាសូលុយស្យុងទឹក 5 % នៃអាស៊ីតអាសេទិច) ។ ចម្លើយ : 1.76g

12. ការវិភាគឌីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចមួយ បង្ហាញថាវាមានកាបូន 40.7 % អុកស៊ីសែន 54.2 % និងអ៊ីដ្រូសែន 5.1 % ។ បើគេយកអាស៊ីតនេះ 2.36g ទៅធ្វើប្រតិកម្មបន្សាបជាមួយសូលុយស្យុង KOH ដែលមានកំហាប់ $0.2mol\ L^{-1}$ គេត្រូវប្រើអស់ 200mL ។ តើអាស៊ីតនេះមានរូបមន្តដូចម្តេច ?

# បទានុក្រម

**បង្គុំនាទី:** ក្រុមអាតូមដែលសំគាល់លក្ខណៈ ដូចជា :   $-OH$ សំគាល់នាទីអាល់កុល

$-C(=O)H$ សំគាល់នាទីអាល់ដេអ៊ីត   $-C(=O)OH$ សំគាល់នាទីអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ។

**រ៉េអាក់ទីបស៊ីប (Schiff)** : ជាអង្គធាតុរាវគ្មានពណ៌ ។ រ៉េអាក់ទីបស៊ីបនឹងប្រែជាពណ៌កូឡាប កាលណាមានវត្ថុមានអាល់ដេអ៊ីត ។ ជាទូទៅ គេប្រើរ៉េអាក់ទីបស៊ីបសម្រាប់រកអត្តសញ្ញាណអាល់ដេអ៊ីត ។

**រ៉េអាក់ទីប 2,4– ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីន:** ជាអង្គធាតុរឹងពណ៌លឿង ។ គេអាចហៅកាត់ថា: D.N.P.H ។

**រ៉េអាក់ទីប 2,4–** ឌីនីត្រូផេនីលអ៊ីដ្រាស៊ីនជាសូលុយស្យុងលឿងព្រលែតនៃ D.N.P.H រលាយក្នុងអេតាណុល ដែលមានបន្ថែមអាស៊ីតស៊ុលផួរិច ។

**រ៉េអាក់ទីប 2,4–** D.N.P.H នឹងឡើងកករពណ៌លឿងចាស់ កាលណាមានវត្ថុមានអាល់ដេអ៊ីត ឬសេតូន ។

ជាទូទៅ : D.N.P.H + $\begin{matrix}\square \\ \square\end{matrix} C = O \longrightarrow$ កករពណ៌លឿងចាស់

□ អាចជាអាតូម H ឬជាអាតូម C នៃរ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួ ។

**អ៊ីដ្រាតកម្ម** : ប្រតិកម្មបូកទឹកចូលទៅក្នុងអង្គធាតុមួយ ។

***ឧទាហរណ៍***   $CH_2 = CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3-CH_2OH$

**ដេស៊ីដ្រាតកម្ម** : ប្រតិកម្មដកទឹកចេញពីអង្គធាតុមួយ ។

***ឧទាហរណ៍***   $CH_3-CH_2OH \xrightarrow[400°C]{Al_2O_3} CH_2 = CH_2 + H_2O$

**ដេស៊ីដ្រូសែនកម្ម** : ប្រតិកម្មដកអ៊ីដ្រូសែនចេញពីអង្គធាតុមួយ ។

***ឧទាហរណ៍***   $CH_3-CH_2OH \xrightarrow[\text{គ្មានខ្យល់}]{Cu(t°)} CH_3-CHO + H_2$

**រ៉េអាក់ទីបផេលិញ ឬទឹកផេលិញ : (Fehling' reagent)**

ទឹកផេលិញ គឺជាសូលុយស្យុងបាស ដែលមានពណ៌ខៀវចាស់ដោយក្នុងនោះមានកុំភ្លិចដែលកើតឡើងដោយ $Cu^{2+}$ និងអាញ៉ុងនៃអាស៊ីតតាកទ្រិច ។ ទឹកផេលិញ គឺជារ៉េអាក់ទីបដែលសម្រាប់រកអត្តសញ្ញាណកម្មអាល់ដេអ៊ីត ។

