មុខវិជ្ជា៖
គីមីរូប

កញ្ចប់សមត្ថភាពទី ១
ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

ការពណ៌នាអំពីមុខវិជ្ជា

មុខវិជ្ជាគីមីរូបបានរំលេចឡើងអំពីទំនាក់គីមីនៅមធ្យមសិក្សា និងឧត្តមសិក្សាដែលមានប្រយោជន៍ សម្រាប់លោកគ្រូ អ្នកគ្រូមានឯកទេសគីមីនិងរូបវិទ្យា។ គីមីរូបគឺជាផ្នែកមួយនៃគីមីដែលសិក្សាពី៖ទែម៉ូឌីណាមិចសិក្សាបាតុភូតរូប(ភាពខុសគ្នាចំណុចរំពុះអង្គធាតុសុទ្ធ និងសូលុយស្យុង) កម្ដៅម៉ាស កម្ដៅម៉ូលនៃសមាសធាតុគីមីមួយ និងបាតុភូតគីមី ប្រតិកម្មស្រូបកម្ដៅ ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្ដៅ ប្រតិកម្មអាទែមិច។ អេឡិចត្រូគីមីបរិមាណ។

សិក្សាអំពី ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃថ្មពិល និង អេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃដើងវិភាគ ព្រមទាំងលក្ខខណ្ឌនៃប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ។

ស៊ីនេទិចគីមី សិក្សាអំពីល្បឿន នៃប្រតិកម្ម និងកត្តាទាំងឡាយណាដែលធ្វើឲ្យល្បឿននៃប្រតិកម្មប្រែប្រួល។ ជាពិសេសការងារអនុវត្តន៍នៅក្នុង ទីពិសោធ ថ្លឹងម៉ាសអង្គធាតុ ទង្វើសូលុយស្យុង ដំណើរការពិសោធផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងទ្រឹស្តីទាំងគុណភាព និងបរិមាណ

ប្រធានបទសំខាន់ៗដែលត្រូវបានកំណត់ក្នុងមុខវិជ្ជានេះរួមមាន៖ ទែម៉ូឌីណាមិច អេឡិចត្រូគីមី ស៊ីនេទិចគីមី និងពិសោធន៍។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក

ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី ១ វិជ្ជាសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO1. រៀបរាប់ពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃពាក្យបច្ចេកទេស និងបញ្ញត្តក្នុងគីមីរូប ។

CLO2. ពណ៌នាប្រមាណវិធីទំហំបូកបាន និងទំហំបូកមិនបាន នៅក្នុងប្រព័ន្ធគីមី។

CLO3. ពណ៌នាពីគោលការណ៍គ្រឹះទែម៉ូឌីណាមិច អេឡិចត្រូគីមី និងស៊ីនេទិចគីមី។

CLO4. រៀបរាប់ពីសុវត្ថិភាពក្នុងទីពិសោធ និងដំណើរការពិសោធ។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី ២ បំណិនសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO5. កំណត់មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃគីមីរូប តាមបាតុភូតរូប និងតាមបាតុភូតគីមីបានត្រឹមត្រូវ

CLO6. កំណត់អង់តាល់ពីនៃសមាសធាតុ ដើម្បីព្យាករណ៍ប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ និងប្រតិកម្មអាទែមិច។

CLO7. កំណត់បានទំហំប៉ូតង់ស្យែលគីមីដើម្បីព្យាករណ៍អំណាចរេដុករណ៍ អំណាចអុកស៊ីតករ។

CLO8. អនុវត្តន៍ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចដើម្បីគណនាល្បឿននៃប្រតិកម្ម កត្តាស៊ីនេទិចនិងពិសោធន៍។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៣ ឥរិយាបថសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO9. ប្រកាន់ភ្ជាប់ការប្រើប្រាស់មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃគីមីរូប ដើម្បីដោះស្រាយ ចំណោទបញ្ហាក្នុង STEM ឆ្លើយតបទៅនឹងបំណិនសិក្សាក្នុងសតវត្សទី២១។

CLO10. មានទំនួលខុសត្រូវជាប្រចាំ ក្នុងការធ្វើការងារដោយឯករាជ្យ និងពិភាក្សាជាក្រុមដោយ យកលំនាំនៃការសិក្សាពេញមួយជីវិត។

របាយតម្លៃសិក្សា

ដើម្បីបំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះ អ្នកសិក្សាត្រូវ

១. វត្តមានចូលសិក្សា ១០%
២. ការចូលរួមសកម្មភាពសិក្សា ២០%
៣. ការវាយតម្លៃកំឡុងពេលសិក្សា ៣០%
៤. ការប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជាសិក្សា ៤០%

កិច្ចការត្រូវអនុវត្តដើម្បីសម្រេចលទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក៖

ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖

កិច្ចការទី ១៖ តេស្ត Google Form

កិច្ចការទី ២៖ កិច្ចការឆ្លុះបញ្ចាំង

អារម្ភកថា

វិស័យអប់រំ ត្រូវបានរាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជាចាត់ទុកថាជាវិស័យអាទិភាព និងត្រូវបានធ្វើកំណែទម្រង់ជាប្រចាំ ឆ្ពោះទៅលើកកម្ពស់គុណភាពនៃការសិក្សានៅគ្រប់កម្រិត។ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាបាននិងកំពុងពិនិត្យឡើងវិញកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលគ្រូបង្រៀន និងជំរុញកំណែទម្រង់សាលារៀននៅគ្រប់កម្រិត ដើម្បីធានាថាសាលារៀនមានដំណើរការប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពសម្រាប់ការសិក្សារៀនសូត្ររបស់សិស្ស និងផ្តល់ដល់សិស្សនូវវិជ្ជាសម្បទា បំណិនសម្បទា ចរិយាសម្បទា កាយសម្បទា ឆ្លើយតបបានទៅតាមតម្រូវការទីផ្សារការងារ និងចូលរួមចំណែកពេញលេញក្នុងការអភិវឌ្ឍសហគមន៍ និងប្រទេសជាតិ ឈានឆ្ពោះទៅសម្រេចបានចក្ខុវិស័យកម្ពុជាឆ្នាំ២០៣០ និងឆ្នាំ២០៥០ ។

ជាផ្នែកមួយនៃកំណែទម្រង់ការបណ្តុះបណ្តាលគ្រូបង្រៀន ឆ្ពោះទៅលើកកម្ពស់គុណវុឌ្ឍិគ្រូបង្រៀនតាមរយៈគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ក្រសួងបានរៀបចំ "ក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សាសម្រាប់ការបណ្តុះបណ្តាលបរិញ្ញាបត្រអប់រំ វិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀន ឯកទេសទាំង ៦ (អក្សរសាស្ត្រខ្មែរ, គណិតវិទ្យា, គីមីវិទ្យា, ជីវវិទ្យា, រូបវិទ្យា, ប្រវត្តិវិទ្យា) ដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងកម្មវិធីវិក្រឹតការគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅតាមសាលារៀនចំណេះទូទៅ។ ក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះជាឯកសាររស់ ដែលនឹងអាចមានការកែសម្រួលទៅតាមស្ថានភាពជាក់ស្តែង ជាពិសេសនៅដំណាក់កាលអន្តរកាលនៃការអនុវត្តយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន។

ក្រសួងមានជំនឿយ៉ាងមុតមាំ លើប្រសិទ្ធភាពនៃការអនុវត្តក្របខណ្ឌកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលនេះ ដែលនឹងនាំគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅគ្រប់ភូមិសិក្សា សម្រេចបានគោលដៅអប់រំ ដែលនឹងចូលរួមចំណែកក្នុងការសម្រេចបានចក្ខុវិស័យរបស់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជា។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណ និងសូមកោតសរសើរដ៏ស្មោះចំពោះ ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យនាយកគម្រោង និងក្រុមការងារគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ជាពិសេសក្រុមការងារនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញដែលបានខិតខំផលិតឯកសារក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះឡើង សម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលក្នុងគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ។

ថ្ងៃ [illegible] ខែទុតិយាសាឍ ឆ្នាំថោះ បញ្ចស័ក ព.ស ២៥៦៧
រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ០៧ ខែសីហា ឆ្នាំ ២០២៣

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ ហង់ជួន ណារ៉ុន

គណៈកម្មការ

១. គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

១. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ	**ហង់ជួន ណារ៉ុន**	រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
២. ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យ	**ណាត ប៊ុនរឿន**	រដ្ឋលេខាធិការក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា
៣. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**ជេត ជាលី**	សាកលវិទ្យាធិការសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៤. លោកបណ្ឌិត	**ឈុន ហុក**	សាកលវិទ្យាធិការរង សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៥. លោក	**ម៉ាល់ ដែល**	សាកលវិទ្យាធិការរង សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៦. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អទ្ដារតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
៧. លោក	**ព្រឹង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា

២. គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រង

១. លោកបណ្ឌិត	**សុខ សូត្រ**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក	**មាក ភាមេរ៉ាន**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៣. លោកបណ្ឌិត	**ជ័យ ចាន់អឿន**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៤. លោកបណ្ឌិត	**ម៉ម សុជាត**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៥. លោក	**សុត វិសាល**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់សិក្សាអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៦. លោកបណ្ឌិត	**ឃុន គមលាង**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៧. លោកស្រីបណ្ឌិត	**ស៊ូ កល្យាណ**	អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៨. លោក	**ហង់ ស៊ីម**	សាស្ត្រាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៩. លោក	**ដួង ប៉េងអាន**	អ្នកសម្របសម្រួលកម្មវិធីមធ្យមសិក្សា មហាវិទ្យាល័យអប់រំ
១០. កញ្ញា	**ហុង ឡៃហៀក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
១១. លោក	**សើ ពន្លក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

៣. គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

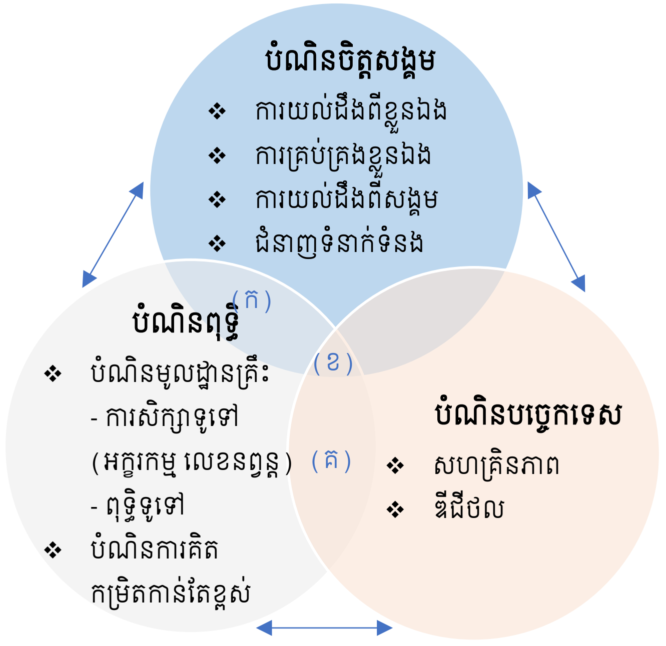
១. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អទ្ដារតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
២. លោក	**ព្រឹង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា
៣. លោក	**ទៅ ប៉េងឡុង**	ប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៤. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**សិត សេង**	នាយកវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យរាជធានីភ្នំពេញ
៥. លោកបណ្ឌិត	**ឈូក ច័ន្ទឆាយា**	អនុប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៦. លោក	**កែវ សារ៉ាត់**	ទីប្រឹក្សាបច្ចេកទេសគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ

៤. ការរីកុំព្យូទ័រ

១. លោក **ម៉ៅ ម៉ាអ៊ី** បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក **ឌុន សំណាង** បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក

ការសិក្សាក្នុងកម្មវិធីនេះគឺផ្តោតលើប្រតិបត្តិជាក់ស្តែងរបស់អ្នកសិក្សាដែលអនុវត្តផ្ទាល់នៅសាលារៀន។ ទាំងអ្នកសិក្សា និងសិស្ស (ដែលអ្នកសិក្សានឹងធ្វើការជាមួយផ្ទាល់) ចាំបាច់មាន (១) បំណិនចិត្តសង្គម (២) បំណិនពុទ្ធិ និង (៣) បំណិនបច្ចេកទេស ជាមូលដ្ឋាន (ដូចក្នុងរូបទី១)។ កញ្ចប់សមត្ថភាពទាំងបីខាងដើមនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សា អភិវឌ្ឍបំណិនចិត្តសង្គម បំណិនពុទ្ធិ និងពង្រឹងសមត្ថភាពផ្នែក (ក)ការសម្រេចចិត្ត ទំនាក់-ទំនង សេចក្តីអំណត់ ទឹកចិត្តអាណិតអាសូរ និងការគ្រប់គ្រងខ្លួនឯង ថែមទាំងអាចអនុវត្តការបង្រៀនមុខវិជ្ជា ឯកទេសគីមីប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងនវានុវត្តន៍ដោយប្រើប្រាស់ឧត្តមានុវត្តន៍ផ្សេងៗ (ខ) ការដោះស្រាយបញ្ហា និងការរៀបចំនិងការចាត់ចែង (គ) បច្ចេកទេសកម្រិតមធ្យម និងកម្រិតខ្ពស់។



រូបភាពទី១
ប្រភព៖ WDR2018 (p.103)

ដោយឡែក សម្រាប់អ្នកសិក្សាកម្មវិធីនេះផ្ទាល់ នឹងទទួលបាន៖

(១) ចំណេះដឹងឯកទេសគីមីកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

- ❖ មុខវិជ្ជា គីមីរូប
- ❖ មុខវិជ្ជា គីមីសរីរាង្គ
- ❖ មុខវិជ្ជា គីមីវិភាគ
- ❖ មុខវិជ្ជា គីមីអសរីរាង្គ
- ❖ មុខវិជ្ជា ស្ថិតិវិភាគសម្រាប់អ្នកគីមី

- ❖ ចិត្តសង្គម ភាពជាអ្នកដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រង
- ❖ សន្លឹកកិច្ចការស្វ័យសិក្សានៅមធ្យមសិក្សា
- ❖ ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេសគីមី

(២) ចំណេះដឹងវិធីគរុកោលស្យ សាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំគីមីកម្រិតមធ្យមសិក្សា

- ❖ វិធីសាស្ត្របង្រៀន
- ❖ វិធីសាស្ត្រវង្វាយតម្លៃ
- ❖ ការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ
- ❖ ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ
- ❖ បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ

(៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោលស្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង

- ❖ អនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន
- ❖ ការអនុវត្តកម្មវិធីស្វ័យសិក្សាគីមី ពីទីថ្នាក់៧-ទី១២
- ❖ របាយការណ៍នៃការអនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកសម្រាប់បរិញ្ញាបត្រអប់រំវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀននេះ ត្រូវបានកំណត់ដូចខាងក្រោម៖

វិជ្ជាសម្បទា

PLO1- ពន្យល់អំពីទ្រឹស្តី និងគោលការណ៍នៃការអប់រំក្នុងបរិបទសកលលោក និងបរិបទប្រទេសដើម្បីឆ្លុះបញ្ចាំងទៅនឹងការអនុវត្តជាក់ស្តែងនៃការបង្រៀន។

PLO2- បកស្រាយអំពីដំណើរការអនុវត្តកិច្ចការសម្រាប់ការបង្វឹកលើការរៀបចំកម្មវិធីសិក្សា និងការបង្រៀនគីមីប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។

បំណិនសម្បទា

PLO3- អនុវត្តបំណិនចិត្តសង្គម និងបច្ចេកវិទ្យាឌីជីថលសម្រាប់បង្កើនការប្រាស្រ័យទាក់ទងគ្នាក្នុងការងារ និងជីវភាពប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងដោះស្រាយបញ្ហាប្រកបដោយភាពច្នៃប្រឌិត និងការទទួលខុសត្រូវ។

PLO4- បង្កើតគន្លឹះ និងទម្រង់សម្រាប់ដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រងការបង្រៀនដោយផ្តោតលើផលសម្រេចនៃការសិក្សារបស់សិស្សឆ្ពោះទៅរកស្តង់ដាសាលារៀនមានប្រសិទ្ធភាព និងនិរន្តភាពសាលារៀនតាមរយៈការសិក្សា ការអនុវត្តជាក់ស្តែង និងការស្រាវជ្រាវ។

PLO5- អនុវត្តការងារអភិវឌ្ឍកម្មវិធីសិក្សា ការរៀននិងការបង្រៀនគីមី និងការសិក្សាបែបគម្រោងភ្ជាប់នឹងបំណិនរកចំណូលសម្រាប់សាលារៀនប្រកបដោយក្រមសីលធម៌វិជ្ជាជីវៈ។

ចរិយាសម្បទា

PLO6- អភិវឌ្ឍឥរិយាបថវិជ្ជមាន និងវប្បធម៌រៀនពេញមួយជីវិតសម្រាប់បំពេញការងារ និងទាក់ទងជាមួយអ្នកដទៃប្រកបដោយគុណតម្លៃ មនុស្សធម៌ សាមគ្គីភាព និងការចែករំលែកគ្នា។

PLO7- បង្កើត/បង្ហាញការដឹកនាំបណ្តាញសម្រាប់កសាងភ្នាក់ងារពង្រីកឧត្តមានុវត្តន៍សម្រាប់ការរៀន និងការបង្រៀន។

សម្គាល់៖ Program Learning Outcome (PLO) លទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំ

កញ្ចប់សមត្ថភាព និង រចនាសម្ព័ន្ធកម្មវិធីសិក្សា

កម្មវិធីបរិញ្ញាបត្រអប់រំវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀននេះ តម្រូវឱ្យអ្នកសិក្សាសិក្សាចំនួន ៦៣ ក្រេឌីតដែលមានរយៈពេលចន្លោះពី ១២ ទៅ ១៨ខែ។ ការសិក្សានិងធ្វើឡើងតាមរយៈការរៀនពីចម្ងាយ (ភាគច្រើនចន្លោះពី ៦០% ទៅ ៧០%) និងសិក្សាផ្ទាល់នៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញនិង សាលាហាត់ការ (ភាគតិចចន្លោះពី ៤០% ទៅ ៣០%)។ ការសិក្សាផ្តោតលើបណ្តុំមុខវិជ្ជា (១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៣៦ ក្រេឌីត) (២)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សា (១២ (+៣) ក្រេឌីត) (៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង(១២ ក្រេឌីត)។ បន្ថែមពីលើនេះទៀតអ្នកសិក្សាត្រូវអនុវត្តខ្លឹមសារមេរៀនដែលបានសិក្សាក្នុងកម្មវិធីនៅសាលាសាមីផ្ទាល់តែម្តងដោយមានការណែនាំពីគ្រូបង្វឹក ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ គ្រូបង្រៀននៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងមន្ត្រីអប់រំមកពីនាយកដ្ឋានជំនាញផ្សេងៗរបស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាដែលមានបទពិសោធន៍អនុវត្តជាក់ស្តែងកន្លងមក ។

បណ្តុំមុខវិជ្ជា	ចំនួនក្រេឌីត
(១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៦០%)	៣៦
(២)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សា (២០%)	១២ (+៣)
(៣)ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង (២០%)	១២
សរុប	៦០ (+៣)

សម្គាល់៖ *សម្រាប់កញ្ចប់សមត្ថភាពចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សាបានបន្ថែមមុខវិជ្ជាបំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំចំនួន ៣ក្រេឌីត*

លក្ខណៈទូទៅនៃមុខវិជ្ជាសិក្សា

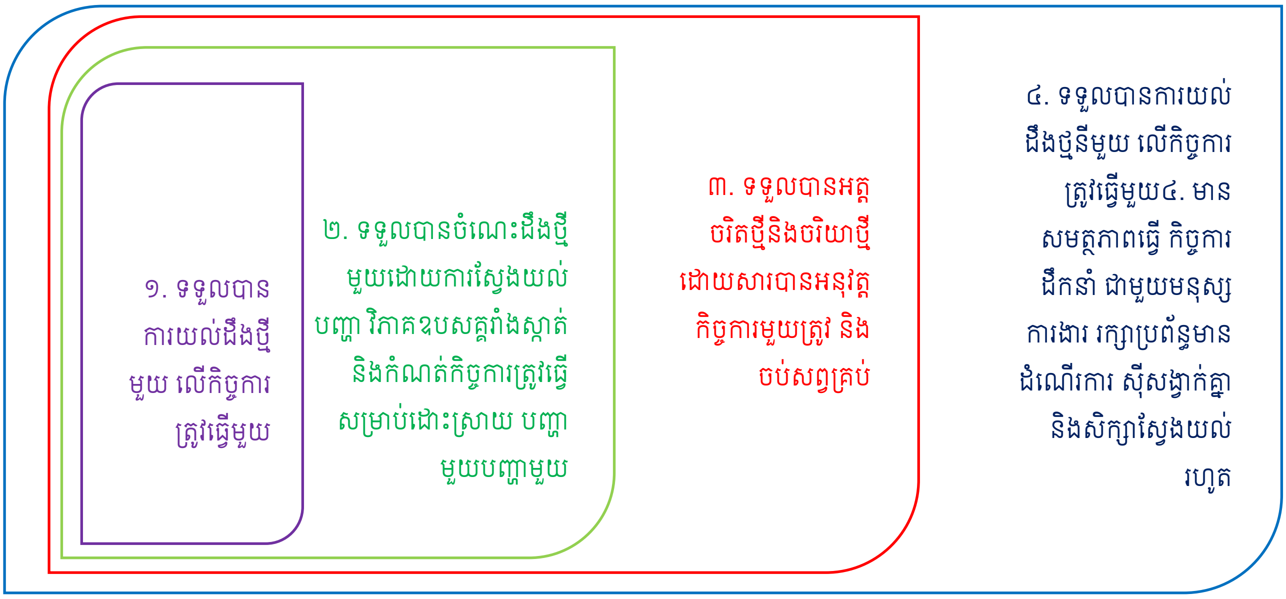
មុខវិជ្ជាសិក្សាសម្រាប់កម្រិតបរិញ្ញាបត្រអប់រំនេះនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សាបំពេញកញ្ចប់សមត្ថភាពដូចខាងក្រោម ដើម្បីឆ្លើយតបនឹងលទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំហើយឱ្យអ្នកសិក្សាមានសមត្ថភាពសម្រាប់បំពេញការងារប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ។

បណ្តុំមុខវិជ្ជា	មុខវិជ្ជាសិក្សា	ក្រេឌីត
(១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៦០%)	មុខវិជ្ជា គីមីរូប	៣
	មុខវិជ្ជា គីមីសរីរាង្គ	៣
	មុខវិជ្ជា គីមីវិភាគ	៣
	មុខវិជ្ជា គីមីអសរីរាង្គ	៣
	មុខវិជ្ជា ស្ថិតិវិភាគសម្រាប់អ្នកគីមី	៣
	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការឯកទេសគីមីសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត១ (ចងចាំ)	៣

	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការឯកទេសគីមីសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត២ (យល់ដឹង)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការឯកទេសគីមីសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៣ (ហ្វឹកហាត់)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការឯកទេសគីមីសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៤ (វាយតម្លៃ)	៣
	ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស	៩
(៣)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និង ការអប់រំមធ្យមសិក្សា (២០%)	វិធីសាស្ត្របង្រៀន បត់បែនតាមសមត្ថភាពសិស្ស និងទស្សនទានអប់រំថ្មីៗ	៣
	ប្រឹក្សា និងហ្វឹកហ្វឺនគរុសល្យលើយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន	៣
	មូលដ្ឋានគ្រឹះរង្វាយតម្លៃអប់រំ	៣
	មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ	៣
	បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ *	៣
(៤)ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង (២០%)	ការអនុវត្ត ស្តង់ដាយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី១)	៣
	ការអនុវត្ត ស្តង់ដានៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី២)	៦
	របាយការណ៍និងការការពារស្តីពីការអនុវត្តស្តង់ដាយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន	៣
សរុប		**៦៣**