អាល់ដេអ៊ីត + ទឹកផេលិញ $\xrightarrow{t^\circ}$ $Cu_2O$ កករក្រហមដូចឥដ្ឋ ។

**រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ : (Tollens)**

បើគេបន្តក់ទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ទៅក្នុងសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត នោះគេឃើញមានកើតកករ AgOH ដែលកករនេះនឹងរលាយបាត់ទៅវិញក្នុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់លើសដោយបង្កើតជាកុំប្លិច $[Ag(NH_3)_2]^+$ ។ សូលុយស្យុងដែលទទួលបាននៅទីបញ្ចប់ ថ្លាគ្មានពណ៌ គឺជារ៉េអាក់ទីបតូឡង់ ឬហៅថាសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាតក្នុងទឹកអាម៉ូញ៉ាក់ ។ រ៉េអាក់ទីបតូឡង់ក៏ប្រើសម្រាប់រកអត្តសញ្ញាណកម្មអាល់ដេអ៊ីតដែរ :
អាល់ដេអ៊ីត + តូឡង់ $\xrightarrow{t^\circ}$ កករ Ag ( ប្រតិកម្មកញ្ចក់ឆ្លុះ ) ។

**ប្រតិកម្មកុងដង់កម្ម** : ជាប្រតិកម្មរវាងពីរ ឬច្រើនម៉ូលេគុល ដើម្បីបង្កើតជាម៉ូលេគុលមួយធំជាងដោយមានការផ្ដាច់ចេញនូវសារធាតុដែលមានម៉ូលេគុលតូចដូចជា $H_2O$ $NH_3$ HCl ។

**អាស៊ីតខ្លាញ់** : គឺជាអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច ដែលចូលធ្វើបន្សំឲ្យកើតទៅជាខ្លាញ់ ឬប្រេង ។

**ប៉ូលីមែកម្ម** : ជាលំនាំដែលម៉ូលេគុលដូចៗគ្នាប្រមូលផ្ដុំគ្នា ដើម្បីបង្កើតជាម៉ូលេគុលដ៏ធំមួយមានឈ្មោះថា ប៉ូលីមែ ។

**សហប៉ូលីមែកម្ម** : ជាលំនាំដូចប៉ូលីមែកម្មដែរ ប៉ុន្តែកើតឡើងពីម៉ូលេគុលដូចៗគ្នាពីរឬច្រើនប្រភេទ ។

**អង់តាល់ពីកំណ** : ជាបណ្ដូរអង់តាល់ពីពេលដែលមួយម៉ូលេគុលសមាសធាតុកើតពីធាតុរបស់វាក្នុងភាពស្តង់ដា (25°C) និង 1atm

**អង់តាល់ពីចំហេះ** : ជាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីកើតឡើង កំឡុងពេលចំហេះសព្វមួយម៉ូលេគុលសមាសធាតុ ។

**អង់តាល់ពី (H)** : បរិមាណនៃសារធាតុនៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធណាមួយ ។

**ទែម៉ូគីមី** : ជាការសិក្សាពីបណ្ដូរកម្ដៅក្នុងប្រតិកម្មគីមី ។

**ក្រាភីត** : ទម្រង់នៃកាបូនដែលមានអាតូមរៀបចំក្នុងស្រទាប់ ។

**អសរីរាង្គ** : ការសិក្សាពីសារធាតុមិនមានផ្ទុកធាតុកាបូន ។

**ឥន្ធនៈសំយោគ** : ជាឥន្ធនៈមិនមែនមានក្នុងធម្មជាតិ ។

**ក្រដាសខ្វណីសុស** : ជាក្រដាសត្រាំសំគាល់សូលុយស្យុងអាស៊ីត (ក្រហម) សូលុយស្យុងបាស (ខៀវ) ។

**លំនាំហេប៊ើ** : ផលិតអាម៉ូញ៉ាក់បែបឧស្សាហកម្ម $(3H_2(g) + N_2(g)) \underset{}{\overset{Fe}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$