លំហូរបង្រៀន និងរៀន

លំហូរបង្រៀននិងរៀន ១មេរៀន ឬកិច្ចការមួយ រួមជាមួយបំណិនមួយ និងចរិយាមួយ



ការវាយតម្លៃលើការសិក្សា

ការវាយតម្លៃលើការសិក្សារបស់អ្នកសិក្សាគឺផ្តោតលើលទ្ធផលសិក្សាជាគោល។ ការវាយតម្លៃលើការសិក្សាមានបីដំណាក់កាលធំៗ គឺ (១) ការវាយតម្លៃលើការសិក្សាមុខវិជ្ជា (២) ការវាយតម្លៃលើការសរសេរ ឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស និង (៣) ការវាយតម្លៃសរុបដោយពិនិត្យលើការបំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌសម្រាប់បញ្ចប់ការសិក្សា។

៦.៤.១ គោលការណ៍វាយតម្លៃ

គោលការណ៍រួមសម្រាប់ការវាយតម្លៃលើការសិក្សារបស់អ្នកសិក្សាមានដូចតទៅ៖

១) អ្នកសិក្សាតម្រូវឱ្យមានវត្តមានក្នុងការសិក្សាតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ មិនតិចជាង៧០%។ ក្នុងករណីអ្នកសិក្សាមានវត្តមានតិចជាង៧០% នឹងមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជានោះទេ

២) ក្នុងករណីដែលអ្នកសិក្សាធ្លាក់មុខវិជ្ជាណាមួយក្នុងឆមាស នឹងមិនអនុញ្ញាតឱ្យបន្តការសិក្សាទៅឆ្នាំបន្ទាប់ និងប្រឡងបញ្ចប់ឡើយ

៣) អ្នកសិក្សាទាំងអស់ត្រូវធ្វើកិច្ចការស្រាវជ្រាវសំខាន់ៗតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ និងប្រគល់ជូនគ្រូឧទ្ទេសតាមមុខវិជ្ជាដែលបានកំណត់

៤) អ្នកសិក្សាត្រូវប្រឡងបញ្ចប់ការសិក្សាដែលធ្វើឡើងបន្ទាប់ពីចប់ឆមាសនីមួយៗ តាមការកំណត់ក្នុងកម្មវិធីសិក្សា

៥) អ្នកសិក្សាត្រូវចងក្រងឯកសារវឌ្ឍនភាពនៃកិច្ចការស្នូលរួមមានការហាត់ការ និងកម្មសិក្សាដែលផ្តោតលើ (ក) សកម្មភាពប្រតិបត្តិ (ខ) លទ្ធផលដែលសម្រេចបាន និង (គ) ការឆ្លុះបញ្ចាំង និងមេរៀនបទពិសោធន៍ និង

៦) អ្នកសិក្សាត្រូវតែជាប់មធ្យមភាគនៃការសិក្សាមុខវិជ្ជានិងការធ្វើកម្មសិក្សា ដើម្បីទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។

ការផ្តល់ពិន្ទុ និងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់

អ្នកសិក្សាអាចទទួលពិន្ទុចាប់ពី 00 ដល់ 100 ទៅតាមការវាយតម្លៃផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដែលបានកំណត់ក្នុងការសិក្សាមុខវិជ្ជា ការបំពេញកម្មសិក្សា និងការសរសេរនិងការការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។ ពិន្ទុដែលជាប់ត្រូវចាប់ផ្តើមពីមធ្យមភាគពិន្ទុ 50% ឬពិន្ទុនិទ្ទេស 2.00 ឡើងទៅ។

ពិន្ទុគឺកំណត់ពី 00.00 ដល់ 100 (មធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប ឬ Grade Point Average–GPA)។ រូបមន្តគណនារកមធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប (GPA) គឺមធ្យមភាគនៃពិន្ទុនិទ្ទេសសរុប (GPA) ស្មើផលបូកសរុបរវាងផលគុណនៃពិន្ទុនិទ្ទេស (Grade Point–P) និងតម្លៃក្រេឌីតដែលត្រូវយកនៃមុខវិជ្ជានីមួយៗ (Attempted Credit Value–C) ចែកនឹងផលបូកសរុបនៃតម្លៃក្រេឌីតដែលត្រូវយកគ្រប់មុខវិជ្ជា។

ប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់កម្មវិធី គឺផ្អែកទៅលើតម្លៃនៃពិន្ទុអតិបរមា 100% និង 50% នៃពិន្ទុអប្បបរមា។ ប្រព័ន្ធដាក់ពិន្ទុនេះ ត្រូវបានបកប្រែទៅជា «ពិន្ទុជានិទ្ទេស» និង «ពិន្ទុជាតម្លៃលេខ» ដូចដែលពិពណ៌នាខាងក្រោម៖

ពិន្ទុជាភាគរយ%	និទ្ទេស	ពិន្ទុនិទ្ទេស	មូលវិចារណ៍
85%-100%	A	4.00	ល្អប្រសើរ
80%-84%	B+	3.50	ល្អណាស់
70%-79%	B	3.00	ល្អ
65%-69%	C+	2.50	ល្អបង្គួរ
50%-64%	C	2.00	មធ្យម
<49%	F	1.50	ធ្លាក់

៦.៥ គោលការណ៍ប្រតិបត្តិ

ដើម្បីធានានូវការផ្តល់សេវាអប់រំប្រកបដោយគុណភាព និងភាពស័ក្តិសិទ្ធិ មហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញអនុវត្តតាមគោលការណ៍ បទបញ្ញត្តិ និងបទដ្ឋានគតិយុត្តិរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ព្រមទាំងគោលការណ៍ច្បាប់នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

ជាមួយគ្នានេះដែរ អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវគោរពតាមបទបញ្ជាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងឈរលើស្មារតីស្មោះត្រង់ ទទួលខុសត្រូវខ្ពស់ និងភាពម្ចាស់ការ និងគោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា។ សម្រាប់គោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានវាយតម្លៃលើចំណុចសំខាន់ៗដូចខាងក្រោម៖

៦.៥.១ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយា

ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានប្រមូលផ្តុំលើការគោរពវិន័យចាត់តាំង ការមករៀនទៀងទាត់ ការយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការសិក្សា ការខិតខំស្រាវជ្រាវ ការអនុវត្តភារកិច្ច និងស្មារតីសាមគ្គីភាពនៅក្នុងថ្នាក់ ក្នុងគ្រឹះស្ថានសិក្សា និងក្រៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា។ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ

សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរយៈយោបល់ឯកភាពពីមតិភាគច្រើនដាច់ខាតរបស់ក្រុមប្រឹក្សាវិន័យ ដោយផ្អែកលើលក្ខណសម្បត្តិជាក់ស្តែងរបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ និងបទបញ្ជាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ។

៦.៥.២ ការក្លែងបន្លំឯកសារ

អ្នកសិក្សាដែលក្លែងបន្លំឯកសារ នឹងត្រូវលុបឈ្មោះចេញពីបញ្ជីនិស្សិតដោយស្វ័យប្រវត្តិ ព្រមទាំងទទួលទោសតាមច្បាប់ជាធរមាន។ អ្នកសិក្សាត្រូវចាំថា ការលួចចម្លងស្នាដៃ ការលួចកម្មសិទ្ធិបញ្ញា និងគំនិតរបស់អ្នកដទៃគឺជាបទល្មើសសិក្សាធ្ងន់ធ្ងរដែលអាចឈានដល់ការបញ្ឈប់បុគ្គលដែលប្រព្រឹត្តបទល្មើសពីកម្មវិធី។ ត្រូវសម្រេចឱ្យធ្លាក់ជាស្ថាពរ បើអ្នកសិក្សារូបណាចម្លងដោយផ្ទាល់ពីអ្នកសិក្សាដទៃទៀត ឬប្រភពផ្សេងៗ ឬការប្រើសម្ភារៈ ឬឯកសារផ្សេងទៀត ដែលមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតក្នុងការប្រឡង។

៦.៥.៣ ឯកសារជំនួយស្មារតី/របាយការណ៍/កិច្ចការស្រាវជ្រាវ

អ្នកសិក្សាត្រូវបង្ហាញនូវសុចរិតភាពនៃការស្រាវជ្រាវរបស់ខ្លួនឱ្យបានខ្ជាប់ខ្ជួន ចាប់តាំងពីពេលចូលរៀនរហូតដល់ចុងបញ្ចប់នៃវគ្គបណ្តុះបណ្តាល។ រាល់សំណេរការងារសិក្សាទាំងអស់ មិនត្រូវដកស្រង់គំនិត សរសេរ ឬចម្លងស្នាដៃផ្សេងៗរបស់អ្នកដទៃមកធ្វើជាគំនិត ជាស្នាដៃ ឬជាកម្មសិទ្ធិរបស់ខ្លួនដោយគ្មានការបញ្ជាក់ពីប្រភពច្បាស់លាស់នៃឯកសារយោង ឯកសារពិគ្រោះ ឬការអនុញ្ញាតពីម្ចាស់ប្រភព។

ក្នុងករណីរកឃើញមានការលួចចម្លងស្នាដៃអ្នកដទៃ អ្នកសិក្សានឹងត្រូវប្រឈមមុខចំពោះក្រុមប្រឹក្សាបច្ចេកទេស និងក្រុមប្រឹក្សាវិន័យរបស់មហាវិទ្យាល័យអប់រំ ឬសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដោយត្រូវទទួលពិន័យឱ្យរៀនត្រួតថ្នាក់ ឬអាចត្រូវបញ្ឈប់ពីកម្មវិធីដោយគ្មានសំណងប្រាក់សិក្សាដែលបានបង់រួចហើយ និងមិនមានការចេញលិខិតស្នាមបញ្ជាក់ការសិក្សាអ្វីដែរ។

សម្គាល់៖ កម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលសូមរក្សាសិទ្ធិក្នុងការកែប្រែការអនុវត្តជាក់ស្តែងឱ្យឆ្លើយតបទៅនឹងវឌ្ឍនភាពការរៀននិងបង្រៀន សមត្ថភាពរៀននិងការអនុវត្តជាក់ស្តែង និង ស្ថានភាពរៀននិងបង្រៀនជាក់ស្តែង ដើម្បីសម្រេចបានលទ្ធផលសិក្សាល្អបំផុត និងសម្រេចស្តង់ដាសហគមន៍សាលារៀននៃគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ (GEIP) ។

គីមីរូប

ជំពូកទី១ ទែម៉ូឌីណាមិច

មេរៀនទី១ សញ្ញាណគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច

1.តើទែម៉ូឌីណាមិចសិក្សាអំពីអ្វី?

ទែម៉ូឌីណាមិចគឺជាផ្នែកមួយនៃគីមីរូបសិក្សាពីបម្រែបម្រួលថាមពលប្រព័ន្ធ លទ្ធភាពទិសដៅ និងលក្ខខ័ណ្ឌនៃប្រតិកម្មកើតឯង។

2. និយមន័យនៃពាក្យសំខាន់ៗ

2.1. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច៖

ប្រព័ន្ធគឺជាបណ្តុំរូបធាតុដែលយើងលើកយកមកសិក្សាដោយសន្មតថាត្រូវបានផ្តាច់ចេញពីមជ្ឈដ្ឋានដែលនៅជុំវិញវា។

គេចែកប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចជាបីផ្នែកដូចខាងក្រោមនេះ

2.1.1. ប្រព័ន្ធបើក៖ គឺជាប្រព័ន្ធដែលបណ្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅទាំងម៉ាស ទាំងថាមពល។

Ex.ទឹកនៅក្នុងដបបើកគម្រប គឺទឹកជាប្រព័ន្ធបើក។

2.1.2. ប្រព័ន្ធបិទ៖ គឺជាប្រព័ន្ធដែលបណ្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅតែថាមពលប៉ុន្តែមិនមានបណ្តូរម៉ាសទេ។

Ex.ទឹកនៅក្នុងដបបិទគម្របជិត គឺទឹកជាប្រព័ន្ធបិទ។

2.1.3. ប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស៖ គឺជាប្រព័ន្ធដែលគ្មានបណ្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅទាំងម៉ាសទាំងថាមពល។

Ex.ទឹកនៅក្នុងបំពង់ទឹកក្តៅបិទគម្របជិត គឺទឹកជាប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស។

2.2 ប៉ារ៉ាម៉ែត្រ៖ គឺជាទំហំដែលយើងលើកយកមកសិក្សាគីមីរូបដូចជា សីតុណ្ហភាព **(T)** សម្ពាធ **(p)** មាឌ**(V)** កម្តៅ**(Q)** កម្មន្ត**(W)…**។

នៅក្នុងប្រពន្ធទែម៉ូឌីណាមិចគេចែកប៉ារ៉ាម៉ែតជាពីរ

2.2.1. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រភាព៖ គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រទាំងឡាយណាដែលទាក់ទងទៅនឹងភាពដើម និងភាពចុងនៃប្រព័ន្ធ មិនអាស្រ័យទៅនឹងលំនាំប្រព្រឹត្តរបស់ប្រព័ន្ធឡើយ។

Ex. សីតុណ្ហភាព មាឌ សម្ពាធ... ។

ចងចាំ៖ នៅសីតុណ្ហភាព273K ក្រោមសម្ពាធ 1atm មាឌម៉ូលឧស្ម័ន 22.4L/mol។

នៅសីតុណ្ហភាព298K ក្រោមសម្ពាធ 1atm មាឌម៉ូលឧស្ម័ន 24L/mol។

2.2.2. ប៉ារ៉ាម៉ែត្រលំនាំ៖ គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រទាំងឡាយណាដែលទាក់ទងទៅនឹងលំនាំប្រព្រឹត្តរបស់ប្រព័ន្ធ

មិនអាស្រ័យទៅនឹងភាពដើមនិងភាពចុងរបស់ប្រព័ន្ធទេ។

Ex. កម្តៅ កម្មន្ត... ។

3.**ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ**

3.1. **និយមន័យ៖** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺជាឧស្ម័នទាំងឡាយណាដែលផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងសមីការភាព $pV=nRT$។

នៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា $T_0=273K$ $p_o=1atm$ និង $V_m=22.4L/mol$

$$R=\frac{p_o\times V_o}{n\times T_o}=\frac{1atm\times 22.4L}{1mol\times 273K}=\boxed{0.082atm.L/mol.K}$$

ថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $\boxed{R=0.082atm.L/mol.K}$

ទំនាក់ទំនងសម្ពាធ $p_o=1atm=76cmHg=760mmHg=1.013\times 10^5Pa=1.013\times 10^5N/m$

$$R=\frac{p_o\times V_o}{n\times T_o}=\frac{1.013\times 10^5N/m^2\times 22.4\times 10^{-3}m^3}{1mol\times 273K}=8.314N.m/mol.K=8.314J/mol.K$$

ទំនាក់ទំនងកម្តៅ $4.18J=1cal\Rightarrow 1J=\frac{1cal}{4.18}=0.24cal$

$R=8.314\times 0.24cal/mol.K=2cal/mol.K$.

ដូចនេះ $\boxed{R=0.082atm.L/mol.K=8.314J/mol.K=2cal/mol.K}$

Ex. 0.2mol នៃឧស្ម័នមួយនៅ 44^0C ក្រោមសំពាធ 1.5atm ត្រូវបានគេបញ្ចុះកម្តៅរហូតដល់ 27^0C និងបណ្តែនសម្ពាធរហូតដល់ 3atm ។ គណនាបម្រែបម្រួលមាឌឧស្ម័ន ΔV

ដំណោះស្រាយ

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $pV=nRT\Rightarrow V=\frac{nRT}{p}$

គេបាន

$$V_1=\frac{(0.2mol)\times(0.082atm.L/mol.K)(317K)}{1.5atm}=3.46L$$

$$V_2=\frac{(0.2m0l)\times(0.082atm.L/mol.K)(300K)}{3atm}=1.64L$$

ដូចនេះ $\Delta V=V_2-V_1=1.64L-3.46L=\boxed{-1.82L}$

4.**ថាមពល**

នៅក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចបណ្តូរថាមពលអាចប្រព្រឹត្តទៅបានក្រោមរូបភាពពីរយ៉ាង គឺកម្តៅ (Q) និងកម្មន្ត(W)។

4.1. ការសន្មតនៃសញ្ញារបស់បណ្តូរថាមពលកម្តៅនិងកម្មន្តរបស់ថាមពលទែរម៉ូឌីណាមិច

បើប្រព័ន្ធទទួលកម្តៅ $Q>0$ ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត $W<0$ ។

បើប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅ $Q<0$ ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តកម្មន្ត $W>0$ ។

កម្តៅ **(Q)** និងកម្មន្ត **(W)** គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រលំនាំ។

4.2. បណ្តូរកម្តៅរបស់ប្រព័ន្ធចែកចេញជាពីរ

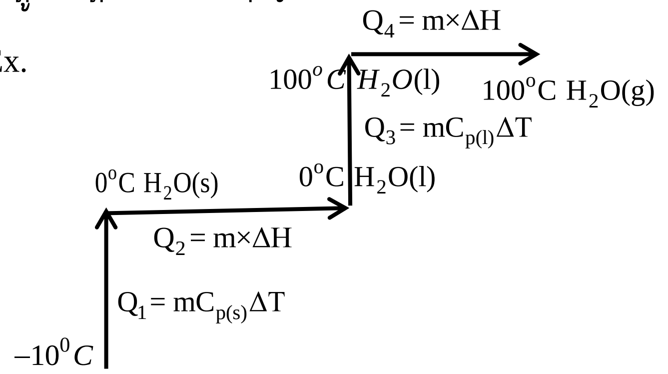
បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា $Q = mC\Delta T = mC\Delta t$ ដែល C គឺជាកម្តៅម៉ាស

បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា $Q = nC\Delta T = nC\Delta t$ ដែល C គឺជាកម្តៅម៉ូល

បណ្តូរកម្តៅតាមលំនាំអ៊ីសូទែម $Q = n\Delta H$ ដែល ΔH ជាកម្តៅរលាយម៉ូលឬកម្តៅចំហាយម៉ូល

បណ្តូរកម្តៅតាមលំនាំអ៊ីសូទែម $Q = m\times\Delta H$ ដែល ΔH ជាកម្តៅរលាយម៉ាសឬកម្តៅចំហាយម៉ាស

Ex.



5. មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច

5.1. កម្មន្ត (W):

កម្មន្តត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធទាំងឡាយណាដែលត្រូវបានរុញច្រាន ឬបង្ខិលទៅតាម ទិសដៅជាក់លាក់ណាមួយ។

5.2. និយមន័យ៖ កម្មន្ត គឺជាផលគុណបំលាស់ទីរបស់ប្រព័ន្ធជាមួយកំលាំងដែលមានទៅលើប្រព័ន្ធ។

រូបមន្តកម្មន្ត $\delta W = F\times dx$ (1)

នៅក្នុងគឺមីរូប δW បម្រែបម្រួលកម្មន្តតូចបំផុត dx បម្រែបម្រួលចម្ងាយបំលាស់ទីរបស់ប្រព័ន្ធ

រូបមន្តសម្ពាធ $p=\frac{F}{S} \Rightarrow F=p\times S$ យកទៅជំនួសក្នុងសមីការទី (1) គេបាន $\delta W = p\times S\times dx$ (2)

រូបមន្តមាឌ $dV = S\times dx$ យកទៅជំនួសក្នុងសមីការទី (2) គេបាន

រូបមន្តកម្មន្តបន្ទុះមាឌ $\boxed{\delta W = p.dV}$ (3)

4.2.1. កម្មន្តបន្ទុះមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូបា (p=Constant)

បើយើងធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការទី(3)ខាងលើ

យើងបាន $\int \delta W_p = p\int_1^2 dV \Leftrightarrow \boxed{W_p = p(V_2 - V_1) = p.\Delta V}$

ខ្នាត៖ សម្ពាធ(p) គិតជា atm មាឌ (V) គិតជា L និងកម្មន្ត (W_p) គិតជា atm.L

ចំណាំ 1atm.L=101.3J=24.14cal

4.2.2. កម្មន្តបន្ទុះមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូករ **(V=Constant)**

$V = Const \Rightarrow dV = 0$ ដូចនេះ $\boxed{W_V = 0}$

4.2.3. កម្មន្តបន្ទុះមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូទែម**(T=Constant)**

$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$ យកតម្លៃ **p** នេះទៅជំនួសក្នុងសមីការទី**(3)** យើងបាន $\delta W_T = nRT \times \frac{dV}{V}$

ធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការឌីផេរង់ស្យែលខាងលើយើងបាន $\int \delta W_T = nRT\int_1^2 \frac{dV}{V} \Leftrightarrow \boxed{W_T = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}}$

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ ដោយសីតុណ្ហភាពថេរគេបាន $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$

ដូចនេះ $\boxed{W_T = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = nRT\ln\frac{P_1}{P_2}}$

មេរៀនទី ២ កម្តៅម៉ាស កម្តៅម៉ូល និងកាឡូរីម៉ែត្រ

1.កម្តៅម៉ាស

និយមន័យ៖ កម្តៅម៉ាស គឺជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធ $1g$ កើនឡើង 1^oC ។

បើសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួល dT និងបរិមាណកម្តៅប្រែប្រួល δQ ។

រូបមន្តកម្តៅម៉ាស $\boxed{C=\frac{\delta Q}{dT}}$ (1)

តាមរូបមន្តទី(1) នាំឱ្យគេបាន $\delta Q = CdT$ (2) ធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការទី**(2)**គេបាន

$\int \delta Q = C\int_1^2 dT \Leftrightarrow Q= C(T_2-T_1) = C.\Delta T= C.\Delta t$ រូបមន្តនេះសម្រាប់ប្រព័ន្ធមានម៉ាស $1g$

បើប្រព័ន្ធមានម៉ាស**m(g)** នោះរូបមន្តកម្តៅប្រព័ន្ធគឺ $\boxed{Q=m.C.\Delta T=m.C.\Delta t}$ (3)

Ex. ទឹករាវមានកម្តៅម៉ាស C=1cal/g.°C= 1cal/g.K

C= 4.2J/g.°C = 4.2J/g.K

2. កម្តៅម៉ូល

និយមន័យ៖ កម្តៅម៉ូល គឺជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធ 1mol កើនឡើង 1^oC ។

បើសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួល dT និងបរិមាណកម្តៅប្រែប្រួល δQ ។

រូបមន្តកម្តៅម៉ូល $\boxed{C=\frac{\delta Q}{dT}}$ (4)

តាមរូបមន្តទី(3) នាំឱ្យគេបាន $\delta Q = CdT$ (5) ធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការទី**(5)**គេបាន

$\int \delta Q = C\int_1^2 dT \Leftrightarrow Q = C(T_2-T_1) = C.\Delta T= C.\Delta t$ រូបមន្តនេះសម្រាប់ប្រព័ន្ធមានចំនួនម៉ូល1mol

បើប្រព័ន្ធមានចំនួនម៉ូលn(mol) នោះរូបមន្តកម្តៅប្រព័ន្ធគឺ $\boxed{Q=n.C(T_2-T_1) = n.C.\Delta T= n.C.\Delta t}$ (6)

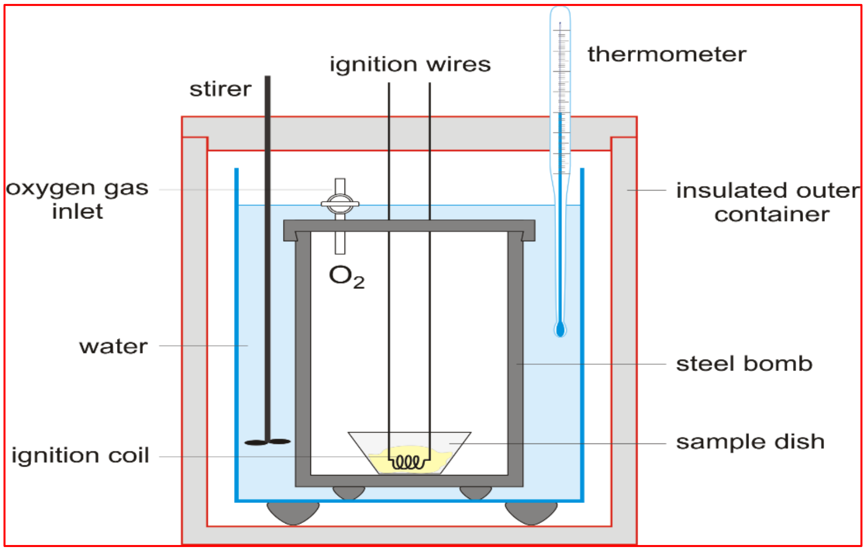
Ex. ទឹករាវមានកម្តៅម៉ូល C=18cal/mol.°C = 18cal/mol.K

C= 75.6J/mol.°C = 75.6J/mol.K

តារាង កម្ដៅម៉ូលមធ្យមរបស់រូបធាតុមួយនៅ 1atm និង 278K

លោហៈ	C cal/mol.°C	C J/mol.K	អលោហៈនិង សមាសធាតុ	C cal/mol.°C	C J/mol.K
Ag	**6.1**	**26**	**C**	**204**	**8.5**
Al	**5.8**	**24**	H_2	**6.9**	**28.9**
Au	**6.07**	**25.4**	N_2	**6.94**	**29**
Bi	**6.1**	**26**	O_2	**7.05**	**29.5**
Cal	**6.2**	**26**	Al_2O_3	**18.96**	**79.33**
Cr	**5.6**	**23**	CH_4	**8.6**	**36**
Cu	**5.85**	**245**	C_2H_6	**12.71**	**53.18**
Fe	**5.9**	**24.5**	**CO**	**6.97**	**29.2**
Pb	**6.4**	**27**	CO_2	**8.96**	**37.5**
Sn	**6.4**	**27**	Fe_2O_3	**24.91**	**1042**
Zn	**6.06**	**25.4**	**HBr**	**6.58**	**27.5**

3. កាឡូរីម៉ែត្រ



3.1. និយមន័យ៖កាឡូរីម៉ែត្រ គឺជាឧបករណ៍ដែលគេប្រើសម្រាប់គណនាបរិមាណកម្ដៅស្រូបឬបញ្ចេញរបស់ អង្គធាតុមួយ ឬប្រតិកម្មមួយ។

3.2. លំហាត់គំរូ

លំហាត់គំរូទី១

កម្ដៅម៉ាសរបស់ទឹកកក 1kcal/kg.K ។ គណនាកម្ដៅម៉ាសរបស់ទឹកកកគិតជា kJ/kg.K ។

ដំណោះស្រាយ

$$\left(\frac{1\text{kcal}}{\text{kg.K}}\right)\left(\frac{4.184\text{kJ}}{\text{kcal}}\right)=4.184\text{kJ/kg.K}$$

លំហាត់គំរូទី២

គេឱ្យ**កម្ដៅរលាយ**ក្នុង 1g និង ម៉ាសម៉ូលនៃសមាសធាតុដូចតារាងខាងក្រោម៖

សំណួរ	កម្ដៅរលាយម៉ាស(cal/g)	ម៉ាសម៉ូលេគុល(g/mol)
a	80	18
b	45	20
c	90	30
d	45	60
e	45	30

ចូររកសមាសធាតុ2 ដែលមាន**កម្ដៅរលាយ**ម៉ូល មានតំលៃដូចគ្នា៖

ដំណោះស្រាយ

a. $\Delta H_{fus}=80\frac{\text{cal}}{\text{g}}\times 13\frac{\text{g}}{\text{mol}}=\boxed{1440\text{cal/mol}}$

b. $\Delta H_{fus}=45\frac{\text{cal}}{\text{g}}\times 20\frac{\text{g}}{\text{mol}}=\boxed{900\text{cal/mol}}$

c. $\Delta H_{fus}=90\frac{\text{cal}}{\text{g}}\times 30\frac{\text{g}}{\text{mol}}=\boxed{2700\text{cal/mol}}$

d. $\Delta H_{fus}=45\frac{\text{cal}}{\text{g}}\times 60\frac{\text{g}}{\text{mol}}=\boxed{2700\text{cal/mol}}$

e. $\Delta H_{fus}=45\frac{\text{cal}}{\text{g}}\times 30\frac{\text{g}}{\text{mol}}=\boxed{1.350\text{cal/mol}}$

ដូចនេះ (c) និង (d) កម្ដៅរលាយម៉ូល ΔH_{fus} ស្មើគ្នា។

លំហាត់គំរូទី៣

គណនាបរិមាណកម្ដៅគិតជា (cal) ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យសារធាតុនីមួយៗខាងក្រោមកើនសីតុណ្ហភាពពី

$15^{o}\text{C}\rightarrow 65^{o}\text{C}$?

ក. 1g $H_2O(l)$ ខ. 5g កែវពែរិច គ. 20gនៃផ្លាទីន

គេដឹងថាកែវពែរិចមានកម្ដៅម៉ាស 0.2cal/g.°C និងផ្លាទីនមានកម្ដៅម៉ាស 0.032 cal/g.°C ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្ដៅគិតជា (cal)

តាមរូបមន្ត $Q = m.C.\Delta t$

ក. $Q = 1g \times 1\frac{cal}{g.^{o}C} \times (65-15)^{o}C = \boxed{50cal}$

ខ. $Q = 5g \times (0.02\frac{cal}{g.^{o}C} \times (65-15)^{o}C = \boxed{50cal}$

គ. $Q = 20g \times 0.032\frac{cal}{g.^{o}C} \times (65-15)^{0}C = \boxed{32cal}$

លំហាត់គំរូទី៤

កម្ដៅម៉ាសប្រាក់ 0.0565cal/g.°C ។ គេសន្មត់ថាគ្មានកម្ដៅបាត់បង់ទៅមជ្ឍដ្ឋានក្រៅ និងឧបករណ៍ ។ គណនាសីតុណ្ហភាពសម្រេចនៅពេលដែលដាក់បន្ទះប្រាក់ 100g មានកម្ដៅ 40 °Cត្រាំក្នុង60gនៃទឹកនៅសីតុណ្ហភាព10° C។

ដំណោះស្រាយ

តាង t ជាសីតុណ្ហភាពសំរេច

បរិមាណកម្ដៅដែលបានបញ្ចេញដោយ $Q_1 = 100g \times 0.0565\frac{cal}{g.^{o}C} \times (40-t)^{o}C$ (1)

បរិមាណកម្ដៅដែលស្រូបដោយ $Q_2 = 60g \times 1\frac{cal}{g.^{o}C} \times (t-10)^{o}C$ (2)

តាមគោលការណ៍បណ្ដូរកម្ដៅ $Q_1 = Q_2$

$\Leftrightarrow 100 \times 0.0565 \times (40-t) = 60 \times (t-10)$

ក្រោយដំណោះស្រាយគេបាន $\boxed{t = 12.6^{o}C}$

លំហាត់គំរូទី៥

គណនាបរិមាណកម្ដៅគិតជា kcal ដែលចាំបាច់សំរាប់បង្កើនសីតុណ្ហភាពបន្ទះអាលុយមីញ៉ូមចំនួន 60g ពី $35^{0}C \rightarrow 55^{o}C$ ។ គេឱ្យកម្ដៅម៉ូល Al គឺ 5.8cal/mol.°C ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្ដៅគិតជា kcal

តាមរូបមន្ត $Q = n.C.\Delta t = \frac{60}{27}\text{mol} \times 5.8\frac{\text{cal}}{\text{mol.}^{o}\text{C}} \times (55\text{-}35)^{o}\text{C} = 258\text{cal} = \boxed{0.26\text{kcal}}$

លំហាត់គំរូទី៥

គេផ្តល់កម្តៅ 2kJ ឱ្យកាឡូរីម៉ែត្រដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពកាឡូរីម៉ែត្រមួយដែលមានដាក់ទឹក $45g$ ពី $23^{o}C \rightarrow 32^{o}C$ ។ ចូរគណនាតម្លៃសមមូលទឹកនៃកាឡូរីម៉ែត្រស្មើប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

ចូរគណនាតម្លៃសមមូលទឹកនៃកាឡូរីម៉ែត្រស្មើប៉ុន្មាន ?

ប្រសិនបើកាឡូរីម៉ែត្រដែលបង្កើតដោយទឹកមានម៉ាសសរុបជាផលបូករបស់វា $(m_{H_2O} + m_{Calorimeter}) = m_{Total}$

តាមរូបមន្ត $Q = m_{total}.C.\Delta t$

$$\Rightarrow m_{total} = \frac{Q}{C\Delta t} = \frac{2\text{kJ}}{4.184\frac{\text{kJ}}{\text{kg.}^{o}\text{C}} \times 9^{o}\text{C}} = 0.053\text{kg} = 53\text{g}$$

គេឱ្យម៉ាស $H_2O = 45g$ ។ ដូចនេះសមមូលទឹកនៃកាឡូរីម៉ែត្រ $m_{calorimetr} = m_{total} - m_{water} = (53\text{-}45)g = \boxed{8g}$ ។

លំហាត់គំរូទី៦

គណនាបរិមាណកម្តៅគិតជា (cal) ដើម្បីផ្តល់ឱ្យទឹករាវ 1g នៅសីតុណ្ហភាព $100^{o}C$ ក្លាយជាចំហាយ។

គេឱ្យកម្តៅចំហាយម៉ូលនៃទឹក $\Delta H = 9.72\text{kcal/mol}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្តៅគិតជា (cal)

តាមរូបមន្ត $Q_T = n.\Delta H$

ដូចនេះ៖ $Q_T = \frac{1}{18}\text{mol} \times (9720\frac{\text{cal}}{\text{mol}}) = \boxed{540\text{cal}}$

លំហាត់គំរូទី៧

គណនាបរិមាណកម្តៅទឹកគិតជា (cal) ដែលបានបញ្ចេញពេលដែលទឹករាវចំនួន $1g$ នៅសីតុណ្ហភាព $0^{o}C$ ត្រូវបានធ្វើឱ្យកកនៅ $0^{o}C$?គេឱ្យកម្តៅកំណកម៉ូលរបស់ទឹក $\Delta H = -1.435$ kcal/mol

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្តៅទឹកគិតជា (cal)

តាមរូបមន្ត $Q_T = n.\Delta H$

$$Q_T = \frac{1}{18}\text{mol}\times(-1435\frac{\text{cal}}{\text{mol}}) = \boxed{-79.9\text{cal}}$$

លំហាត់គំរូទី៨

គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលបានបញ្ចេញ នៅពេលដែលគេបំលែងផាសពីអាលុយមីញ៉ូមរាវចំនួន 0.75mol នៅ 658ºC ហើយត្រូវបានធ្វើឱ្យកកវិញនៅ 25ºC ។ គេឱ្យកម្ដៅរលាយម៉ាសរបស់អាលុយមីញ៉ូម ΔH=76.8gcal/g និងកម្ដៅម៉ូលអាលុយមីញ៉ូម 5.8cal/mol.ºC

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្ដៅដែលបានបញ្ចេញ

បរិមាណកម្ដៅបញ្ចេញ (Q_1) ធ្វើឱ្យកក និងបរិមាណកម្ដៅពេលចុះត្រជាក់ (Q_2) ។

កម្ដៅដែលអាលុយមីញ៉ូមបញ្ចេញគឺ អវិជ្ជមាន ។

កម្ដៅបញ្ចេញពេលធ្វើឱ្យកក $Q_1=0.75\text{mol}\times27\frac{\text{g}}{\text{mol}}\times(-76.8\frac{\text{cal}}{\text{g}})=-1555\text{cal}$

កម្ដៅបញ្ចេញពេលចុះត្រជាក់ $Q_2=0.75\text{mol}\times5.8\frac{\text{cal}}{\text{mol.}^o\text{C}}\times(-633^0\text{C})=-2754\text{cal}$

បរិមាណកម្ដៅបញ្ចេញសរុប = $Q_{Total} = Q_1 + Q_2 = [(-1.555) + (-2.754)]\text{kcal} = -4.3\text{kcal}$

លំហាត់គំរូទី៩

សារធាតុមួយមានចំណុចរលាយនៅ70ºC ចំណុចរំពុះរបស់វា 450ºC កម្ដៅរលាយម៉ាស ΔH=30cal/g

កម្ដៅចំហាយម៉ាស ΔH=45cal/g និងកម្ដៅម៉ាស C=0.215cal/g.ºC ។ គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យដើម្បីបំលែង 100g នៃសារធាតុនោះពីផាសរឹងនៅ 70ºC ទៅផាសចំហាយនៅ450ºC។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យសារធាតុ

ផាសរឹង $\xrightarrow{(\Delta H_{fus})}$ ផាសរាវ $\xrightarrow{(\Delta H_{heat})}$ ផាសរាវ $\xrightarrow{\Delta H_{vap.}}$ ផាសចំហាយ

70ºC $\quad$ 70^oC $\quad$ 450^oC $\quad$ 450^oC.

$$\Delta H_{fus}=100\text{g}\times30\frac{\text{cal}}{\text{g}}=3000\text{cal}$$

Fusion ការរលាយ heating កម្ដៅ vapor ចំហាយ

$$\Delta H_{heating}=100g\times 0.215\frac{cal}{g.^{o}C}\times(450-70)^{o}C=8170cal$$

$$\Delta H_{vap}=100g\times 45\frac{cal}{g}=4500cal$$

$$\Delta H_{total}=\Delta H_{fus}+\Delta H_{heat}+\Delta H_{vap}=15.7kcal$$

លំហាត់គំរូទី១០

គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ដើម្បីបំលែងផាសពីទឹកកកចំនួន $10g$ នៅសីតុណ្ហភាព $-10^{o}C$ ទៅទឹករាវនៅសីតុណ្ហភាព $-10^{o}C$ ។គេឱ្យកម្ដៅម៉ាសទឹកកក $C_{p(s)}=0.5cal/g\times{}^{o}C$ កម្ដៅរលាយទឹកកក $\Delta H=80cal/g$ និងកម្ដៅម៉ាសទឹករាវ $C_{p(l)}=1cal/g\times{}^{o}C$

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យទឹកកកដើម្បីបំលែងពីផាសរឹងទៅផាសរាវ ដ្យាក្រាមបំលែងផាសដូចខាងក្រោម:

$$\text{ផាសរឹង}\xrightarrow{\Delta H_{heat}}\text{ផាសរឹង}\xrightarrow{\Delta H_{fus}}\text{ផាសរាវ}\xrightarrow{\Delta H_{heat}}\text{ផាសរាវ}$$

$-10^{o}C$ $\quad$ $0^{o}C$ $\quad$ $0^{o}C$ $\quad$ $+10^{o}C$

$$\Delta H_{heat}=m.C_{p(s)}.\Delta t=10g\times 0.5\frac{cal}{g.^{o}C}\times 10^{o}C=50cal$$

$$\Delta H_{fus}=m.\Delta H=10g\times 80\frac{cal}{g}=800cal$$

$$\Delta H_{heat}=m.C_{p(l)}\ \Delta t=10g\times 1\frac{cal}{g.^{o}C}\times 10^{o}C=100cal]$$

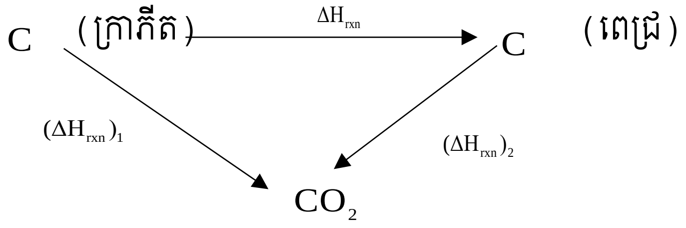
$$\Delta H_{total}=\Delta H_{heat}+\Delta H_{fus}+\Delta H_{heat}=\boxed{950cal}$$

មេរៀនទី ៣ កម្ដៅនៃប្រតិកម្ម

1.ច្បាប់ហេស

ពំនោលច្បាប់៖ កម្ដៅនៃប្រតិកម្មគីមីតាមលំនាំអ៊ីសូបា របស់ប្រតិកម្មគីមីមួយ គឺអាស្រ័យទៅនឹងភាពដើមនិងភាពចុងរបស់ប្រតិកម្ម។

លំហាត់គំរូទី១



ΔH_{rxn} គឺជាកម្តៅបំលែងកាបូនក្រាភីតទៅជាកាបូនពេជ្រ $(\Delta H_{rxn})_1$ គឺជាកម្តៅចំហេះកាបូនក្រាភីត

$(\Delta H_{rxn})_2$ គឺជាកម្តៅចំហេះកាបូនពេជ្រ

ដំណោះស្រាយទី១

តាមផលបូកវ៉ិចទ័រ $(\Delta H_{rxn})_1 = \Delta H_{rxn} + (\Delta H_{rxn})_2$

ដូចនេះ $\boxed{\Delta H_{rxn} = (\Delta H_{rxn})_1 - (\Delta H_{rxn})_2}$

ដំណោះស្រាយទី២

គេអាចគណនាបានតាមរបៀបមួយផ្សេងទៀត

C(ក្រាភីត) $+O_2 \rightarrow CO_2 \quad (\Delta H_{rxn})_1$

C(ពេជ្រ)$+O_2 \rightarrow CO_2 \quad (\Delta H_{rxn})_2$

តាមទំនាក់ទំនងខាងលើយើងអាចសរសេរ

C(ក្រាភីត)$+O_2 CO_2 \quad (\Delta H_{rxn})_1$

$CO_2 \rightarrow$ C(ពេជ្រ)$+O_2 \quad -(\Delta H_{rxn})_2$

C(ក្រាភីត) $\rightarrow$ C(ពេជ្រ) ΔH_{rxn}

ដូចនេះ $\boxed{\Delta H_{rxn} = (\Delta H_{rxn})_1 - (\Delta H_{rxn})_2}$

ចងចាំ៖ ច្បាប់ហេសគេអាចយកទៅអនុវត្តក្នុងលំនាំរូបជាច្រើនដូចជា៖ ការរលាយ សំរូប ចំហាយ និងកំដៅជាដើម។

លំហាត់គំរូទី២

គេឱ្យសមីការតាងប្រតិកម្មដូចខាងក្រោមនេះ

$$A + B \rightarrow C + D \qquad \Delta H^o_{rxn} = -10\ kcal$$
$$C + D \rightarrow E \qquad \Delta H^o_{rxn} = 15\,kcal$$

ចូរគណនាកម្តៅស្តង់ដារបស់ប្រតិកម្ម (ΔH^o_{rxn}) ដែលត្រូវនឹងសមីការនីមួយៗខាងក្រោមនេះ ៖

ក. $C + D \rightarrow A + B$ ខ. $2C + 2D \rightarrow 2A + 2B$ គ. $A + B \rightarrow E$

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម =គណនា ΔH^o_{rxn} $C + D \rightarrow A + B$

តាមសម្មតិកម្មយើងមានសមីការ $A + B \rightarrow C + D \quad \Delta H^o_{rxn} = -10\ kcal$

តម្រូវសមីការតាមសំណួរ $C + D \rightarrow A + B \quad \Delta H^o_{rxn} = +10\,kcal$

ដូចនេះ $\Delta H^{o}_{rxn} = \boxed{+10kcal}$

ខ. គណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្ម =គណនា ΔH^{0}_{rxn} $2C + 2D \rightarrow 2A + 2B$

តាមសម្មតិកម្មយើងមានសមីការ $A + B \rightarrow C + D$ $\Delta H^{0}_{rxn} = -10\ kcal$

គុណសមីការខាងលើនឹង 2 គេបាន $2A + 2B \rightarrow 2C + 2D$ $2\Delta H^{o}_{rxn} = -20\ kcal$

តម្រូវសមីការតាមសំណួរ $2C + 2D \rightarrow 2A + 2B$ $\Delta H^{o}_{rxn} = +20cal$

ដូចនេះ $\Delta H^{o}_{rxn} = \boxed{+20kcal}$

គ. គណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្ម =គណនា ΔH^{o}_{rxn} $A + B \rightarrow E$

តម្រូវសមីការតាមសំណួរ

$A + B \rightarrow C + D$ $\Delta H^{o}_{rxn} = -10\ kcal$

$C + D \rightarrow E$ $\Delta H^{o}_{rxn} = 15\,kcal$

បូកសមីការទាំងពីរដែលបានអោយខាងលើលុបសារធាតុដែលដូចគ្នានៅអង្គសងខាង នោះយើងបនា លទ្ធផលក្នុងសមីការ (c) តំលៃនៃ ΔH^{o}_{rxn} ក៏ត្រូវបូកបញ្ចូលគ្នាដែរ $\Delta H_{rxn} = \boxed{+5kcal}$ ។

2. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មដោយផ្អែកតាមកម្ដៅកំណនិងកម្ដៅចំហេះ

2.1. កម្ដៅកំណ

និយមន័យ៖ កម្ដៅកំណសមាសធាតុមួយ គឺជាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មបន្សំសមាសធាតុនោះ ពីអង្គធាតុទោល ដែលត្រូវនឹងធាតុបង្កនៃសមាសធាតុនោះ កើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាព មួយកំណត់ជាក់លាក់។

2.1.1. តារាងកំដៅកំណស្តង់ដានៃសមាសធាតុមួយចំនួន (Table of Heats of Formation)

សមាសធាតុ	ΔH^{o}_{f} (kJ/mol)	សមាសធាតុ	ΔH^{o}_{f} (kJ/mol)
$AgBr(s)$	-99.5	$C_2H_2(g)$	+226.7
$AgCl(s)$	-127.0	$C_2H_4(g)$	+52.3
$AgI(s)$	-62.4	$C_2H_6(g)$	-84.7
$Ag_2O(s)$	-30.6	$C_3H_8(g)$	-103.8
$Ag_2S(s)$	-31.8	$n\text{-}C_4H_{10}(g)$	-124.7
$Al_2O_3(s)$	-1669.8	$n\text{-}C_5H_{12}(l)$	-173.1
$BaCl_2(s)$	-860.1	$C_2H_5OH(l)$	-277.6

2.1.2. សមីការកំណកាល់ស្យូមកាបូណាត ($CaCO_3$)

$$Ca(s) + C(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) \quad \Delta H_f^o(CaCO_3) = -1207kJ/mol$$

កម្ដៅកំណកាល់ស្យូមកាបូណាត $(CaCO_3) = \Delta H_f^o(CaCO_3) = -1207kJ/mol$

2.1.3. សមីការកំណអាសេទីឡែន (C_2H_2)

$$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g) \quad \Delta H_f^o(C_2H_2) = +226.7kJ/mol$$

កម្ដៅកំណអាសេទីឡែន $(C_2H_2) = \Delta H_f^o(C_2H_2) = +226.7kJ/mol$

2.2. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មគីមី តាមកម្ដៅកំណ

2.2.1. លំហាត់គំរូ គណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្ម $AB + CD \rightarrow ABC + D \quad \Delta H_{rxn} = ?$