ក្រាគីង : ការកម្ដៅអ៊ីដ្រូកាបួដែលមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ ដោយប្រើកាតាលីករ ដើម្បីបំបែកម៉ូលេគុលធំៗឱ្យទៅជាម៉ូលេគុលតូច ដែលមានចំណុចរំពុះទាបជាងគេ ។

**p.p.m : Parts per million :1mg/L**

អេឡិចត្រូលីត : សមាសធាតុដែលចម្លងចរន្តអគ្គិសនីក្នុងសូលុយស្យុងទឹក ។

ដូឡូមីត : $CaMg(CO_3)_2$ ។

ម្នាងសិលា : $CaSO_4\ 7H_2O$

អ៊ីយ៉ុងទស្សនិក (Spectator ion) អ៊ីយ៉ុងដែលមិនចូលរួមប្រតិកម្ម ។

ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ (Avogadro's number) ចំនួនភាគល្អិតដែលមានក្នុងមួយម៉ូលនៃសារធាតុវាមានចំនួន : $(6.023 \times 10^{23})$ ។

ម៉ាសម៉ូល (Molar mass) ម៉ាស់ក្នុងមួយម៉ូលនៃធាតុឬសមាសធាតុ ។

មាឌម៉ូល (Molar volume) មាឌតាំងនៅក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធធម្មតា = 22.4L ឬ 22400cm$^3$

ទិន្នផល (Yield) បរិមាណបានបង្កើតឡើងពីប្រតិកម្មមួយឬបរិមាណផលិតផលពីប្រតិកម្ម ។

ស្តូស្យូមេទ្រី (Stoichiometry) ផ្នែកនៃគីមីដែលសិក្សាពីទំនាក់ទំនងតួលេខក្នុងប្រតិកម្មគីមី ។ ការគណនាបរិមាណនៃសារធាតុដែលមាននៅក្នុងសមីការគីមី ឬសមាមាត្រនៃទំនាក់ទំនងរវាងសារធាតុពីរ ឬច្រើននៅក្នុងប្រតិកម្មគីមី ។

ដង់ស៊ីតេ (Density) ផលធៀបនៃម៉ាសរបស់សារធាតុទៅនិងមាឌរបស់សារធាតុជាទូទៅគិតជា g/cm$^3$ សម្រាប់អង្គធាតុរឹង និងរាវ ឬ g/L សម្រាប់ឧស្ម័ន ។

សំលោហៈ (Alloy) ល្បាយនៃលោហៈពីរ ឬច្រើនប្រភេទ ឬជាល្បាយនៃលោហៈនិងអលោហៈ ។ ឧ. : ស្ពាន់ ជាល្បាយនៃទង់ដែង (Cu) និងសង្កសី (Zn) ។

រឹង (Hardness) លក្ខណៈអង្គធាតុដែលធន់និងសំណឹក ឬកំណូត ។

ស៊េរីសកម្មភាព (Reactivity series) ស៊េរីនៃធាតុគីមីដែលរៀបចំតាមលំដាប់សកម្មភាពគីមីរបស់ធាតុ ។

ប្រតិកម្មទែមីត (Thermit reaction) ប្រតិកម្មដែលអាលុយមីញ៉ូមទាញយកអុកស៊ីសែនពីអុកស៊ីតលោហៈដែលនៅខាងក្រោយវាក្នុងស៊េរីសកម្មភាព ។