គេឱ្យសមីការកំណ $A + B \rightarrow AB \quad \Delta H_f^o(AB) \ (1)$

$$C + D \rightarrow CD \quad \Delta H_f^0(CD) \ (2)$$

$$A + B + C \rightarrow ABC \quad \Delta H_f^o(ABC) \ (3)$$

ដំណោះស្រាយ

$$\left.\begin{array}{ll} AB \rightarrow A + B & -\Delta H_f^o(AB) \quad (1) \\ CD \rightarrow C + D & -\Delta H_f^o(CD) \ (2) \\ A + B + C \rightarrow ABC & \Delta H_f^o(ABC) \ (3) \end{array}\right| +$$

$$AB + CD \rightarrow ABC + D \quad [-\Delta H_f^o(AB) - \Delta H_f^o(CD) + \Delta H_f^o(ABC)]$$

ដូចនេះ $\Delta H_{rxn}^o = \Delta H_f^o(ABC) - [\Delta H_f^o(AB) + \Delta H_f^o(CD)]$

តាមសម្រាយខាងលើយើងបានរូបមន្តកម្ដៅនៃប្រតិកម្មគណនាតាមកម្ដៅកំណ

$\Delta H_{rxn} = \sum n\Delta H_f^o$ (អង្គធាតុកកើត) $- \sum n\Delta H_f^o$ (អង្គធាតុប្រតិករ)

ចងចាំ៖ កម្ដៅកំណអង្គធាតុទោលមានតម្លៃស្មើសូន្យ។

2.2.2. លំហាត់គំរូ

គណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្ម $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H_{rxn} = ?$

គេឱ្យកម្ដៅកំណ $\Delta H_f^o(SO_2) = -296.1kJ/mol$ និង $\Delta H_f^o(SO_3) = -395.2kJ/mol$

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \quad \Delta H_{rxn} = ?$

តាមរូបមន្ត $\Delta H^o_{rxn} = \Delta H^o_f(SO_3) - [\Delta H^o_f(SO_2) + \frac{1}{2}\Delta H^o_f(O_2)]$

ដូចនេះ $\Delta H^o_{rxn} = (-395.2kJ) - [-296.1kJ + 0] = \boxed{-99.1kJ}$

ចងចាំ $\Delta H^0_{rxn} = -99.1kJ < 0$ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ

2.2.3. លំហាត់គំរូ

គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H^0_{rxn} = ?$

គេឱ្យកម្តៅកំណ $\Delta H^o_f(SO_2) = -296.1kJ/mol$ និង $\Delta H^o_f(SO_3) = -395.2kJ/mol$

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H^o_{rxn} = ?$

តាមរូបមន្ត $\Delta H^o_{rxn} = 2\Delta H^o_f(SO_3) - [2\Delta H^o_f(SO_2) + \Delta H^o_f(O_2)]$

ដូចនេះ $\Delta H^o_{rxn} = (2(-395.2kJ)) - [2(-296.1kJ) + 0] = \boxed{-198.2kJ}$

ចងចាំ ΔH^0_{rxn} កម្តៅនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួលតាមរបៀបសរសេរសមីការ

2.3. កម្តៅចំហេះ

និយមន័យ៖ កម្តៅចំហេះ គឺជាកម្តៅនៃប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម 1mol របស់អង្គធាតុទោល ឬអង្គធាតុសមាសដោយអុកស៊ីសែន រហូតដល់អុកស៊ីតខ្ពស់បំផុតដែលត្រូវនឹងវា។

2.3.1. **ស**មីការចំហេះកាបូន $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H^o_{Com.}(C) = \Delta H^o_f(CO_2) = -393.5kJ/mol$

2.3.3. **ស**មីការចំហេះមេតាន $CH_4(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Con.}(CH_4) = -880kJ/mol$

2.3.4. **ស**មីការចំហេះអេតាណុល

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2 \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Com.}(C_2H_5OH) = -136kJ/mol$$

2.4. វិធានគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមីតាមកម្តៅចំហេះ

2.4.1. លំហាត់គំរូ

គណនាកំដៅនៃប្រតិកម្ម $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g) \quad \Delta H_{rxn} = ?$

គេឱ្យសមីការចំហេះ ដូចខាងក្រោម

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta H^o_{Com}(H_2)$= -241.8kJ/mol

$C_2H_4(g)+3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)+2H_2O(g)$ $\Delta H^o_{Com}(C_2H_4)$= -1409.3kJ/mol

$C_2H_6(g)+\frac{7}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)+3H_2O(g)$ $\Delta H^o_{Com}(C_2H_6)$= -1560kJ/mol

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម

$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta H^o_{Com}(H_2)$

$C_2H_4(g)+3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)+2H_2O(g)$ $\Delta H^o_{Com}(C_2H_4)$

$2CO_2(g)+3H_2O(g) \rightarrow C_2H_6(g)+\frac{7}{2}O_2(g)$ $-\Delta H^o_{Com}(C_2H_6)$

$C_2H_4(g)+H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ $\Delta H_{rxn}=[\Delta H^o_{Com}(H_2)+\Delta H^o_{Com}(C_2H_4)]-[\Delta H^o_{Com}(C_2H_6)]$

ដូចនេះ $\Delta H_{rxn}=[(-241.8)+(-1409.3)]-[(-1560)]=\boxed{-91.1kJ}$

3. គណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មតាមថាមពលផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ

3.1. និយមន័យ៖ **ថាមពលផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ** គឺជាថាមពលកម្ដៅដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យ1mol នៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នដើម្បីផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ។

3.1.1. សមីការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ (H-H)(g) → H(g) + H(g) $\Delta H^o_{Bond\ breaking}$=436.4kJ

សមីការនេះឱ្យយើងដឹងថាដើម្បីផ្ដាច់សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ក្នុង1mol របស់ឧស្ម័ន H_2 គេត្រូវការថាមពលកម្ដៅ 436.4kJ។

3.1.2. សមីការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ (Cl-Cl)(g) → Cl(g) + Cl(g) $\Delta H^o_{Bond\ breaking}$= 242.7kJ

ចំពោះម៉ូលេគុលឌីក្លរមិនសូវមានស្ថិរភាពទេ វាត្រូវការថាមពលកម្ដៅ 242.7KJ។

3.1.3. សមីការផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ (H-Cl)(g) → H(g) + Cl(g) $\Delta H^o_{Bond\ breaking}$= 431.9kJ

ថាមពលសម្ព័ន្ធអាចត្រូវបានវាស់ដោយផ្ទាល់ចំពោះម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានធាតុខុសគ្នាដូចជា HCl

3.1.4. ម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់ និងសម្ព័ន្ធបីជាន់

(O=O)(g) → O(g) + O(g) $\Delta H^o_{Bond\ breaking}$=497.7kJ

$(N\equiv N)(g) \rightarrow N(g) + N(g)$ $\Delta H^o_{Bond\ breaking}$= 941.4kJ

3.1.4 តារាងថាមពលសម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូម និងថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យមក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម

សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)
H – H	436.4	C – S	255
H – N	393	C = S	477
H – O	460	N – N	193
H – S	368	N = N	418
H – P	326	N≡N	941.4
H – F	568.2	N – O	176
H – Cl	431.9	N – P	209
H – Br	366.1	O – O	142
H – I	298.3	O = O	498.7
C – H	414	O – P	502
C – C	347	O = S	469
C=C	620	P – P	197
C≡C	812	P = P	489
C – N	276	S – S	268
C = N	615	S = S	352
C≡N	891	F – F	156.9
C – O	351	Cl – Cl	242.7
C = O*	745	Br – Br	192.5
C – P	263	I – I	151.0

* សម្ព័ន្ធC = O ក្នុងCO_2 គឺ799kJ / mol

3.2. ការប្រើប្រាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធក្នុងទែម៉ូគីមី

កម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមីដែលកើតឡើងក្នុងកំឡុងពេលប្រតិកម្មមួយចំនួនដោយសារមានភាពខុសគ្នារវាងថាមពលផ្តាច់ និងថាមពលបង្កសម្ព័ន្ធ។

3.2.1. ចំហេះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនជាមួយឧស្ម័នអុកស៊ីសែនបញ្ចេញកំដៅ

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H^0_{rxn} = -285.8kJ$$

3.2.2. រូបមន្តគណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រតិកម្ម (ΔH^o_{rxn})

រូបមន្តកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $\Delta H^0_{rxn} = \Sigma BE$ (អង្គធាតុប្រតិករ) $-$ ΣBE (ផលិតផល)

=ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធសរុប - ថាមពលបង្កសម្ព័ន្ធសរុប

3.2.3. លំហាត់គំរូទី១ គណនាកំដៅនៃប្រតិកម្ម $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$

ដំណោះស្រាយ

ដំណាក់កាលដំបូងគឺត្រូវដឹងពីចំនួនសម្ព័ន្ធដែលត្រូវផ្តាច់ និងចំនួនសម្ព័ន្ធដែលត្រូវកើតឡើង។ នេះជាវិធីល្អបំផុត ដោយបង្កើតតារាងមួយ។ ដោយយោងទៅតាមតារាងថាមពលសម្ព័ន្ធ

ប្រភេទសម្ព័ន្ធដែលផ្តាច់	ចំនួនសម្ព័ន្ធដែលផ្តាច់	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	បំរែបំរួលថាមពលគិតជា (kJ)
H-H Cl-Cl	1 1	436.4 242.7	436.4 242.7
ប្រភេទសម្ព័ន្ធដែលកកើត	**ចំនួនសម្ព័ន្ធដែលកកើត**	**ថាមពលសម្ព័ន្ធគិតជា(kJ/mol)**	**បំរែបំរួលថាមពលគិតជា(kJ)**
H – Cl (HCl)	2	431.9	863.8

បន្ទាប់មកយើងទទួលបានថាមពលស្រូបសរុប និងថាមពលបញ្ចេញសរុប

ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធសរុប = 436.4kJ + 242.7kJ = 679.1 kJ

ថាមពលបង្កសម្ព័ន្ធសរុប = 863.8 kJ

ដូចនេះកម្តៅនៃប្រតិកម្ម ΔH^o_{rxn}=679.1kJ-863.8kJ=$\boxed{-184.7kJ}$

តាមវិធីផ្សេងយើងអាចប្រើសមីការ $\Delta H^o_{rxn} = \sum n\Delta H^o_f$ (ផលិតផល) - $\sum n\Delta H^o_f$ (អង្គធាតុប្រតិករ)

$$\Delta H^o_{rxn} = 2\,\Delta H^o_f(HCl) - [\,\Delta H^o_f(H_2) + \Delta H^o_f(Cl_2)]$$

$$= [(2\ mol)\ (-92.3\ kJ/mol)] - [\,0 + 0]$$

$$= -184.6\ kJ$$

លំហាត់គំរូទី២ ចូរគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

ដំណោះស្រាយ

តាមតារាងថាមពលសម្ព័ន្ធ

ប្រភេទសម្ព័ន្ធដែលផ្តាច់	ចំនួនសម្ព័ន្ធដែលផ្តាច់	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	បំរែបំរួលថាមពល (kJ)
H – H O = O	2 1	436.4 498.7	872.8 498.7
ប្រភេទសម្ព័ន្ធដែលកកើត	ចំនួនសម្ព័ន្ធដែលផ្តាច់	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	បំរែបំរួលថាមពល (kJ)
H – O (H_2O)	4	460	1840

បន្ទាប់មកទៀត យើងទទួលបានថាមពលស្រូបសរុប ថាមពលបញ្ចេញសរុប

ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធសរុប = 872.8kJ + 498.7kJ = 1371.5kJ

ថាមពលបង្កសម្ព័ន្ធសរុប = 1840kJ

ដូចនេះកម្តៅនៃប្រតិកម្ម ΔH^o_{rxn} =1371.5kJ - 1840kJ= $\boxed{-468.5kJ}$

ប៉ុន្តែលទ្ធផលនេះមិនច្បាស់លាស់ព្រោះថាមពលសម្ព័ន្ធរបស់O-Hជាតំលៃមធ្យម។តាមវិធីផ្សេងយើងអាចប្រើសមីការ

ΔH^o_{rxn} = **$\sum$n ΔH^o_f (ផលិតផល) - $\sum$n ΔH^o_f (អង្គធាតុប្រតិករ)**

ΔH^o_{rxn} = 2 ΔH^o_f (H_2O) - [2 ΔH^o_f (H_2) + ΔH^o_f (O_2)]

= [(2 mol) (-241.8 kJ/mol)] – [0 + 0]

= -483.6 kJ

លំហាត់អនុវត្តៈ គេឱ្យសមីការតុល្យការ $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$

ក. គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម ដោយប្រើតំលៃថាមពលសម្ព័ន្ធ

ខ. គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មដោយប្រើកម្តៅកំណស្តង់ដា។

(ΔH^o_f ចំពោះ H_2 C_2H_4 និង C_2H_6 គឺ 0kJ/mol, 52.3kJ/mol និង -84.7kJ/mol តាមរៀង)

ចងចាំ កាលណាយើងប្តូរទិសដៅនៃប្រតិកម្ម នោះកម្តៅកំណ ឬ កម្តៅចំហេះនៃប្រតិកម្មត្រូវប្តូរសញ្ញា។

- $\Delta H^o_{rxn} < 0$ ប្រតិកម្មបញ្ចេញកំដៅ
- $\Delta H^o_{rxn} > 0$ ប្រតិកម្មស្រូបកំដៅ

មេរៀនទី ៤

កំណើនចំណុចរំពុះរបស់សូលុយស្យុងមានធាតុរលាយមិនហើរ តំហយចុះចំណុចកំណកររបស់សូលុយស្យុង

1. កំហាប់ម៉ូឡាលីតេ C_m

និយមន័យ៖ C_m គឺជាចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ A ដែលមានក្នុងទឹក 1kg។

រូបមន្តកំហាប់ម៉ូឡាលីតេ $C_m = \dfrac{n_A(mol)}{m_{H_2O}(kg)}$

C_m មានខ្នាតគិតជា m n_A ជាចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយ A និង m_{H_2O} គិតជា kg ។

2. ប្រភាគម៉ូល x_A

និយមន័យ៖ x_A គឺជាផលធៀបរវាងចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុ A ជាមួយផលបូកចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុបង្កក្នុងសូលុយស្យុង។

រូបមន្តប្រភាគម៉ូលនៃធាតុបង្ក A $x_A = \dfrac{n_A(mol)}{n_{Total}(mol)}$

Ex. នៅក្នុងសូលុយស្យុងមួយរួមមាន NaCl 2mol រលាយក្នុងទឹក 10mol។

ប្រភាគម៉ូលនៃ NaCl គឺ $x_{NaCl} = \dfrac{n_{NaCl}}{n_{NaCl} + n_{H_2O}} = \dfrac{2}{2+10} = \dfrac{1}{6}$

ប្រភាគម៉ូលនៃ H_2O គឺ $x_{H_2O} = \dfrac{n_{H_2O}}{n_{NaCl} + n_{H_2O}} = \dfrac{10}{2+10} = \dfrac{5}{6}$

2. ចំណុចរំពុះនៃសូលុយស្យុងរាវដែលមានអង្គធាតុរលាយមិនហើរ

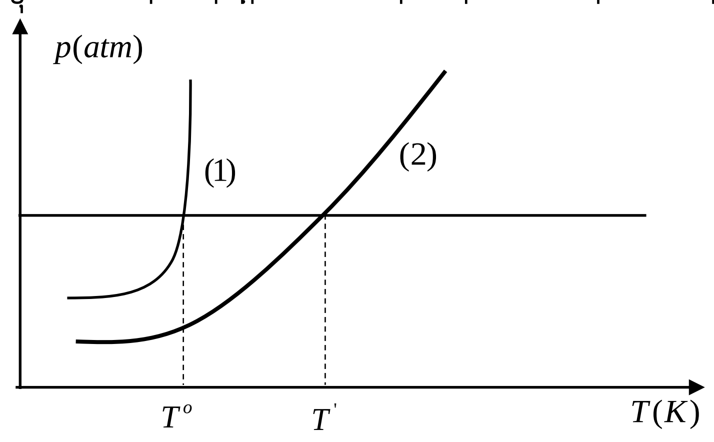
១.គ្រប់អង្គធាតុរាវពេលសម្ពាធចំហាយឆ្អែត ស្មើនឹងសម្ពាធបរិយាកាស នោះអង្គធាតុរាវចាប់ផ្តើមពុះ។

២.បើសម្ពាធបរិយាកាសស្មើនឹង 1atm ចំណុចរំពុះនេះគេហៅថា ចំណុចរំពុះណរម៉ាល់។

៣.អង្គធាតុសុទ្ធមានចំណុចរំពុះថេរជានិច្ច បើសម្ពាធបរិកាសមិនប្រែប្រួល។

៤.សូលុយស្យុងមានចំណុចរំពុះប្រែប្រួលជាប់ជានិច្ច ទោះបីសម្ពាធបរិយាកាសមិនប្រែប្រួលក៏ដោយ។

៥.សូលុយស្យុងមានចំណុចរំពុះខ្ពស់ជាង ចំណុចរំពុះរបស់ធាតុរំលាយសុទ្ធជានិច្ច។



ខ្សែកោងទី (1) តាងភាពបម្រួលសម្ពាធចំហាយឆ្អែតរបស់អង្គធាតុរំលាយសុទ្ធ។

ខ្សែកោងទី (2)តាងភាពបម្រែបម្រួលសម្ពាធចំហាយឆ្អែតរបស់សូលុយស្យុង។

ចងចាំ៖ កាលណាសូលុយស្យុងមានកំហាប់កាន់តែធំ ចំណុចរំពុះសូលុយស្យុងកាន់តែខ្ពស់។

ដើម្បីកំនត់ចំណុចរំពុះណរម៉ាល់ យើងត្រូវគូសបន្ទាត់អ៊ីសូបាដែលត្រូវនឹងសម្ពាធ 1atm។ បន្ទាត់នេះកាត់ខ្សែកោង ទី (1) និង ទី (2) ហើយត្រូវនឹងចំណុចរំពុះ T^{o} និង $T^{'}$។

T^{o} ចំណុចរំពុះអង្គធាតុរំលាយសុទ្ធ $T^{'}$ ចំណុចរំពុះរបស់សូលុយស្យុងរាវ

$T^{'}$-T^{0} កាន់តែធំកាលណាសូ.មានកំហាប់កាន់តែធំ

ចងចាំ៖ ទឹកសុទ្ធមានចំណុចរំពុះនៅ $100^{o}C=373K$

3. កំណើនចំណុចរំពុះនៃសូលុយស្យុងរាវដែលមានអង្គធាតុរលាយមិនហើរ

និយមន័យ៖ កំណើនចំណុចរំពុះរបស់សូលុយស្យុងរាវសមាមាត្រជាមួយនឹងកំហាប់ម៉ូឡាលីតេរបស់អង្គធាតុរលាយក្នុងសូលុយស្យុង។

រូបមន្តកំណើនចំណុចរំពុះរបស់សូលុយស្យុង $\Delta T=T^{'}-T^{0}=K_{boilling}\times C_{m}$

4. លំនឹងសូលុយស្យុងរាវ

ពេលសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួល តំហយចុះនៃសីតុណ្ហភាពរបស់សូលុយស្យុងរាវរហូតដល់ខណៈមានកំណកក្រាមអង្គធាតុរលាយចាប់ផ្តើមកកើត។

សីតុណ្ហភាពនេះគេហៅថា ចំណុចកំណករបស់សូលុយស្យុង។

ចងចាំ៖ ចំណុចកំណក = ចំណុចរលាយ= Melting point

-បើសម្ពាធបរិយាកាស 1atm សីតណ្ហភាពកំណកនេះគេហៅថាចំណុចកំណកណរម៉ាល់។

-ចំណុចកំណក T^{0} របស់អង្គធាតុសុទ្ធឥតប្រែប្រួល បើសម្ពាធខាងក្រៅមិន ប្រែប្រួល។

-ចំណុចកំណក $T^{'}$ របស់សូលុយស្យុងប្រែប្រួលជាប់ជានិច្ច គឺថយចុះសន្សឹមៗពេលចាប់ផ្តើមកំណក ទោះបីសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួលក៏ដោយ។

-ចំណុចកំណក $T^{'}$ របស់សូលុយស្យុងទាបជាងចំណុចកំណករបស់អង្គធាតុរំលាយសុទ្ធជានិច្ច។

ចងចាំ៖ ទឹកសុទ្ធចំណុចកំណកនៅ**$0^{o}C$** =ទឹកសុទ្ធចំណុចរលាយនៅ**$0^{o}C$**

5. កំរិតតំហយចំណុចកំណករបស់សូលុយស្យុងរាវ

និយមន័យ៖ កំរិតតំហយចុះចំណុចកំណករបស់សូលុយស្យុងរាវសមាមាត្រជាមួយនឹងកំហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃអង្គធាតុរលាយរបស់សូលុយស្យុង។

រូបមន្តកំរិតតំហយចុះសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុង $\Delta T=T^{0}-T^{'}=K_{freezing}\times C_{m}$

លំហាត់គំរូទី 1

នៅក្នុង1L នៃសូលុយស្យុង CH_3COOH មាន80.8g នៃ CH_3COOH និងមាន d = 1.0097។

ក. ចូរគណនាកំហាប់ជាម៉ូលែនសូលុយស្យុង CH_3COOH ។

ខ. ចូរគណនាកំហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃសូលុយស្យុង CH_3COOH ។

គ. ចូរគណនាប្រភាគម៉ូលនៃសូយុស្យុង CH_3COOH ។

ឃ. ចូរគណនាកំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុង CH_3COOH ។

ដំណោះស្រាយ

ក.គណនាកំហាប់ជាម៉ូលែនសូលុយស្យុង CH_3COOH

ម៉ាសម៉ូល $CH_3COOH = 60g.mol^{-1} = M$

ចំនួនម៉ូល $CH_3COOH = \frac{80.8g}{60g.mol^{-1}} = 1.34mol$

ដូចនេះ $C_M = \frac{n}{V_s} = \frac{1.34mol}{1L} = \boxed{1.34mol.L^{-1} = 1.34M}$

ខ.គណនាកហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃសូលុយស្យុង CH_3COOH

$d = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = V_s \times d_s = 1000mL \times 1.0097g/mL = 1009.7g$

ម៉ាសធាតុរំលាយទឹក$= m_1 = 1009.7 - 80.8 = 928.9g$

ដូចនេះ $C_m = \frac{n_{CH_3COOH} \times 1000}{m_{H_2O}} = \frac{1.34 \times 1000}{928.9} = \boxed{1.44m}$

គ.គណនាប្រភាគម៉ូលនៃ CH_3COOH និងប្រភាគម៉ូលនៃទឹក

ចំនួនម៉ូលទឹក$= \frac{928.9g}{18g/mol} = 51.6mol$

ដូចនេះប្រភាគម៉ូលនៃ CH_3COOH គឺ

$$x_{CH_3COOH} = \frac{n_{CH_3COOH}}{n_{H_2O} + n_{CH_3COOH}} = \frac{1.34}{51.6 + 1.34} = \boxed{0.025}$$

ម្យ៉ាងទៀត $x_{H_2O} + x_{CH_3COOH} = 1 \Rightarrow x_{H_2O} = 1 - x_{CH_3COOH} = 1 - 0.025 = \boxed{0.725}$

ឃ.គណនាកំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុង CH_3COOH

$$C\% = \frac{m_{CH_3COOH} \times 100}{m_s} = \frac{80.8 \times 100}{1009.7} = \boxed{8\%}$$

លំហាត់គំរូទី 2

គណនាកំហាប់ភាគរយរបស់សូលុយស្យុងស្ករ($C_{12}H_{22}O_{11}$)បើគេដឹងថាសូលុយស្យុងស្ករនេះមានចំណុចកក -0.8^0C ។ គេឱ្យមេគុណកំណក $K_{freezing} = 1.86^oC/m$ ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្តកំរិតតំហយចុះនៃសីតុណ្ហភាពកំណកសូ. $\Delta T = T^0 - T' = K_{freezing} \times C_m$

T^0 ជាសីតុណ្ហភាពកំនករបស់ទឹកគឺ 0^0C

T' ជាសីតុណ្ហភាពកំនករបស់សូ.គឺ -0.8^0C

$$\Rightarrow C_m = \frac{\Delta T}{K} = \frac{0.8^oC}{1.86^oC/m} = 0.43m$$

ម៉ាសម៉ូលស្ករ$=342g/mol$

ម៉ាសស្ករ$=342g/mol \times 0.43mol = 147g$

ដូចនេះ $C\% = \frac{147 \times 100}{1000 + 147} = \boxed{12.82\%}$

លំហាត់គំរូទី 3

ចំណុចរំពុះនៃសូលុយស្យុងរាវណាប់តាឡែន $C_{10}H_8$ ក្នុងឌីអេទីលអេទែ $(C_2H_5)_2O$ ខ្ពស់ជាងចំណុចរំពុះរបស់ ឌីអេទីលអេទែសុទ្ធ 0.5^0C។ គណនាប្រភាគម៉ូលរបស់អង្គធាតុរលាយក្នុងសូលុយស្យុង។
បើម៉ាសម៉ូលអេទែ 74.08g/mol និង មេគុណរំពុះ $K_{boilling} = 2^oC/m$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាប្រភាគម៉ូលរបស់អង្គធាតុរលាយក្នុងសូលុយស្យុង។

តាមរូបមន្តប្រភាគម៉ូលនៃធាតុរលាយ $x_{C_8H_8} = \dfrac{n_{C_8H_8}}{n_{Total}}$

រូបមន្តកំរិតកើនចំណុចរំពុះនៃសូលុយស្យុងរាវ $\Delta T = K_{boilling} C_m \Rightarrow C_m = \dfrac{\Delta T}{K_{boilling}}$

$$C_m = \frac{0.5^oC}{2^oC/m} = 0.25m$$

ចំនួនម៉ូលឌីអេទីលអេទែ $= \dfrac{1000g}{74.08g/mol} = 13.5mol$

ចំនួនម៉ូលសរុប $n_{Total} = 13.5 + 0.25 = 13.75mol$

ដូចនេះ $\boxed{x_{C_8H_8} = \dfrac{0.25}{13.75} = 0.018}$

ជំពូកទី2 អេឡិចត្រូគីមី

មេរៀនទី១ ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក ($E_{Ox/Red}$)

1. **តើអេឡិចត្រូគីមីសិក្សាអំពីអ្វី?**

និយមន័យ៖ អេឡិចត្រូគីមីសិក្សាអំពីប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃជនិតា និងផើងវិភាគ។

2. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម គឺជាទំនាក់ទំនងរវាងរេដុករ និងអុកស៊ីតករ។

គេចែកប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មជាពីរ គឺប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំគីមី និងតាមលំនាំអេឡិចត្រូគីមី

2.1. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំគីមី

និយមន័យ៖ ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំគីមី គឺជាប្រតិកម្មដែលក្នុងនោះរេដុករបានបោះបង់អេឡិចត្រុងទៅឱ្យអុកស៊ីតករដោយផ្ទាល់។

ឧទាហរណ៍៖ បើយើងយកបន្ទះស័ង្កសីសុទ្ធ ដាក់ចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុងHClគេបាន
សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មគីមី $Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g)$

ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំគីមីព្រោះ Zn បានបោះបង់អេឡិចត្រុងទៅឱ្យអ៊ីយ៉ុង H^+ ដោយផ្ទាល់។

2.2. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំអេឡិចត្រូគីមី

និយមន័យ៖ ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំអេឡិចត្រូគីមី គឺជាប្រតិកម្មដែលក្នុងនោះរេដុករបានបោះបង់អេឡិចត្រុងទៅឱ្យអុកស៊ីតករដោយប្រយោល។

ឧទាហរណ៍៖ បើយើងយកសំលោហៈ Zn-Fe ដាក់ចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុង $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$

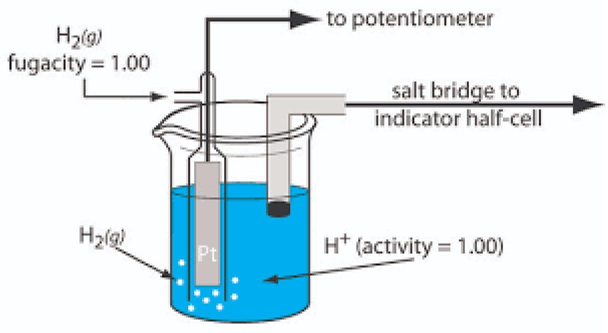
គេបានសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មគីមី $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មតាមលំនាំអេឡិចត្រូគីមីព្រោះ Zn បានបោះបង់អេឡិចត្រុងទៅឱ្យអ៊ីយ៉ុង Cu^{2+} ដោយប្រយោលតាមរយៈ Fe ។

3. ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក $(E_{Ox/Red})$

3.1. និយមន័យ៖ប៉ូតង់ស្យែលគូរេដុក គឺជាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល (E_{Cell}) ដែលថ្មពិលនោះ បង្កើតឡើងដោយពាក់កណ្ដាលពីលនៃគូរេដុកដែលយើងចង់វាស់ជា មួយពាក់កណ្ដាលពីលអ៊ីដ្រូសែនស្តង់ដា។

3.2. ពាក់កណ្ដាលពិលអ៊ីដ្រូសែនស្តង់ដា



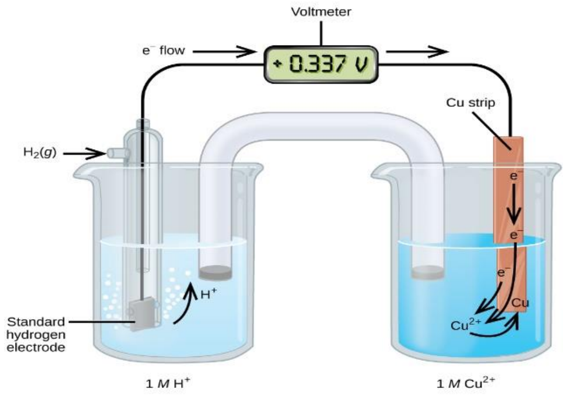
3.3. ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក $(E^o_{Ox/Red})$

និយមន័យ៖ ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក គឺគេសន្មតយកលក្ខខ័ណ្ឌនៅសីតុណ្ហភាព 25^oC និង

[Red]=[Ox]=1M ។

សំរាប់ឧស្ម័នគេយកសម្ពាធ p_o=1atm និងសំរាប់អង្គធាតុរឹងគេយកកំហាប់ 1M ។

3.3.1. ប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក Cu^{2+}/Cu $(E^o_{Cu^{2+}/Cu})$



សញ្ញាណសន្ទតនៃថ្មពិល $(-)Pt(s),H_2(g)(1atm)|H^+(aq)1M||Cu^{2+}(aq)1M|Cu(s)(+)$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^o_{Cell} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} - E^o_{H^+/H_2} = 0.34V$ ដោយ $E^o_{H^+/H_2} = 0.00V$

ដូចនេះ $E^o_{Cell} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34V$

សមីការកើតមានឡើងពេលថ្មពិលដំណើរការ

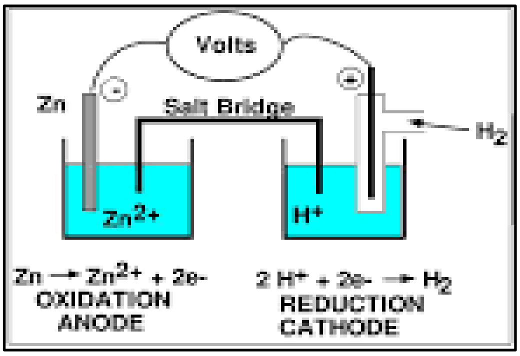
នៅកាតូត $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

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

សមីការតុល្យការ $H_2(g) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + Cu(s)$

3.3.2. **ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក** $Zn^{2+}/Zn = E^o_{Zn^{2+}/Zn}$

- គំនូសតាងនៃថ្មពិល



សញ្ញាណសន្ទតនៃថ្មពិល

$(-)Zn(s)|Zn^{2+}(aq)1M||H^+(aq)1M|H_2(g)(1atm),Pt(s)(+)$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^o_{Cell} = E^o_{H^+/H_2} - E^o_{Zn^{2+}/Zn} = 0.76V$ ដោយ $E^o_{H^+/H_2} = 0.00V$

ដូចនេះ $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -E_{Cell} = -0.76V$

សមីការកើតមានឡើងពេលថ្មពិលដំណើរការ

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

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

សមីការតុល្យការ $2H^+(aq) + Zn(s) \rightarrow H_2(g) + Zn^{2+}(aq)$

3.3.3. **បម្រើបម្រាស់ប៉ូតង់ស្យែល**

កាលណាប៉ូតង់ស្យែលគូរេដុកកាន់តែធំនោះអំណាចអុកស៊ីតករកាន់តែខ្លាំង ឯអំណាចរេដុករដែលត្រូវនឹងវាកាន់តែខ្សោយ។

កាលណាប៉ូតង់ស្យែលកាន់តែតូចនោះអំណាចរេដុករកាន់តែខ្លាំង ឯអំណាចអុកស៊ីតករដែលត្រូវនឹងវាកាន់តែខ្សោយ។

3.3.4. **ឥទ្ធិពលនៃកំហាប់លើប៉ូតង់ស្យែល**

កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិចនៃគូរេដុក $Ox + ne^- \rightleftharpoons Red$

សមីការ Nernst

$$E_{Ox/Red} = E^{0}_{Ox/Red} + \frac{0.06}{n}\log\frac{[Ox]}{[Red]}$$

បើ $[Ox]=[Red] \Rightarrow \boxed{E^{o}_{Ox/Red} = E^{0}_{Cell}}$

លំហាត់ទី 1

គេឱ្យសញ្ញាណសន្ទតនៃពិល $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)(1M)||Fe^{3+}(aq)(1M),Fe^{2+}(aq)(1M)|Pt(s)$

ក.ចូរសរសេរសមីការតុល្យការពេលពិលដំណើរការ។

ខ.គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល E^{0}_{Cell} ។

លំហាត់ទី 2

គេមានពាក់កណ្ដាលពិលអ៊ីដ្រូសែនស្តង់ដា។ តើគេអាចអុកស៊ីតកម្មលោហៈប្រាក់ដែលត្រាំក្នុងសូលុយស្យុង $AgNO_3$ បានដែរឬទេ?

លំហាត់ទី 3

គេឱ្យសញ្ញាណសន្ទតនៃពិល $Pt(s),H_2(g)(1atm)|H^{+}(aq)(1M)||Cu^{2+}(aq)(1M)|Cu(s)$ និងកំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^{0}_{Cell} = 0.34V$ ។

ក.ចូរសរសេរសមីការតុល្យការពេលពិលដំណើរការ។

ខ.គណនា $E^{o}_{Cu^{2+}/Cu}$ ។

លំហាត់ទី 4

គេឱ្យកន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិចនៃគូរេដុក

$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftarrows Cu(s)$ $E^{o}_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$

$2H^{+}(aq) + 2e^{-} \rightleftarrows H_2(g)$ $E^{o}_{H^{+}/H_2} = 0.00V$

$Zn^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightleftarrows Zn(s)$ $E^{o}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$

គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល E^{0}_{Cell} ខាងក្រោមនេះ $Zn(s)|Zn^{2+}(aq)(1M)||Cu^{2+}(aq)(1M)|Cu(s)$

លំហាត់ទី 5

ចូរគូររូបនៃថ្មពិលដែលមានសមីការតុល្យការដូចខាងក្រោមនេះ

ក. $Sn(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

ខ. $2Fe^{3+}(aq) + 2I^{-}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + I_2(aq)$

គ. $H_2(g) + I_2(aq) \rightarrow 2H^{+}(aq) + 2I^{-}(aq)$

លំហាត់ទី 6

គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដារនៃថ្មពិលដែលត្រូវនឹងសមីការតុល្យការខាងក្រោមនេះ

ក. $2Fe^{2+}(aq) + Zn^{2+}(aq) \rightarrow Zn(s) + 2Fe^{3+}(aq)$

ខ. $Fe(s) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq)$

គ. $2Ag(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow 2Ag^{+}(aq) + Cu(s)$

លំហាត់ទី 7

គណនាប៉ូតង់ស្យែលអេឡិចត្រូត $E_{Zn^{2+}/Zn}$ ពេលដែលគេត្រាំបន្ទះ Zn ទៅក្នុងសូលុយស្យុង Zn^{2+} នៅកំហាប់ $0.01M$ ។

លំហាត់ទី 8

គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពីល

$$Pt(s),H_2(g)(0.5atm)|H^+(aq)(0.1M)||MnO_4^-(aq)(0.1M),Mn^{2+}(aq)(1M)|Pt(s)$$

លំហាត់ទី 9

គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពីល

$$Pt(s),H_2(aq)(1atm)|H^+(aq)(0.1M)||Fe^{3+}(aq)(0.1M),Fe^{2+}(aq)(1M)|Pt(s)$$

លំហាត់ទី 10

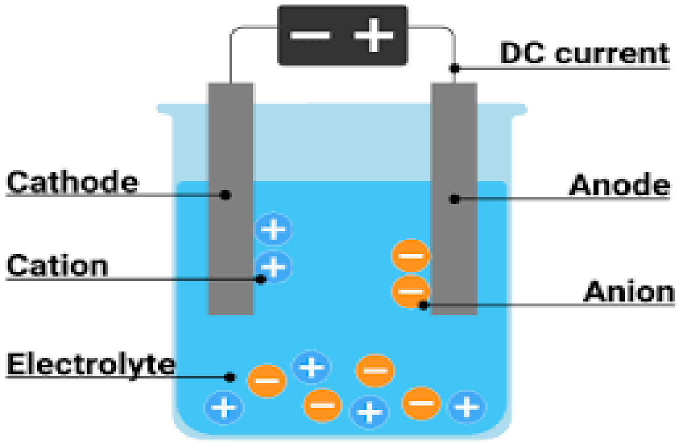
គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពីល

$$Pt(s),H_2(g)(0.5atm)|H^+(aq)(1M)||Ag^+(aq)(01M)|Ag(s)$$

មេរៀនទី២ វិធីសាស្ត្រអគ្គីសនីវិភាគសូលុយស្យុង

1. បណ្តាបាតុភូតដែលកើតឡើងក្នុងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

1.1.គំនូសតាងអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង



1.2.**វិធាន៖**

ត្រូវឱ្យចរន្តអគ្គិសនីឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូតនិចលទាំងពីរ តាមទិសដៅកំនត់ជាក់លាក់ដែលបានត្រាំក្នុងអេឡិចត្រូលីត ពេលនោះវានឹងកកើតលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ មានន័យថាកកើតប្រតិកម្មអេឡិចត្រូគីមី នៅលើអេឡិចត្រូត ទាំងពីរ។

-កាតូតនៃផើងវិភាគ គឺជាអេឡិចត្រូតតភ្ជាប់ទៅនឹងប៉ូលដកនៃជនិតា

កន្លះសមីការកើតមាននៅកាតូត $OX_1 + ne^- \rightarrow Red_1$ (លំនាំរេដុកម្ម)

-អាណូតនៃផើងវិភាគ គឺជាអេឡិចត្រូតតភ្ជាប់ទៅនឹងប៉ូលបូកនៃជនិតា

កន្លះសមីការកើតមាននៅអាណូត $Red_2 \rightarrow OX_2 + ne^-$ (លំនាំអុកស៊ីតកម្ម)

ខ.គេចែកលំនាំអគ្គិសនីវិភាគជាបីដំណាក់ការដូចខាងក្រោមនេះ

មុនចរន្តឆ្លងកាត់

-ភាគល្អិតដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីវិជ្ជមាន ឬ កាចុង បានផ្លាស់ទីមកកាតូត។

-ភាគល្អិតដែលមានបន្ទុកអគ្គិសនីអវិជ្ជមាន ឬអាញ៉ុង បានផ្លាស់ទីមកអាណូត។

-ចំពោះទឹកមាននៅកាតូតផង និងនៅអាណូតផងព្រោះទឹកជាសមាសធាតុឌីប៉ូល។

ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

ប្រតិកម្មអេឡិចត្រូគីមីកើតឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។

-សមីការអគ្គិសនីវិភាគ

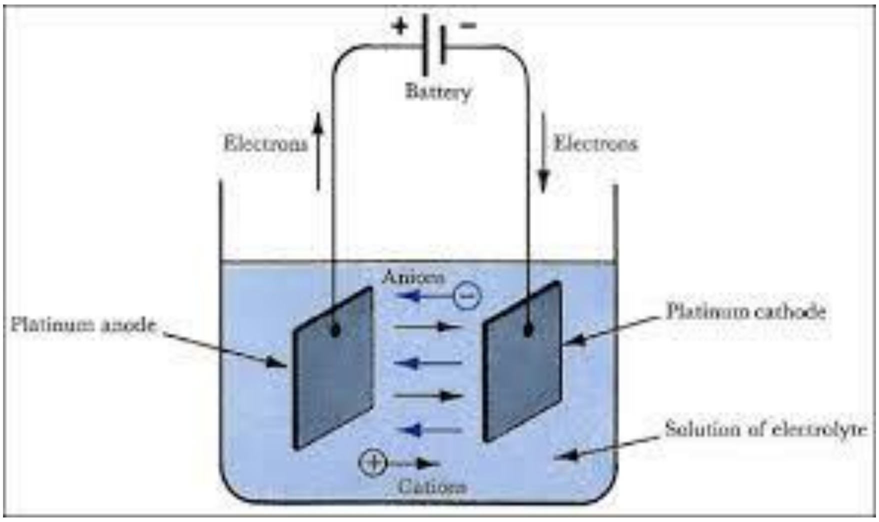
ក្រោយពេលចរន្តឆ្លងកាត់

-យកផលគីមីចេញពីអេឡិចត្រូតនិចល និងនៅក្នុងផើងវិភាគមានសល់ សូលុយស្យុង។

2. ទ្រឹស្តីដំបូងនៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង

2.1. អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង MA

គំនូសតាងនៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ



-មុនចរន្តឆ្លងកាត់

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $MA(aq) \rightarrow M^{n+}(aq) + A^{n-}(aq)$

-ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

Cathode $M^{n+}(aq) + ne^- \rightarrow M(s)$ (1)

Anode $A^{n-}(aq) \rightarrow A(g) + ne^-$ (2)

-សមីការអគ្គិសនីវិភាគ $MA(aq) \rightarrow M(s) + A(g)$

-ក្រោយពេលចរន្តឆ្លងកាត់

យលផលិតផលដែលទទួលបាននៅកាតូតនិងនៅអាណូតចេញពីផើងវិភាគ

ចងចាំ

-នៅកាតូត៖ កាចុងដែលមានលក្ខណៈអុកស៊ីតករខ្លាំង រងរេដុកម្មមុនរហូតអស់ ទើបដល់កាចុងបន្តបន្ទាប់ទៀត។

-នៅអាណូត៖ អាញ៉ុងដែលមានលក្ខណៈរេដុករខ្លាំង រងអុកស៊ីតកម្មមុនរហូតអស់ ទើបដល់អាញ៉ុងបន្តបន្ទាប់ទៀត។

- H_2O ជាអង្គធាតុរំលាយអាចចូលរួមក្នុងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

-នៅកាតូត $2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

-នៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g)+4H^+(aq)+4e^-$

ឧទាហរណ៍៖ គេដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគល្បាយសូលុយស្យុង $CuSO_4$ 1M និង Ag_2SO_4 0.5M ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត $HClO_4$ 1M ។

ចូរបកស្រាយបាតុភូតលំនាំអគ្គិសនីវិភាគនិងសរសេរសមីការតុល្យការតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគរហូតដល់ចប់។

ដំណោះស្រាយ

-មុនចរន្តឆ្លងកាត់

$HClO_4(aq) \rightarrow H^+(aq) + ClO_4^-(aq)$

1M 1M

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

1M 1M

$Ag_2SO_4(aq) \rightarrow 2Ag^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)$

0.5M 1M

-ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

កន្លះសមីការដែលអាចកើតមាននៅកាតូត

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

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

$Ag^+(aq) + 1e^- \rightarrow Ag(aq)$

កន្លះសមីការដែលអាចកើតមាននៅអាណូត

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

-ប៉ូតង់ស្យែលលំនឹងនៅកាតូត

$E^o_{Ag^+/Ag}=0.80V$,$E^o_{Cu^{2+}/Cu}=0.34V$ និង $E^o_{H^+/H_2} = 0.00V$

-ប៉ូតង់ស្យែលលំនឹងនៅអាណូត $E^o_{O_2/H_2O}=1.23V$

កំលាំងប្រាស់អគ្គីសីចលករ

$E'_{Cell} = E^o_{O_2/H_2O} - E^o_{Ag^+/Ag} = 1.23 - 0.80 = 0.43V$

$E'_{Cell} = E^o_{O_2/H_2O} - E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 1.23 - 0.34 = 0.89V$

$E'_{Cell} = E^o_{O_2/H_2O} - E^o_{H^+/H_2} = 1.23 - 0.00 = 1.23V$

ចំណាត់កំលាំងប្រាស់អគ្គិសនីចលករ

លំនាំអគ្គិសនីវិភាគទី 1

នៅកាតូត $Ag^{+}(aq) + 1e^{-} \rightarrow Ag(s)$

នៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-}$

សមីការតុល្យការ $4Ag^{+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 4Ag(s) + O_2(g) + 4H^{+}(aq)$

បន្ទាប់ពីអស់ Ag^{+} មកទើបដល់លំនាំអគ្គិសនីវិភាគ Cu^{2+}

លំនាំអគ្គិសនីវិភាគទី 2

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

នៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-}$

សមីការតុល្យការ $2Cu^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Cu(s) + O_2(g) + 4H^{+}(aq)$

បន្ទាប់ពីអស់ Cu^{2+} ទើបដល់លំនាំអគ្គិសនីវិភាគ H^{+}

លំនាំអគ្គិសនីវិភាគទី 3

នៅកាតូត $2H^{+}(aq)+2e^{-} \rightarrow H_2(g)$

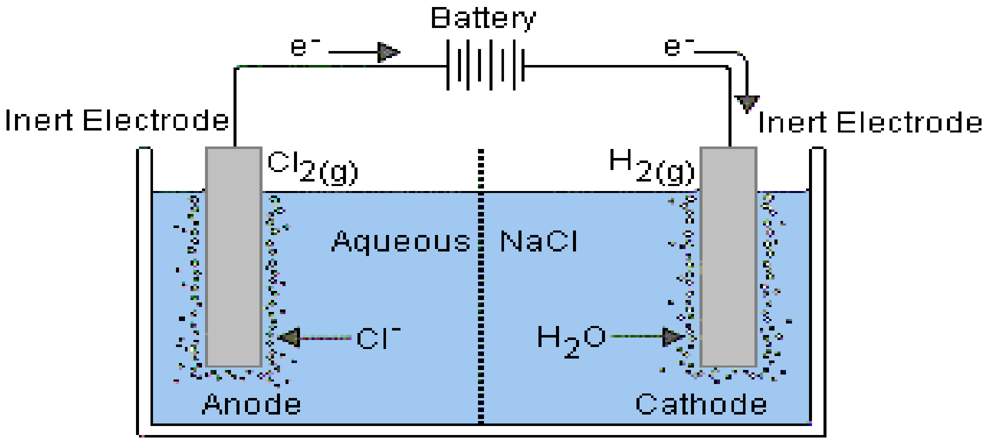
នៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^{+}(aq) + 4e^{-}$