ឧ. : $Fe_2O_3(s) + 2Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$

កំណូត (Corrosion) ការខូចខាតនៃលោហៈ ឬសំលោហៈមួយចំនួនដោយសារអុកស៊ីតករផ្សេងៗក្នុងបរិយាកាស ដូចជាសំណើម អុកស៊ីសែន និងសារធាតុផ្សេងៗ ។ ឧ. : ដែកទុកហាលខ្យល់ឡើងច្រែះ ។

ប្រតិកម្មរេដុក (Redox reaction) ប្រតិកម្មដែលក្នុងនោះមានការចូលរួមពីលំនាំអុកស៊ីតកម្ម និងរេដុកម្ម ក្នុងពេលជាមួយគ្នា ឬជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ។

វិធីកាល់វ៉ានិច (Galvanic method) វិធីស្រោបលោហៈដែក ឬបន្ទះដែកថែបដោយស្រទាប់សង្ក័សី (Zn) ស្តើង ។

ខនិជ (Mineral) សារធាតុដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិ ដែលមានបន្សំតាមបែបលក្ខណៈគីមី ហើយជាទូទៅមានទម្រង់ជាគ្រាម ។ ឧ. : ដែកពីរីត ($FeS_2$)

រ៉ែ (Ores) សារធាតុខនិជដែលកើតឡើងដោយធម្មជាតិប្រើសម្រាប់ផលិតកម្មលោហៈ ។

យោបកលោហៈ (Extraction of metals) ការញែកលោហៈចេញពីរ៉ែរបស់វា ។

ធ្យូងថ្ម (Coke) សារធាតុដែលបានពីការដុតកម្តៅធ្យូងថ្មក្នុងឡគ្មានខ្យល់ស្រដៀងគ្នានឹងដុតធ្យូងពីឈើដែរ ។ វាមានកាបូន 80 % ។

អគ្គិសនីវិភាគ (Electrolysis) វិធីដែលប្រតិកម្មគីមីប្រព្រឹត្តទៅដោយការបញ្ចូលចរន្តអគ្គិសនីតាមរយៈសូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត ឬតាមរយៈអំបិលរលាយ ។ វិធីនេះប្រើដើម្បីទាញយកលោហៈ ឬអលោហៈចេញពីសមាសធាតុវា ។

ដែកស្មិត (Pic Iron) ដែកដែលបានពីឡស្ពដែកដំបូង ហើយមានលាយធាតុផ្សេងទៀតដូចជា : C , S , P , Si ។

ដែកថែប Steel សំលោហៈដែកនិងកាបូនដែលមានដែកជាធាតុផ្សំសំខាន់ ហើយមានម៉ាសកាបូនតិចជាង 1.7 % ។

បុកស៊ីត (Bauxite) រ៉ែសំខាន់របស់អាលុយមីញ៉ូម ។ រូបមន្ត : $Al_2O_3$

គ្រីយ៉ូលីត (Cryolite) ខនិជម្យ៉ាងមានរូបមន្ត $Na_3AlF_6$ ។ គេប្រើនៅក្នុងយោបកលោហៈអាលុយមីញ៉ូមដើម្បីបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពរលាយរបស់អាលុយមីញ៉ូមអុកស៊ីតឱ្យថយមកនៅត្រឹម 970°C ។

អុកស៊ីតករ (Oxydan) ប្រភេទគីមី(អាតូម ម៉ូលេគុល អ៊ីយ៉ុង)ដែលចាប់យកអេឡិចត្រុង ។

រេដុករ (Reducteur) ប្រភេទគីមី(អាតូម ម៉ូលេគុល អ៊ីយ៉ុង)ដែលបោះបង់អេឡិចត្រុង ។

អុកស៊ីតកម្ម (Oxydation) ប្រតិកម្មបោះបង់អេឡិចត្រុង ។

រេដុកម្ម (Reduction) ប្រតិកម្មចាប់យកអេឡិចត្រុង ។

ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម (Oxydation, Reduction, Reaction) ជាប្រតិកម្មដែលមានបន្ទេរអេឡិចត្រុង ។