សមីការតុល្យការ $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

3. អគ្គិសនីវិភាគមានសន្ទះខណ្ឌ

ក្នុងករណីខ្លះជាតុអុកស៊ីតកររងរេដុកម្មនៅកាតូត ឱ្យផលិតផលដែលទទួលបាន អាចរងអុកស៊ីកម្ម នៅអាណូត។ ក្នុងករណីនេះគេត្រូវប្រើសន្ទះខណ្ឌនៅចន្លោះអេឡិចត្រូតកាតូត និង អាណូត។

ឧទាហរណ៍៖ អគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង NaCl ឧស្ម័នក្លរដែលកកើតនៅអាណូត បានចូលប្រតិកម្មជាមួយសូតនៅកាតូតបង្កើតបានទឹកសាវែល $Cl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq)+NaClO(aq)+H_2O(l)$



4. ច្បាប់ផារ៉ាដេ

ផារ៉ាដេ(Faraday)បានរកឃើញច្បាប់ស្ដីពីបរិមាណរូបធាតុដែលកកើតនៅកាតូត និងនៅអាណូត ដែលមានទំនាក់ទំនងជាមួយបរិមាណអគ្គិសនីឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូលីត។

4.1. ច្បាប់ផារ៉ាដេទី 1

បរិមាណរូបធាតុដែលកកើតនៅលើអេឡិចត្រូតនីមួយៗ សមាមាត្រនឹងបរិមាណអគ្គិសនី ដែលបានឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូលីត។

រូបមន្តទី 1 $m = K.Q$

4.2. ច្បាប់ផារ៉ាដេទី 2

បើគេឱ្យបរិមាណអគ្គិសនី 1F = 96500C ឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូតលីតគេទទួលបានបរិមាណរូបធាតុនៅលើអេឡិចត្រូតនីមួយៗ ចំនួនមួយសមមូលក្រាម។

បំណកស្រាយ

បើគេឱ្យ 1F=96500C ឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូតលីតគេទទួលបានបរិមាណរូបធាតុ $\frac{A}{n}$

បើគេឱ្យ Q ឆ្លងកាត់អេឡិចត្រូតលីតគេទទួលបានបរិមាណរូបធាតុ m

ដូចនេះគេបាន $m = \frac{1}{1F}\times\frac{A}{n}\times Q = \frac{1}{96500}\times\frac{A}{n}\times Q = \frac{1}{96500}\times\frac{A}{n}\times I\times t$

5. សៀកប៉ូតង់ស្យែល = ប៉ូតង់ស្យែលលើស

5.1. និយមន័យ៖ សៀកប៉ូតង់ស្យែល គឺជាបរិមាណប៉ូតង់ស្យែលចាំបាច់ដែលត្រូវបន្ថែមទៅលើប៉ូតង់ស្យែលលំនឹង ដើម្បីឱ្យដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគអាចប្រព្រឹត្តទៅបាន។

ប៉ូតង់ស្យែលលំនឹង $U = E_a - E_c$

ប៉ូតង់ស្យែលដើម្បីឱ្យដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគប្រព្រឹត្តទៅបាន

$U' = E'_a - E'_c = (E_a + \eta_a) - (E_c + \eta_c) = (E_a - E_c) + (\eta_a - \eta_c)$

η_a គឺជាសៀកប៉ូតង់ស្យែលនៅអាណូតនិង η_c គឺជាសៀកប៉ូតង់ស្យែលនៅកតូត

5.2. តារាងសៀកប៉ូតង់ស្យែលឧស្ម័ន H_2 នៅលើអេឡិចត្រូតលោហៈមួយចំនួន

ដង់ស៊ីតេចរន្ត	$1mmA/cm^2$	$10mmA/cm^2$	$100mmA/cm^2$	$1000mmA/cm^2$
Ag	0.475	0.762	0.875	1.089
Au	0.241	0.390	0.588	0.789
C	0.600	0.779	0.977	1.22
Pt	0.015	0.030	0.041	0.048

5.3. តារាងសៀកប៉ូតង់ស្យែលឧស្ម័ន O_2 នៅលើអេឡិចត្រូតលោហៈមួយចំនួន

ដង់ស៊ីតេចរន្ត	$0.1mA/cm^2$	$1mA/cm^2$	$10mA/cm^2$	$100mA/cm^2$
Pt	0.67	0.80	0.92	1.07
Cu	0.82	0.86	0.93	1.00

លំហាត់គំរូទី 1

គេដំណើរការអេគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង $CuSO_4$ 1M ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត H_2SO_4 0.5M ជាមួយអេឡិចត្រូត Pt។គណនាតង់ស្យុងអតិបរមាដើម្បីផ្ដាច់យក Cu ចេញពីសូលុយស្យុង។គេសន្មតថាសៀកប៉ូតង់ស្យែលនៃទង់ដែងនៅលើអេឡិចត្រូត Pt អាចចោលបាន និងសៀកប៉ូតង់ស្យែលនៃអុកស៊ីសែន $\eta_{O_2} = 0.52V$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាតង់ស្យុងអតិបរមាដើម្បីផ្ដាច់យកCu ចេញពីសូលុយស្យុង

-មុនចរន្តឆ្លងកាត់

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

$H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

-ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

ប្រភេទគីមីនៅកាតូតមាន Cu^{2+}, H^+ និង H_2O

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \quad E^o_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34V$

$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g) \quad E^o_{H^+/H_2} = 0.00V$

ប្រភេទគីមីនៅអាណូតមាន SO_4^{2-} និង H_2O

$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \quad E^0_{O_2/H_2O} = 1.23V$

$E'_{O_2/H_2O} = E^o_{O_2/H_2O} + \eta_{O_2} = 1.25 + 0.52 = 1.77V$

ដូចនេះ $U_{max} = 1.77V$

លំហាត់គំរូទី 2

ចូរពិនិត្យលំនាំអេគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង $ZnSO_4$ 1M ក្នុង H_2SO_4 0.5M ។បើក្នុងលំនាំអេគ្គិសនីវិភាគនេះគេប្រើកាតូត Cu ជាមួយដង់ស៊ីតេចរន្ត $\sigma = 0.01mA/Cm^2$ និង $\eta_{H_2} = -0.58V$ ។

ដំណោះស្រាយ

-មុនពេលអេគ្គិសនីវិភាគ

$ZnSO_4(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

-ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

Cathode

$Zn^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Zn(s) \qquad E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$

$2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g) \qquad E^o_{H^+/H_2} = 0.00V \Rightarrow E'_{H^+/H_2} = 0.00 + 0.58V = 0.58V$

Anode $\quad 2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \qquad E^o_{O_2/H_2O} = 1.23V$

កំលាំងប្រាសអគ្គិសនីចលករ

$(E'_{Cell})_1 = E^o_{O_2/H_2O} - E^o_{Zn^{2+}/Zn} = 1.23 + 0.76 = 1.99V \approx 2V$

$(E'_{Cell})_2 = \sim E^o_{O_2/H_2O} - E'_{H^+/H_2} = 1.23 + 0.58 = 1.81V$

ដូចនេះក្នុងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគនេះឧស្ម័ន H_2 កកើតមុន

លំនាំអគ្គិសនីវិភាគទី 1

Cathode $\quad 2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g)$

Anode $\quad H_2O(l) \rightarrow \frac{1}{2}O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^-$

$$H_2O(l) \rightarrow \frac{1}{2}O_2(g) + H_2(g)$$

លំនាំអគ្គិសនីវិភាគទី 2

Cathode $\quad Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$

Anode $\quad H_2O(l) \rightarrow \frac{1}{2}O_2(g)+2H^+(aq) + 2e^-$

$$Zn^{2+}(aq)+H_2O(l) \rightarrow Zn(s)+\frac{1}{2}O_2(g)+2H^+(aq)$$

6.លំហាត់-ដំណោះស្រាយ

1. តើផើងវិភាគនិងថ្មពិលខុសគ្នាយ៉ាងដូចម្តេច?

2. តើមានប្រតិកម្មអ្វីកើតឡើងនៅកាតូត និងនៅអាណូតនៃផើងវិភាគពេលដំណើរការ?

3. គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគKClកម្លៅរលាយជាមួយអេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត។

ក. តើមានអ៊ីយ៉ុងអ្វីខ្លះនៅក្នុងអេឡិចត្រូលីត?

ខ. សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅកាតូតនិងនៅអាណូតនៃផើងវិភាគ។

គ.សរសេរសមីការអគ្គិសនីវិភាគ។

4. គេអាចធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាតក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតនីទ្រិច ជាមួយអេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត ឬអេឡិចត្រូតប្រាក់។

ក. គូរគំនូសតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

ខ. គេឱ្យ $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.80V$, $E^o_{NO_3^-/NO_2} = +0.84V$, $E^o_{NO_3^-/NO} = +0.96V$ $E^o_{O_2/H_2O} = 1.23V$ និង $E^o_{H^+/H_2} = 0.00V$ ។បំពេញតារាងខាងក្រោមពីលទ្ធផលដែលគេអាចទទួលបាន។

ពិសោធន៍	អេឡិចត្រូលីត	អេឡិចត្រូត	ផលិផលនៅកាតូត	ផលិតផលនៅអាណូត
A	ស្ង.$AgNO_3$	កាបូន	Ag	O_2
B	ស្ង.$AgNO_3$	ប្រាក់	Ag	Ag^+

5. គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាត។

គេឱ្យ $E^o_{H_2O/H_2} = -0.42V$, $E^o_{O_2/H_2O} = +0.81V$, $E^o_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = +2.01V$, $E^o_{SO_4^{2-}/SO_2} = +0.17V$ និង $E^o_{Na^+/Na} = -2.71V$ ។ តាមពិសោធន៍គេទទួលបានឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន និងអុកស៊ីសែន។

ក. តើមានប្រភេទគីមីអ្វីខ្លះដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាត។

ខ. សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅកាតូតនិងនៅអាណូត។

គ. សរសេរសមីការអគ្គិសនីវិភាគ។

ឃ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមាតាមទ្រឹស្តីដែលត្រូវផ្តល់ឱ្យអេឡិចត្រូលីតនៃផើងវិភាគមានតម្លៃប៉ុន្មានដើម្បីឱ្យដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងសូដ្យូមស៊ុលផាតបាន ?

6. នៅក្នុងឧស្សាហកម្មគេទធ្វើអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីសែនដោយធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតជាមួយអេឡិចត្រូតដែកថែបស្រោបនីកែល(អេឡិចត្រូតនិចល)។

ក. តើមានប្រភេទគីមីអ្វីខ្លះដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត។

ខ. សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅកាតូតនិងនៅអាណូត។

គ.សរសេរសមីការអគ្គិសនីវិភាគ។គេឱ្យ $E^o_{K^+/K} = -2.92V$, $E^o_{H_2O/H_2} = -0.82V$ និង $E^o_{O_2/OH^-} = +0.40V$ ។

7. គេត្រាំបន្ទះទង់ដែងនៅក្នុង50mLនៃសូលុយស្យុង$AgNO_3$នៅកំហាប់0.1M។

ក. សរសេរសមីការតុល្យការ សមីការអ៊ីយ៉ុងសព្វ និងសមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល។

ខ. ទាញរកគូរេដុកទាំងពីរនិងធ្វើចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកទាំងពីរ។

គ. តើបន្ទះទង់ដែងកើនម៉ាសប៉ុន្មានក្រាម។

8. គេត្រាំបន្ទះដែកចំនួន8.4g នៅក្នុង40mLនៃសូលុយស្យុងH_2SO_4នៅកំហាប់3M។ក្រោយប្រតិកម្មចប់គេបន្ថែមសូលុយស្យុង$NaOH$ទៅក្នុងសូលុយស្យុងទទួលបានគេទទួលបានកករព៌ណស្លៃដែកIIអ៊ីដ្រុកស៊ីត។

ក. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្ម។

ខ. តើបន្ទះដែករលាយក្នុងសូលុយស្យុងH_2SO_4អស់ដែរឬទេ។

គ. គណនាមាឌឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនដែលភាយឡើងនៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា។

9. គេយក100gនៃសំលោហៈAl-Cuឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយ សូលុយស្យុងHClលើស។ ក្រោយប្រតិកម្មចប់គេទទួលបានឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនចំនួន13.44Lនៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា។

ក. សរសេរសមីការតាប្រតិកម្ម។

ខ. គណនាសមាសភាពជាម៉ាសនៃល្បាយលោហៈនេះ។

10. គេឱ្យគូប្រភេទគីមីខាងក្រោមនេះ

ក.SO_2 និងH_2SO_4 ខ.MnO_4^- និងMn^{2+} គ. Cu និងCuO ឃ. O_2និងH_2O_2 ង. H_2O និងH_2O_2។

ចូរសរសេរគូរេដុកដែលត្រូវនឹងគូសមាសធាតុនីមួយៗ។

11.កាបួរ៉ុងដុមត្រូវបានគេជ្រើសសម្រាប់ធ្វើជាឥដ្ឋដែលធននឹងកម្តៅ ក្រដាសខាត់និងថ្មសំលៀង។ឈ្មោះគីមីកាបួរ៉ុងដុមគឺស៊ីលីចូមកាបួដែលមានរូបមន្តម៉ូលេគុលSiC។គេធ្វើវានៅសីតុណ្ហភាព 2000^oC-2500^0Cតាមប្រតិកម្ម $SiO(s) + C(s) \rightarrow SiC(s) + CO(g)$

ក. ចូរថ្លឹងសមីការដោយប្រើn.o។

ខ. តើគេត្រូវប្រើSiO_2និងធ្យូងកូកCប៉ុន្មានតោនសម្រាប់ផលិតស៊ីលីចូមកាបួចំនួន10តោន

12. គេឱ្យប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដានៃគូរេដុក $E^0(Br_2/Br^-)=1.08V$, $E^o(O_2/H_2O)=1.23V$និង$E^o(H^+/H_2)=0.00V$។ គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង HBrជាមួយអេឡិចត្រូតនិចលកាបូនក្រាភីតនៅក្នុងបំពង់U។គេសង្កេតឃើញមានឧស្ម័នភាយឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។សូលុយស្យុងនៅអាណូតប្រែជាព៌ណលឿងបញ្ជាក់ថាមានកកើតឌីប្រូម។

ក.ចូរគូររូបតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ។

ខ. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងHBr។

គ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមានៃផើងវិភាគតាមទ្រឹស្តីមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

13.គេធ្វើអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត ជាមួយអេឡិចត្រូតប្រាក់។

ក. ចូរគូររូបតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ។

ខ. ចូរសរសេរសមីការតាងលំនាំអគ្គីនីវិភាគ

គ. តើតង់ស្យុងអប្បបរមានៃការធ្វើអគ្គិសនីវិភាគតាមទ្រឹស្តីមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

14. សូលុយស្យុងHClមានអំពើជាមួយលោហៈស័ង្កសី។

ក. សរសេរសមីការតាងប្រតិកម្ម សមីការអ៊ីយ៉ុងសព្វ និងសមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល។

ខ. តើមានគូរេដុកណាខ្លះចូលរួមប្រតិកម្ម។

គ. ចូររៀបរាប់ពីការធ្វើពិសោធន៍ដែលអាចឱ្យគេស្គាល់អត្តសញ្ញាណកម្មអង្គធាតុកកើត។

15.តើគេត្រូវប្រើប៉ុន្មាន ផារ៉ាដេ ដើម្បីដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគ $1mol$ $CuCl_2$ ក្លាយទៅជាទង់ដែងនិងឧស្ម័នក្លរ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមាននៅលើអេឡិចត្រូត

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

$2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

តាមសមីការគេត្រូវប្រើ $2mole^-$ ត្រូវនឹងបរិមាណអគ្គិសនី $2F$។

16.គេដំណើការអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុង$CuSO_4$ជាមួយអេឡិចត្រូតទង់ដែង ដោយឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់ $10A$ ក្នុងកំឡុងពេល $1h$ ។គណនាម៉ាសលោហៈទង់ដែងនៃអាណូតដែលបានរលាយទៅក្នុងសូលុយស្យុង។

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

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

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

តាមច្បាប់ផារ៉ាដេ

$$m_{Cu}=\frac{1}{96500}\times\frac{A}{n}\times I\times t$$
$$=\frac{1}{96500}\times\frac{64}{2}\times 10\times 3600=11.904g$$

17. គេឱ្យចរន្ត 15A ឆ្លងកាត់សូលុយស្យុង $CrCl_2$ ក្នុងកំឡុងពេល 45min ។

ក. គណនាម៉ាសក្រូមដែលបានកកនៅខាងកាតូត។

ខ. គណនាមាឌឧស្ម័នក្លរដែលបានភាយឡើងនៅអាណូតនៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា។

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

Cathode $Cr^{2+}(aq)+2e^{-}\rightarrow Cr(s)$

Anode $2Cl^{-}(aq)\rightarrow Cl_2(g)+2e^{-}$

ក. គណនាម៉ាសក្រូមដែលកកើតនៅកាតូត

តាមច្បាប់ផារ៉ាដេ

$$m_{Cr}=\frac{1}{96500}\times\frac{A}{n}\times I\times t$$
$$=\frac{1}{96500}\times\frac{52}{2}\times 15\times 45\times 60=\boxed{10.9g}$$

ខ. គណនាមាឌឧស្ម័នក្លរដែលបានភាយឡើងនៅអាណូតនៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា

តាមច្បាប់ផារ៉ាដេ

$$V_{Cl_2}=\frac{1}{96500}\times\frac{11.2}{n}\times I\times t$$
$$=\frac{1}{96500}\times\frac{11.2}{1}\times 15\times 45\times 60=4.71L$$

18. គណនាម៉ាស Hg_2Cl_2 ដែលទទួលបានពីរេដុកម្ម Hg^{2+} នៅចំពោះមុខ Cl^{-} បើគេឱ្យចរន្តឆ្លងកាត់ 5A ក្នុងកំឡុងពេល 3h ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $2Hg^{2+}(aq)+2Cl^{-}(aq)+2e^{-}\rightarrow Hg_2Cl_2(s)$

តាមច្បាប់ផារ៉ាដេ

$$m_{Hg_2Cl_2}=\frac{1}{96500}\times\frac{472.09}{2}\times 5\times 3\times 3600=132g$$

19. គេដំណើការអេគ្គិសនីវិភាគកំដៅរលាអាលុយមីនក្នុងគ្រីយ៉ូលីត។គណនារយះពេលបើគេចង់បាន $100g$ នៃអាលុយមីញ៉ូមគេដឹងថាគេដំណើរការអេគ្គិសនីវិភាគជាមួយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្តថេរ 125A ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

Cathode $Al^{3+}+3e^{-}\rightarrow Al$

Anode $2O^{2-}\rightarrow O_2+4e^{-}$

តាមច្បាប់ផារ៉ាដេ

$$m_{Al}=\frac{1}{96500}\times\frac{A}{n}\times I\times t$$

$$\Rightarrow t=\frac{m_{Al}\times 96500\times n}{A\times I}=\frac{100\times 96500\times 3}{27\times 125}=8.6\times 10^3 s=24h$$

20.គេឱ្យចរន្ត $0.20A$ ឆ្លងកាត់ $50mL$ នៃសូលុយស្យុង $NaCl$ $0.10M$ ក្នុងកំឡុងពេល $600s$ ។ គេឧបមា ថា នៅអាណូតមានកកើតឧស្ម័នក្លរតែមួយគត់ និងនៅកាតូតតទឹកបានរងរេដុកម្ម ជាឧស្ម័ន អ៊ីដ្រូសែន។ គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃអ៊ីយ៉ុងអុីដ្រុកស៊ីតដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុងទទួលបាន។

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

Cathode $2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$

Anode $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g)+2e^-$

ចំនួន mole⁻ ដែលបានឆ្លងកាត់ $=(600s)\times(0.20A)\left(\frac{1mole^-}{96500A.s}\right)=1.24\times 10^{-3}mole^-$

តាមសមីការគេបាន ចំនួនម៉ូល $OH^-=1.24\times 10^{-3}mol$

ដូចនេះ $[OH^-]=\frac{1.24\times 10^{-3}mol}{50\times 10^{-3}L}=\boxed{0.0248M}$

21.គេឱ្យសញ្ញាណសន្ទតនៃពិល $Zn(s)|Zn^{2+}(1M)||Fe^{3+}(1M),Fe^{2+}(1M)|Pt(s)$ ។ផ្អែកតាមប៉ូតង់ស្យែលស្តង់ដា ចូរសរសេរសមីការតុល្យការនៃថ្មពិលនិង គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដានៃពីល។

ដំណោះស្រាយ

ដោយ $E^o_{Zn^{2+}/Zn}=-0.76V < E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}=+0.77V$

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

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

កាតូតនៃពិល $Fe^{3+}(aq)+1e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$

សមីការតុល្យការពេលពីលដំណើរការ $2Fe^{3+}(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Zn^{2+}(aq)$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដានៃពិល $E^o_{Cell}=E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - E^o_{Zn^{2+}/Zn}=(+0.77V)-(-0.76V)=1.53V$

សមីការតុល្យការពេលពីលដំណើរការ $2Fe^{3+}(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + Zn^{2+}(aq)$

22.តើគេអាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មលោហៈប្រាក់ដោយអ៊ីយ៉ុង H^+ ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌស្តង់ដាបានដែរឬទេ?

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

អាណូតនៃពិល $Ag(s) \rightarrow Ag^+(aq) + e^-$ $E^o_{Ag^+/Ag}=+0.80V$

កាតូតនៃពិល $2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g)$ $E^o_{H^+/H_2}=0.00V$

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

កំលាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដានៃពិល $E^0=E^o_{H^+/H_2}-E^o_{Ag^+/Ag}=(0.00V)-(+0.80V)=-0.80V<0$

ដូចនេះគេមិនអាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មលោហៈប្រាក់ ដោយ H^+ បានទេ។

23. គេឱ្យកន្លះសមីការនៃពីលមួយចំនួនដូចខាងក្រោមនេះ

$Cu^{2+}(aq)+1e^- \rightarrow Cu^+(aq) \quad E^o_{Cu^{2+}/Cu^+}=+0.15V$

$2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g) \quad E^o_{H^+/H_2}=0.00V$

$CuI(s)+1e^- \rightarrow Cu(s)++I^-(aq) \quad E^o_{CuI/Cu}=-0.17V$

$Zn^{2+}(aq) + 1e^- \rightarrow Zn(s) \quad E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$

គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល $Zn|Zn^{2+}(aq)(1M)||I^-(aq)(1M),|CuI(s),Cu(s)$

ដំណោះស្រាយ

សមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ

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

កាតូតនៃពិល $CuI(s) + 1e^- \rightarrow Cu(s) + I^-(aq)$

សមីការតុល្យការពេលពីលដំណើរការ $Zn(s) + 2CuI(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Cu(s) + 2I^-(aq)$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^0 = (-0.17V) - (-0.76V) = + 0.59V$

24. គេឱ្យសមីការតុល្យការពីលដំណើរការដូចខាងក្រោមនេះ

a. $Sn(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

b. $2Cr(s) + 3H_2O(l) + 3ClO^-(aq) \rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq) + 6OH^-(aq)$

c. $H_2(g) + I_2(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + 2I^-(aq)$

ចូរសរសេរសញ្ញាណសន្ទតនៃពីលនិមួយៗ។

ដំណោះស្រាយ

a. $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+}(aq)+2e^-$ Anode

$Ag^+(aq)+1e^- \rightarrow Ag(s)$ Cathode

ដូចនេះសញ្ញាណសន្ទតនៃពិល $(-)Sn(s)|Sn^{2+}(aq)(1M)||Ag^+(aq)(1M)|Ag(s)(+)$

b. $Cr(s) \rightarrow Cr^{3+}(aq)+3e^-$ Anode

$ClO^-(aq)+H_2O(l)+2e^- \rightarrow Cl^-(aq)+2OH^-(aq)$ Cathode

ដូចនេះសញ្ញាណសន្ទតនៃពីល $(-)Cr(s)|Cr^{3+}(aq)(1M)||Cl^-(aq)(1M),ClO^-(aq)(1M),OH^-(aq)|Pt(s)(+)$

c. $H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^-$ Anode

$I_2(aq) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$ Cathode

ដូចនេះសញ្ញាណសន្ទតនៃពីល $(-)Pt(s),H_2(g)(1atm)|H^+(aq)(1M)||I^-(aq)(1M),I_2(aq)(1M)|Pt(s)(+)$

25. ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីបានជាដែករលាយក្នុងសូលុយស្យុង $Fe(NO_3)_3$ ។

ដំណោះស្រាយ

$Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq)+2e^- \quad E^o=-0,44V$ Anode

$Fe^{3+}(aq)+1e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq) \quad E^o=+0,77V$ Cathode

កំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^o_{Cell} = (+0.77V) - (-0.44V) = 1.21V > 0$

ហេតុដូចនេះហើយបានជាដែករលាយក្នុងសូលុយស្យុង $Fe(NO_3)_3$ ។

26. ចូរបង្ហាញថាល្បាយសូលុយស្យុង $Mn^{2+}1M, MnO_4^- 1M$ ក្នុងម.ដអាស៊ីតអាចបង្កើតបានជា MnO_2 ។ ចូរធ្វើសេចក្តីសន្និដ្ឋានចំពោះល្បាយសូលុយស្យុងនេះ។

ដំណោះស្រាយ

$Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \quad E^0 = +1.23V$

$MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \rightarrow MnO_2(s) + 2H_2O(l) \quad E^o = +1.70V$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^o_{Cell} = (+1.77V) - (+1.23V) = +0.47V > 0$

ដូចនេះល្បាយសូលុយស្យុងខាងលើគ្មានស្ថេរភាពក្នុងម.ដអាស៊ីត។

27. គណនាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល

$Pt(s), H_2(g)(0.5atm)|H^+(aq)(0.10M)||Mn^{2+}(aq)(1M), MnO_4^-(aq)(0.1M), H^+(aq)(0.1M)|Pt(s)$

ដំណោះស្រាយ

$5H_2(g) \rightarrow 10H^+(aq) + 10e^- \quad E^o = 0.00V$

$16H^+(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 10e^- \rightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l) \quad E^o = +1.51V$

សមីការតុល្យការ $6H^+(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 5H_2(g) \rightarrow 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l) \quad E^0_{Cell} = +1.51V$

តាមសមីការ Nernst

$$E_{Cell} = E^0_{Cell} - \frac{0.06}{10}\log\frac{[Mn^{2+}]^2 \times a(H_2O)}{[H^+]^6 \times [MnO_4^-]^2 \times p(H_2)^5}$$

$$= (+1.51) - \frac{0.06}{10}\log\frac{(1.00)^2 \times (1.00)^8}{(1.00)^6 \times (0.10)^2 \times (0.50)^5} = +1.45V$$

28. គេឱ្យសមីការតុល្យការពិលដំណើរការ $Pb(s) + Sn^{2+}(aq) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + Sn(s)$ ។ គណនាផលធៀបកំហាប់កាចុងទាំងពីរដើម្បីឱ្យកំលាំងអគ្គិសនីចលករ $E^o_{Cell} = 0$ ។

ដំណោះស្រាយ

$Pb(s) \rightarrow Pb^{2+}(aq) + 2e^- \quad E^0 = -0.13V$

$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn(s) \quad E^o = -0.14V$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល $E^o_{Cell} = (-0.14V) - (-0.13V) = -0.01V$

តាមសមីការ Nernst

$$E_{Cell} = E^o_{Cell} - \frac{0.06}{2}\log\frac{[Pb^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$0 = (-0.01) - 0.03\log\frac{[Pb^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$

$$\Rightarrow \log\frac{[Pb^{2+}]}{[Sn^{2+}]} = -\frac{0.01}{0.03} = -0.3$$

$$\Rightarrow \frac{[Pb^{2+}]}{[Sn^{2+}]} = 0.5 = \frac{1}{2}$$

29. គេមានពីលមួយរួមមានពាក់កណ្តាលពីល Sn^{4+}, Sn^{2+} (1,00M) ជាមួយពីលអ៊ីដ្រូសែនស្តង់ដា បើគេដឹងថាកំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពីលស្មើសូន្យ។

ដំណោះស្រាយ

$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}(aq) \quad E^0 = 0.13V$

$H_2(g) \rightarrow 2H^+(aq) + 2e^- \quad E^0 = 0.00V$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល $E^o_{Cell} = (+0.13V) - (0.00V) = +0.13V$

តាមសមីការ Nernst

$$E_{Cell} = E^o_{Cell} - \frac{0.06}{2}\lg\frac{[H^+]^2 \times [Sn^{2+}]}{[Sn^{4+}] \times p(H_2)}$$

$$0 = (0.13) - 0.0296\lg\frac{1}{[Sn^{4+}]}$$

$$\Rightarrow [Sn^{4+}] = 5\times10^{-5}M$$

ជំពូកទី៣

មេរៀនទី ១

ប្រតិកម្មលឿន យឺត និងយឺតបំផុត

សិក្សាគុណនាពនៃប្រតិកម្មគីមី

1. ប្រតិកម្មលឿន

1.1. និយមន័យ៖ប្រតកិម្មគីមីជាច្រើនប្រព្រឹត្តទៅភ្លាមៗ គឺគ្រាន់តែអង្គធាតុប្រតិករបានប៉ះគ្នា យើងហៅថា ប្រតិកម្មនេះថា "ប្រតិកម្មលឿន"។

1.2. ពិសោធន៍៖ បើគេបន្ថែមពីរឬបីតំនក់នៃសូលុយស្យុងសូដ្យូមក្លរួ $(Na^+ + Cl^-)$ ទៅក្នុងបំពង់សាកមួយ ដែលមាន សូលុយស្យុងប្រាក់នីត្រាត $(Ag^+ + NO_3^-)$ គេសង្កេតឃើញលេចឡើងភ្លាមៗកករពណ៌សប្រាក់ក្លរួ AgCl ដែលបានមកពីការបន្សំនៃអ៊ីយ៉ុង Ag^+ និង Cl^- ។

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

សមីការអ៊ីយ៉ុងសព្វ $(Na^+ + Cl^-)(aq) + (Ag^+ + NO_3^-)(aq) \longrightarrow (Na^+ + NO_3^-)(aq) + AgCl(s)$

សមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$

1.3. ពិសោធន៍៖ គេបន្ថែមពីរតំនក់នៃសូលុយស្យុង$BaCl_2$ទៅក្នុងសូលុយស្យុង $\mathbf{H_2SO_4}$គេសង្កេតឃើញកករពណ៌ស $BaSO_4$ កើតឡើងភ្លាមៗ។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មលឿន។

សមីការតាងប្រតិកម្ម $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2HCl(aq)$

សមីការអ៊ីយ៉ុងសព្វ

$(Ba^{2+} + 2Cl^-)(aq) + (2H^+ + SO_4^{2-})(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + (2H^+ + 2Cl^-)(aq)$

សមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល $Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$

1.4. ពិសោធន៍៖ គេបន្តក់**2-3**កំនក់នៃផេណុលផ្តាលេអ៊ីនទៅក្នុងក្នុងសូលុយស្យុង NaOH អង្គធាតុចង្អុលពណ៌នេះ បានប្រែព័ណស្វាយក្រហមយ៉ាងរហ័ស។ ប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មលឿន។

2. ប្រតិកម្មយឺត

2.1. និយមន័យ៖ ប្រតិកម្មគីមីមួយចំនួនមិនប្រព្រឹត្តទៅភ្លាមៗទេ គឺវាប្រប្រព្រឹត្តទៅរាប់នាទី ឬរាប់ម៉ោង។ ប្រតិកម្មនេះគេហៅថាប្រតិកម្មយឺត។

2.2. ពិសោធន៍៖ ប្រតិកម្មអេស្ទែកម្ម $R\text{-}COOH + HO\text{-}R' \rightleftarrows R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O$

2.3. ពិសោធន៍៖ ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែ $R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O \rightleftarrows R\text{-}COOH + R'\text{-}OH$

2.4. ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មសំខាន់ៗមួយចំនួន

2.4.1. ពិសោធន៍៖គេយក 50mLនៃសូលុយស្យុង $(K^+ + I^-)$ $5\times10^{-2}M$ ទៅលាយជាមួយ50mL នៃសូលុយស្យុង $(2K^+ + S_2O_8^{2-})$ នៅកំហាប់ $2.5\times10^{-2}M$ ។ គេសង្កេតឃើញមានលេចចេញពណ៌លឿងខ្ចី$\rightarrow$ លឿងចាស់$\rightarrow$ លឿងទុំ $\rightarrow$ ក្រហមត្នោតកើតឡើងយឺតៗ។ប្រតិកម្មនេះកើតឡើងរវាង I^- ជាមួយ $S_2O_8^{2-}$ ជាប្រតិកម្មយឺត ។

សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្ម $2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$

2.4.2. ពិសោធន៍៖យើងបន្តក់5តំនក់នៃ H_2SO_4 ខាប់ ទៅក្នុង **50ml** នៃសូលុយស្យុង$H_2C_2O_4$ $4\times10^{-2}M$ និងបន្ទាប់មកថែម5mLនៃ $(K^+ + MnO_4^-)$ $5\times10^{-3}M$ ។ ប៉ុន្មាននាទីក្រោយមកគេសង្កេតឃើញសូលុយស្យុងពណ៌ស្វាយចាប់ផ្ដើមប្រែពណ៌ជាព៌ណលឿង$\rightarrow$ គ្មានព៌ណ ។ ប្រតិកម្មនេះកើតឡើងរវាង MnO_4^- ជាមួយ $H_2C_2O_4$ ជាប្រតិកម្មយឺត។

សមីការតាងប្រតិកម្ម

$$2MnO_4^-(aq)+6H^+(aq)+5H_2C_2O_4(aq) \rightarrow 2Mn^+(aq)+1)CO_2(g)+8H_2O(l)$$

3. ប្រតិកម្មយឺតបំផុត

3.1. និយមន័យ៖ មានប្រតិកម្មមួយចំនួននៅលក្ខខ័ណ្ឌប្រក្រតីនៃសីតុណ្ហភាពនិងសំពាធមិនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានពេលដែលអង្គធាតុប្រតិករប៉ះគ្នា។យើងហៅប្រតិកម្មនេះថាប្រតិកម្មយឺតបំផុត។

3.2. ពិសោធន៍៖ ប្រតិកម្មបំបែកទឹកអុកស៊ីសែន $2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$ ជាប្រតិកម្មយឺតបំផុត ។

មេរៀនទី២

ល្បឿននៃប្រតិកម្ម

1. តើស៊ីនេទិចគីមីសិក្សាអំពីអ្វី?

ស៊ីនេទិចគីមី គឺជាផ្នែកមួយនៃគីមីរូប ដែលសិក្សាអំពីល្បឿននៃប្រតិកម្មគីមី និងកត្តាទាំងឡាយណាដែលធ្វើឱ្យល្បឿនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួល។

ពាក្យថា "ស៊ីនេទិច" មានន័យថាល្បឿន។ យើងបានឱ្យនិយមន័យថាមពលស៊ីនេទិចថាជាថាមពលដែលធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធមួយមានបម្លាស់ទី។

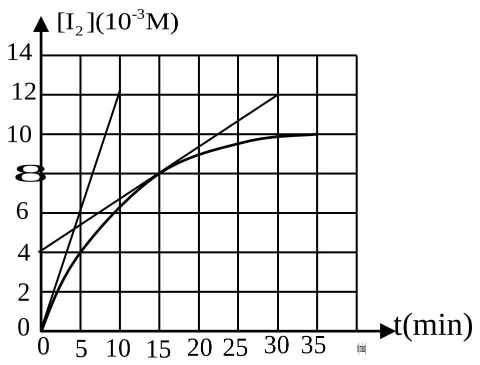
ពាក្យថា "ស៊ីនេទិចគីមី" គឺសំដៅទៅលើ**ល្បឿននៃប្រតិកម្មគីមី**(បម្រែបម្រួលបរិមាណនៃអង្គធាតុប្រតិករ ឬអង្គធាតុកកើតត្រូវនឹងមួយខ្នាតពេល (M/s))។

2. ល្បឿនកំណអង្គធាតុ P និងល្បឿនបំបាត់អង្គធាតុ R

2.1. គេមានគូរេដុក I_2/I^- មាន $E^o=0.54V$ និង $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ មាន $E^o=2.01V$

ក.ចូរសរសេរសមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរ។

ខ.គេតាមដាន $[I_2]=f(t)$ គេទទួលបានខ្សែកោងក្បែរនេះ។



ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល t_1 និង t_2 ។

គ. ចូរគណនាល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល t_1=5min និង t_2=35min ។

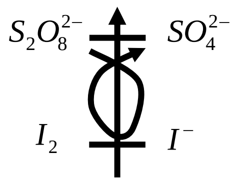
ឃ. ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t ។

ង. គណនាល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t=0 និងនៅខណៈ t=15min ។

ដំណោះស្រាយ

ក. សមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរ

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក



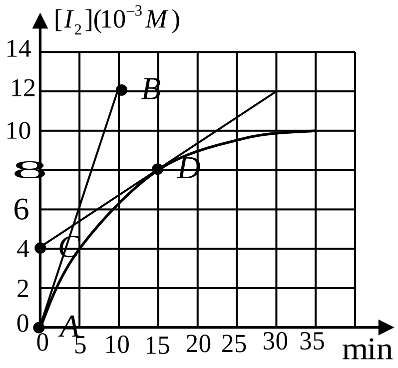
$$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$$
$$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^- \quad +$$
$$S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$$ សមីការតុល្យការ

ខ. **និយមន័យ៖** ល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល t_1 និង t_2 គឺជាផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលកំហាប់អ៊ីយ៉ូដជាមួយបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល t_1 និង t_2 $\boxed{V_m(I_2)_{t_1,t_2} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = \frac{[I_2]_2 - [I_2]_1}{t_2 - t_1}}$

គ.គណនាល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល t_1=5min និង t_2=35min ។

តាមក្រាហ្វ



t_1=5min ត្រូវនឹង $[I_2]_1$=4×10^{-3}M

t_2=35min ត្រូវនឹង $[I_2]_2$=10×10^{-3}M

ដូចនេះ $V_m(I_2)_{t_1,t_2} = \frac{(10-4)10^{-3}M}{(35-5)min} = \boxed{0.2\times10^{-3}M/min}$

ឃ.និយមន័យ: ល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះទៅនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t ដែលគេសួររក។

រូបមន្តល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t $\boxed{V(I_2)_t = tg\alpha = \frac{[I_2]_2 - [I_2]_1}{t_2 - t_1}}$

ង. គណនាល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t=0

ដៅពីរចំនុច A និង B នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈt=0

ចំនុច A ត្រូវនឹង t_1=0 ត្រូវនឹង $[I_2]_1 = 0$

ចំនុច B ត្រូវនឹង t_2=10min ត្រូវនឹង $[I_2]_2=12\times10^{-3}M$

ដូចនេះ $V(I_2)_{t=0}=\dfrac{[I_2]_2-[I_2]_1}{t_2-t_1}=\dfrac{(12-0)10^{-3}M}{(10-0)min}=\boxed{1.2\times10^{-3}M/min}$

គណនាល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t=15min

ដៅពីរចំនុច C និង D នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈt=15min

ចំនុច C ត្រូវនឹង t_1=0ត្រូវនឹង $[I_2]_1=4\times10^{-3}M$

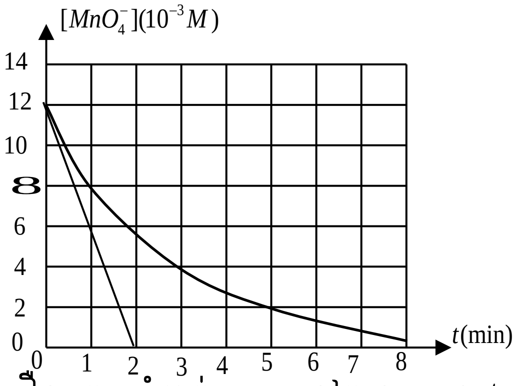
ចំនុច D ត្រូវនឹងt_2=15min ត្រូវនឹង $[I_2]_2=8\times10^{-3}M$

ដូចនេះ $V(I_2)_{t=15min}=\dfrac{[I_2]_2-[I_2]_1}{t_2-t_1}=\dfrac{(8-4)10^{-3}M}{(15-0)min}=\boxed{0.26\times10^{-3}M/min}$

1.2 គេមានគូរេដុក MnO_4^-/Mn^{2+} មាន $E°=1.51V$ និង $CO_2/H_2C_2O_4$ មាន $E°=-0.49V$

ក. ចូរសរសេរសមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរ។

គេតាមដាន $[MnO_4^-]=f(t)$ គេទទួលបានខ្សែកោងដូចខាងក្រោមនេះ



ខ.ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- នៅចន្លោះពេល $t_1\rightarrow t_2$ ។

គ.គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- នៅចន្លោះពេល $t_1=0\rightarrow t_2=5min$ ។

ឃ. ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈ t ។

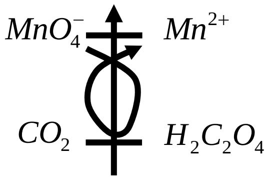
ង.គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈ t=0 ។

ច.គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈ t=4min ។

ដំណោះស្រាយ

ក)សរសេរសមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរ

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក



សមីការតុល្យការ

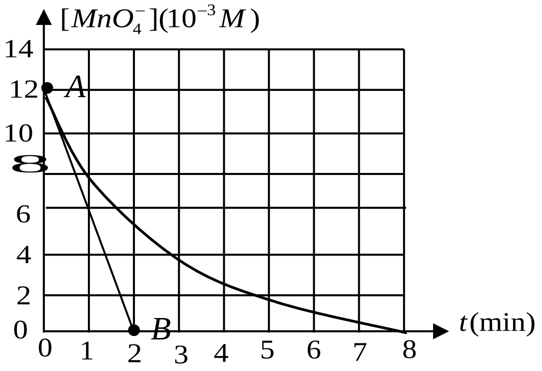
$$\begin{array}{r|l} MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O & \times 2 \\ H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- & + \\ & \times 5 \end{array}$$

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2CO_4 \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

ខ.**និយមន័យ៖** ល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- នៅចន្លោះពេល $t_1 \rightarrow t_2$ ស្មើនឹងផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលកំហាប់ MnO_4^- ជាមួយបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- នៅចន្លោះពេល $t_1 \rightarrow t_2$

$$V_m(MnO_4^-)_{t_1;t_2} = -\frac{\Delta[MnO_4^-]}{\Delta t} = -\frac{[MnO_4^-]_2 - [MnO_4^-]_1}{t_2 - t_1}$$



គ. គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^-

នៅចន្លោះពេល $t_1 = 0 \rightarrow t_2 = 5\,\text{min}$

តាមក្រាហ្វ

$t_1 = 0$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_1 = 12\times10^{-3}M$

$t_1 = 5min$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_2 = 2\times10^{-3}M$

ដូចនេះ $V_m(MnO_4^-)_{t_1;t_2} = -\frac{(1.5-12)10^{-3}M}{(5-0)min} = \boxed{2.1\times10^{-3}M/min}$

ឃ.**និយមន័យ៖** ល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈ t គឺជា**ទំហំផ្ទុយមេគុណប្រាប់ទិស**នៃបន្ទាត់ប៉ះ នឹងខ្សែកោងនៅត្រង់ខណៈt ដែលគេសួររក។

រូបមន្តល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈt $\boxed{V(MnO_4^-)_t = -tg\alpha = -\frac{[MnO_4^-]_2 - [MnO_4^-]_1}{t_2 - t_1}}$

ង)គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់ MnO_4^- នៅខណៈt=0

ដៅពីរចំនុច A និង B នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t=0

ចំនុច A ត្រូវនឹង $t_1 = 0$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_1 = 12\times10^{-3}M$

ចំនុច B ត្រូវនឹង $t_2 = 2min$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_2 = 0$

ដូចនេះ $V(MnO_4^-)_{t=0} = -\frac{[MnO_4^-]_2 - [MnO_4^-]_1}{t_2 - t_1} = -\frac{(0-12)10^{-3}M}{(2-0)min} = \boxed{6\times10^{-3}M/min}$

1.3. ទំនាក់ទំនងល្បឿនតាមសមីការតុល្យការ

ឧទាហរណ៍៖ គេឱ្យសមីការតុល្យការ $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$ ។

នៅខណៈt មួយកំណត់ល្បឿនខណៈបំបែក N_2O_5 គឺ $V(N_2O_5)_t = 1\times10^{-4} M.s^{-1}$ ។

គណនាល្បឿនខណៈកំណ NO_2 និង O_2 នៅខណៈt ដូចគ្នា។

ដំណោះស្រាយ

គណនាល្បឿនខណៈកំណ NO_2 និង O_2 នៅខណៈt ដូចគ្នា។

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រចំនួនម៉ូល

$$\frac{\Delta n_{NO_2}}{4} = \frac{\Delta n_{O_2}}{1} = -\frac{\Delta n_{N_2O_5}}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta n_{NO_2}}{4V} = \frac{\Delta n_{O_2}}{1V} = -\frac{\Delta n_{N_2O_5}}{2V}$$

$$\Leftrightarrow -\frac{\Delta[NO_2]}{4} = \frac{\Delta[O_2]}{1} = -\frac{\Delta[N_2O_5]}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta[NO_2]}{4\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{1\Delta t} = -\frac{\Delta[N_2O_5]}{2\Delta t}$$

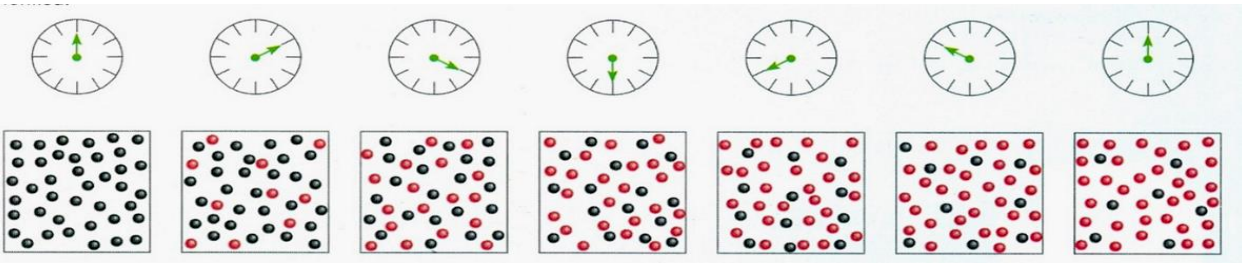
$$\Leftrightarrow \lim_{\Delta t \to 0}\frac{\Delta[NO_2]}{4\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0}\frac{\Delta[O_2]}{1\Delta t} = -\lim_{\Delta t \to 0}\frac{\Delta[N_2O_5]}{2\Delta t}$$

$$\Leftrightarrow \frac{V(NO_2)_t}{4} = \frac{V(O_2)_t}{1} = \frac{V(N_2O_5)_t}{2}$$

ដូចនេះ $V(NO_2)_t = 2V(N_2O_5)_t = \boxed{2\times10^{-4} M/s}$

$$V(O_2)_t = \frac{1}{2}V(N_2O_5)_t = \boxed{0.5\times10^{-4} M/s}$$

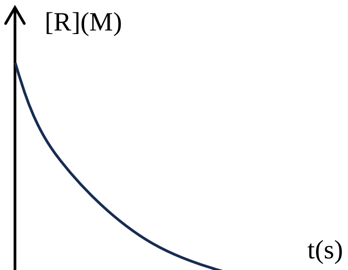
ករណីទូទៅ

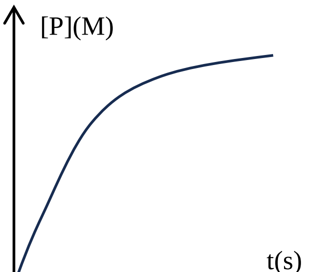


រូបទី១ បង្ហាញពីការវិវឌ្ឍនៃប្រតិកម្មសាមញ្ញមួយដែលក្នុងនោះម៉ូលេគុលR ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរ ទៅជាម៉ូលេគុល P

រូបទី១ ៖ វិវឌ្ឍន៍នៃប្រតិកម្ម $R \rightarrow P$ ក្នុងអំឡុងពេល 10 s ម្តងរហូតដល់ 60 s។ ដំបូងមាន តែម៉ូលេគុលR ទេ ដែលមានវត្តមាន (ចំណុចពណ៌ខ្មៅ) នៅពេលដែលពេលវេលាចាប់ផ្តើមដើរនោះ ម៉ូលេគុល P(ចំណុចពណ៌ក្រហម) ចាប់ផ្តើមកើត ។

សមីការទូទៅ $R \rightarrow P$ ការថយចុះនៃចំនួនម៉ូលេគុល R ហើយនិងការកើនឡើងនៃម៉ូលេគុល P ជាអនុគមន៍នឹងពេល ត្រូវបានបង្ហាញនៅរូបទី២។ ជាទូទៅដើម្បីមានលក្ខណៈងាយស្រួលយើងអាចតាងល្បឿនប្រតិកម្មតាមបំរែបំរួលនៃកំហាប់ជាអនុគមន៍ទៅនឹងពេល ។





និយមន័យ៖ ល្បឿនមធ្យមបំបាត់អង្គធាតុប្រតិករRនៅចន្លោះពេល $t_1 \to t_2$ គឺជាផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករR ជាមួយបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្ត $V_m(R)_{t_1,t_2} = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} = -\frac{[R]_2 - [R]_2}{t_2 - t_1}$

តម្លៃល្បឿនមធ្យមបំបាត់អង្គធាតុRមានតំលៃអវិជ្ជមានដោយសារ $\Delta[R]<0$ ដូចនេះហើយបានជាគេត្រូវដាក់សញ្ញាដកនៅដើម្បីឱ្យវាមានតំលៃវិជ្ជមាន។ ផ្ទុយមកវិញល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុP មិនចាំបាច់ដាក់សញ្ញាល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុប្រតិករP នៅចន្លោះពេល $t_1 \to t_2$

តម្លៃល្បឿនមធ្យមបំបាត់អង្គធាតុRមានតំលៃអវិជ្ជមានដោយសារ $\Delta[R]<0$ ដូចនេះហើយបានជាគេត្រូវដាក់សញ្ញាដកនៅដើម្បីឱ្យវាមានតំលៃវិជ្ជមាន។ ផ្ទុយមកវិញល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុP មិនចាំបាច់ដាក់សញ្ញាដកទេព្រោះ។

សំនួរ និងលំហាត់

1.គេមានប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ឬគេមានប្រតិកម្មរេដុក (Red + Ox)

$ClO^-(aq)+2H^+(aq)+2I^-(aq) \to I_2(aq)+Cl^-(aq)+H_2O(l)$

ក.តើប្រភេទគីមីណាខ្លះជាអង្គធាតុប្រតិករ និងអង្គធាតុណាខ្លះជាអង្គធាតុកកើត។

ខ.ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល $t_1 \to t_2$ ។

គ.ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t និងល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ t។

ឃ.តើល្បឿនទាំងពីរនេះស្មើគ្នាដែរឬទេ ?ចូរសរសេរទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿនទាំងពីរ។

ដំណោះស្រាយ

ក.ប្រភេទគីមីដែលជាអង្គធាតុប្រតិកររួមមាន៖ ClO^-,H^+ និង I^-

ប្រភេទគីមីដែលជាអង្គធាតុអង្គធាតុកកើតរួមមាន៖ I_2,Cl^- និង H_2O

ខ.**និយមន័យ៖** ល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល $t_1 \to t_2$ ស្មើនឹងផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលកំហាប់អ៊ីយ៉ូដ ជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណ I_2 នៅចន្លោះពេល $t_1 \rightarrow t_2$ $V_m(I_2)_{t_1;t_2} = \frac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = \frac{[I_2]_2-[I_2]_1}{t_2-t_1}$

គ.**និយមន័យ:** ល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះទៅនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t ដែលគេសួររក។

រូបមន្តល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ t $V(I_2)_t = tg\alpha = \frac{[I_2]_2-[I_2]_1}{t_2-t_1}$

និយមន័យ: ល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ t គឺជាទំហំផ្ទុយមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះទៅនឹង ខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t ដែលគេសួររក។

រូបមន្តល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ t $V(I^-)_t = -tg\alpha = -\frac{[I^-]_2-[I^-]_1}{t_2-t_1}$

ឃ.ល្បឿនទាំងពីរនេះមិនស្មើគ្នាដែរឬទេ។

សរសេរទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿនទាំងពីរ

តាមសមីការតុល្យការគេបាន $-\frac{\Delta n_{I^-}}{2} = \frac{\Delta n_{I_2}}{1} \Leftrightarrow \frac{V(I^-)_t}{2} = \frac{V(I_2)_t}{1}$

ដូចនេះទំនាក់ទំនងរវាងល្បឿនទាំងពីរ $V(I^-)_t = 2V(I_2)_t$

2.ថ្មកំបោរមានអំពើជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចតាមសមីការតុល្យការ

$$CaCO_3(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

គេតាមដានការវិវត្ត $[Ca^{2+}] = f(t)$ គេទទួលបានលទ្ធផលដូចតារាងខាងក្រោមនេះ

t(min)	0	15	30
$[Ca^{2+}]$ $(10^{-3}M)$	0	1.8	3.3

ក.គណនាល្បឿនមធ្យមកំណ Ca^{2+} នៅចន្លោះពេល $t_1=15min \rightarrow t_2=30min$ ។

ខ.ទាញរកល្បឿនមធ្យមបំបាត់ H^+ នៅចន្លោះពេលដូចគ្នា។

ដំណោះស្រាយ

ក.គណនាល្បឿនមធ្យមកំណ Ca^{2+} នៅចន្លោះពេល $t_1=15min \rightarrow t_2=30min$

តាមតារាងខាងលើ

$t_1 = 15min$ ត្រូវនឹង $[Ca^{2+}]_1 = 1.8\times10^{-3}M$

$t_2 = 30min$ ត្រូវនឹង $[Ca^{2+}]_2 = 3.3\times10^{-3}M$

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណ Ca^{2+} $V_m(Ca^{2+})_{t_1;t_2} = \frac{[Ca^{2+}]_2-[Ca^{2+}]_2}{t_2-t_1}$

ដូចនេះ $V_m(Ca^{2+})_{t_1;t_2} = \frac{(3.3\text{-}1.8)10^{-3}M}{(30\text{-}15)min} = \boxed{0.10\times10^{-3}M/min}$

ខ.ទាញរកល្បឿនមធ្យមបំបាត់ H^+ នៅចន្លោះពេលដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រ

$$\frac{n_{H^+}}{2} = \frac{n_{Ca^{2+}}}{1} \Leftrightarrow \frac{V_m(H^+)_{t_1;t_2}}{2} = \frac{V_m(Ca^{2+})_{t_1;t_2}}{1}$$

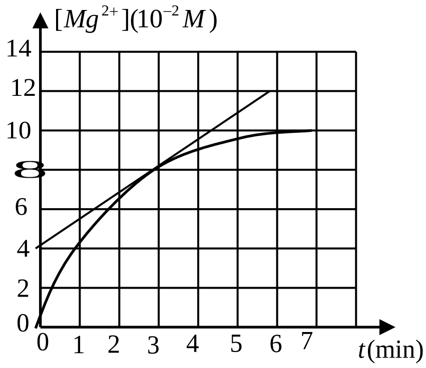
ដូចនេះ $V_m(H^+)_{t_1;t_2} = 2V_m(Ca^{2+})_{t_1;t_2} = \boxed{0.176\times10^{-3}M/min}$

3.ម៉ាញេស្យូមមានអំពើជាមួយអាស៊ីតក្លរីឌ្រិចតាមសមីការតុល្យការ

$$Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$$

គេតាមដានការវិវត្ត $[Mg^{2+}]=f(t)$

គេទទួលបានខ្សែកោងក្បែរនេះ



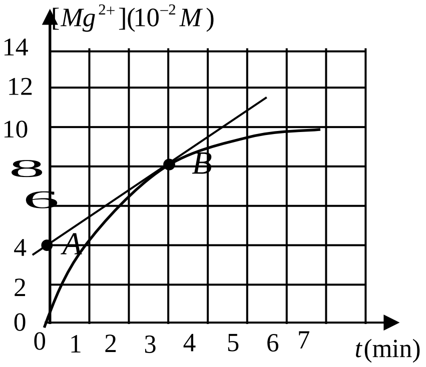
ក. គណនាល្បឿនមធ្យមកំណ Mg^{2+} នៅចន្លោះពេល t_1=3min → t_2=7min ។

ខ. ល្បឿនខណៈកំណ Mg^{2+} នៅខណៈ t =3min ។

ដំណោះស្រាយ

ក.គណនាល្បឿនមធ្យមកំណ Mg^{2+} នៅចន្លោះពេល t_1=3min → t_2=7min

រូបមន្តល្បឿនមធ្យម $V_m(Mg^{2+})_{t_1;t_2} = \frac{[Mg^{2+}]_2\text{-}[Mg^{2+}]_1}{t_2\text{-}t_1}$



តាមក្រាហ្វ

t_1=3minត្រូវនឹង $[Mg^{2+}]_1=8\times10^{-2}M$

t_2=7minត្រូវនឹង $[Mg^{2+}]_2=10\times10^{-2}M$

ដូចនេះ $V_m(Mg^{2+})_{t_1;t_2} = \frac{(10\text{-}8)10^{-2}M}{(7\text{-}3)min} = \boxed{5\times10^{-3}M/min}$

ខ. ល្បឿនខណៈកំណMg^{2+}នៅខណៈ t=3min

ដៅពីរចំនុច A និងB នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈt=3min

ចំនុចA ត្រូវនឹងt_1=0 និង $[Mg^{2+}]_1=4\times10^{-2}M$

ចំនុចB ត្រូវនឹង t_2=3min និង $[Mg^{2+}]_2=8\times10^{-2}M$

រូបមន្តល្បឿនខណៈ $V(Mg^{2+})_{t=3min} = \frac{[Mg^{2+}]_2\text{-}[Mg^{2+}]_1}{t_2\text{-}t_1}$

ដូចនេះល្បឿនខណៈ $V(Mg^{2+})_{t=3min} = \frac{(8-4)10^{-3}M}{(3-0)min} = \boxed{1.33\times10^{-3}M/min}$

4. ចំហេះសព្វនៃឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ដោយឌីអុកស៊ីសែនគេទទួលបានឧស្ម័នអាសូត និងចំហាយទឹក។ នៅចន្លោះពេលមួយកំណត់ល្បឿនមធ្យមកំណាឧស្ម័នឌីអាសូតគឺ$0.27M.s^{-1}$ ។

ក. សរសេរសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មចំហេះសព្វអាម៉ូញាក់នេះ។

ខ. គណនាល្បឿនមធ្យមកំណាទឹកនៅចន្លោះពេលដូចគ្នា។

គ. គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់អាម៉ូញាក់នៅចន្លោះពេលដូចគ្នា។

ដំណោះស្រាយ

ក. សរសេរសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មចំហេះសព្វអាម៉ូញាក់

$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(g)$.

ខ.គណនាល្បឿនមធ្យមកំណាទឹកនៅចន្លោះពេលដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រ

$$\frac{n_{N_2}}{2} = \frac{n_{H_2O}}{6} \Leftrightarrow \frac{V_m(N_2)_{t_1;t_2}}{2} = \frac{V_m(H_2O)_{t_1;t_2}}{6}$$

ដូចនេះ $V_m(H_2O)_{t_1;t_2} = 3V_m(N_2)_{t_1;t_2} = 3\times0.27 = \boxed{0.81M/s}$

គ)គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់អាម៉ូញាក់នៅចន្លោះពេលដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រ $\frac{n_{N_2}}{2} = \frac{n_{NH_3}}{4} \Leftrightarrow \frac{V_m(N_2)_{t_1;t_2}}{2} = \frac{V_m(NH_3)_{t_1;t_2}}{4}$

ដូចនេះ $V_m(NH_3)_{t_1;t_2} = 2V_m(N_2)_{t_1;t_2} = 2\times0.27 = \boxed{0.54M/s}$

5.ក. សរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មរវាងសង្ក័សី(Zn)ជាមួយសូលុយស្យុងHCl។

ខ.គេតាមដានការវិវត្ត $V(H_2) = f(t)$ គេទទួលបានលទ្ធផលដូចតារាងខាងក្រោមនេះ

t (min)	0	1	2	3	4	5
$V(H_2)$(mL)	0	6.0	10.0	12.0	13.5	14.0

ចូរគូរខ្សែកោងតាង $V(H_2) = f(t)$ ដោយយកមាត្រដ្ឋាន 1cmត្រូវនឹង1min និង1cmត្រូវនឹង2mL។

គ. គណនាល្បឿនខណៈនៃកំណា H_2នៅខណៈ t=2min គិតជាmL/min។

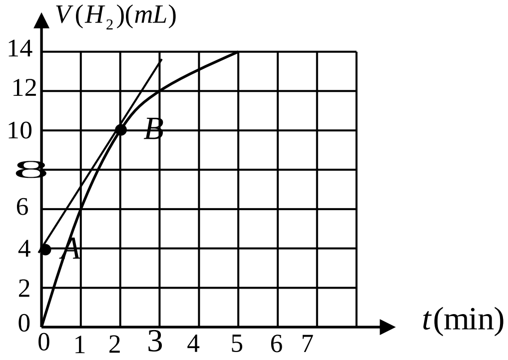
ឃ. គណនាល្បឿនមធ្យមនៃកំណា H_2នៅចន្លោះពេល t_1=0 ទៅ t_2=1minគិតជាmL/min។

ដំណោះស្រាយ

ក.សរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មរវាងZnជាមួយសូលុយស្យុងHCl

$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$.

ខ. ចូរគូរខ្សែកោង $V(H_2)=f(t)$



គ. គណនាល្បឿនខណៈនៃកំណH_2 នៅខណៈ t=2min គិតជា mL/min

ដោពីរចំនុច A និងB នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ ខណៈ t=2min

នៅលើបន្ទាត់ប៉ះចំនុចA ត្រូវនឹង $t_1=0$ និង$V_1=4mL$

ចំនុចB ត្រូវនឹង $t_2=2min$ និង$V_2=10mL$

រូបមន្តល្បឿនខណៈ $V(H_2)_{t=2min} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$

ដូចនេះ $V(H_2)_{t=2min} = \frac{(10\text{-}4)mL}{(2\text{-}0)min} = \boxed{3mL/min}$

ឃ)គណនាល្បឿនមធ្យមនៃកំណH_2 នៅចន្លោះពេល $t_1=0$ ទៅ$t_2=1min$

តាមតារាងលទ្ធផល $t_1=0$ ត្រូវនឹង$V_1=0$ និង$t_2=1min$ត្រូវនឹង$V_2=6mL$

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណH_2 $V_m(H_2)_{t_1;t_2} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$

ដូចនេះរូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណH_2 $V_m(H_2)_{t_1;t_2} = \frac{(6\text{-}0)mL}{(1\text{-}0)min} = \boxed{6mL/min}$

6. គេឱ្យសមីការបំបែកទឹកអុកស៊ីសែន $2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$

គេតាមដាន $V(O_2)=f(t)$ គេទទួលបានលទ្ធផលដូចតារាងខាងក្រោមនេះ

t(s)	0	30	60	90	120	150	180	210	240
$V(O_2)(mL)$	0	24	42	49	54	55	57	57	57

ក. កំណត់ពេលចប់នៃប្រតិកម្ម។

ខ. គណនាល្បឿនមធ្យមកំណអុកស៊ីសែននៅចន្លោះពេល $t_1=0$ ទៅ $t_2=180s$ គិតជា mL/s ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាពេលចប់នៃប្រតិកម្ម

តាមតារាង ពេលចប់ប្រតិកម្ម $t=180s$ ព្រោះចាប់ពីពេលនេះតទៅគឺ មាឌ $V(O_2)=57mL=$ ថេរ

ខ. គណនាល្បឿនមធ្យមកំណអុកស៊ីសែននៅចន្លោះពេល$t_1=0$ ទៅ$t_2=180s$ គិតជា mL/s

តាមតារាងលទ្ធផល$t_1=0$ ត្រូវនឹង $V_1=0$និង $t_2=180$ s ត្រូវនឹង $V_2=57mL$

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណH_2 $V_m(O_2)_{t_1;t_2}=\frac{V_2-V_1}{t_2-t_1}$

ដូចនេះ៖ $V_m(O_2)_{t_1;t_2}=\frac{(57-0)mL}{(180-0)s}=\boxed{0.31mL/s}$

មេរៀនទី៣ **កត្តាស៊ីនេទិចនៃប្រតិកម្មគីមី**

1.**ដូចម្តេចដែលហៅថាកត្តាស៊ីនេទិចនៃប្រតិកម្មគីមី?**

និយមន័យ៖ កត្តាស៊ីនេទិចនៃប្រតិកម្មគីមី គឺជាឥទ្ធិពលទាំងឡាយណាដែលធ្វើឱ្យល្បឿននៃប្រតិកម្មប្រែប្រួល(ល្បឿនប្រតិកម្មកើនឡើង ឬថយចុះ)។

2. **តើកត្តាស៊ីនេទិចនៃប្រតិកម្មគីមីមានអ្វីខ្លះ?**

កត្តាស៊ីនេទិចរួមមានប្រាំ៖

១.កត្តាទំហំភាគល្អិតនៃអង្គធាតុប្រតិករជាអង្គធាតុរឹង

២.កត្តាកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ$[R]_o$

៣.កត្តាសីតុណ្ហភាព

៤.កត្តាសម្ពាធ

៥.កត្តាកាតាលីករ

3.**កត្តាទំហំភាគល្អិតនៃអង្គធាតុប្រតិករជាអង្គធាតុរឹង**

3.1. យើងសិក្សាកត្តាទំហំភាគល្អិតនៃថ្មកំបោរ $(CaCO_3)$ ជាមួយសូលុយស្យុងHCl

សមីការតាងប្រតិកម្ម $CaCO_3(s)+2HCl(aq)\rightarrow CaCl_2(aq)+H_2O(l)+CO_2(g)$

ពិសោធន៍

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី១	ពិសោធន៍ទី២

សូលុយស្យុង HCl 1M	50mL	50mL
កាល់ស្យូមកាបូណាត 2g	ម្សៅ	ដុំ
កំឡុងពេលចប់ប្រតិកម្ម Δt	2min	25min
ល្បឿនមធ្យមបំបាត់ $CaCO_3$	1g/min	0.08g/min

3.2. ការពន្យល់ពិសោធន៍ទី១

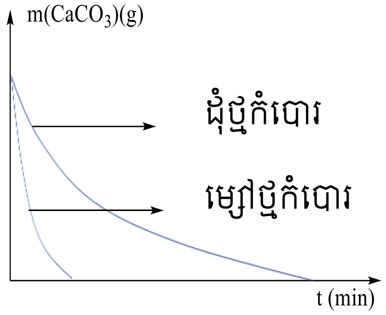
នៅខណៈ $t_1=0$ ត្រូវនឹង $m_1=2g$ និងនៅខណៈ $t_2=2min$ ត្រូវនឹង $m_2=0$

ដូចនេះ $V_m(CaCO_3)_{t_1,t_2} = -\frac{m_2-m_1}{t_2-t_1} = -\frac{(0-2)g}{(2-0)min} = \boxed{1g/min}$

3.3. ការពន្យល់ពិសោធន៍ទី២

នៅខណៈ $t_1=0$ ត្រូវនឹង $m_1=2g$ និងនៅខណៈ $t_2=25min$ ត្រូវនឹង $m_2=0$

ដូចនេះ $V_m(CaCO_3)_{t_1,t_2} = -\frac{m_2-m_1}{t_2-t_1} = -\frac{(0-2)g}{(25-0)min} = \boxed{0.08g/min}$



3.4. សន្និដ្ឋាន

-ល្បឿនបំបាត់ $CaCO_3$ របស់ពិសោធន៍ទី១លឿនជាងដោយសារម្សៅ $CaCO_3$ មានផ្ទៃប៉ះធំ នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធច្រើន។

-ល្បឿនបំបាត់ $CaCO_3$ របស់ពិសោធន៍ទី២យឺតជាងដោយសារដុំ $CaCO_3$ មានផ្ទៃប៉ះតូច នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធតិច។

4. កត្តាកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ $[R]_o = \frac{C_i \times V_i}{V_o}$

4.1. យើងសិក្សាសមីការអុកស៊ីតកម្មអ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដួ I^- ដោយអ៊ីយ៉ុងពែអុកសូឌីស៊ុលផាត $S_2O_8^{2-}$

សមីការតាងប្រតិកម្ម $2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$

តាមដានពណ៌អ៊ីយ៉ូដ ដែលកកើតមាន ពណ៌លឿងខ្ចី$\rightarrow$ លឿងចាស់$\rightarrow$ លឿងទុំ$\rightarrow$ ក្រហមត្នោត

4.2. កត្តាកំហាប់ $[I^-]_o$ នៅខណៈ t=0

4.2.1. **ពិសោធន៍**

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី១	ពិសោធន៍ទី២
សូលុយស្យុង I^- 0.06M ដើម	25mL	10mL
ទឹកសុទ្ធ	0	15mL
សូលុយស្យុង $S_2O_8^{2-}$ 0.03M ដើម	25mL	25mL
នៅខណៈ t=0 $[I^-]_o = C_o = \frac{C_i \times V_i}{V_o}$	0.030M	0.012M
កំឡុងពេល5mim ក្រោយមក	លឿងទុំ	លឿងខ្ចី
សន្និដ្ឋាន ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដ	លឿនជាង	យឺតជាង

4.2.2. **ការពន្យល់លំនាំពិសោធន៍**

នៅខណៈ t=0 $[I^-]_o$ =0.030M (ពិសោធន៍ទី១)>$[I^-]_o$ =0.012M (ពិសោធន៍ទី២)

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី១លឿនជាង ដោយសារកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដួធំជាង មានប្រភេទគីមីច្រើនជាង នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិច្រើនជាង។

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី២យឺតជាង ដោយសារកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដួតូចជាង មានប្រភេទគីមីតិចជាង នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិតិចជាង។

4.3. កត្តាកំហាប់ $[S_2O_8^{2-}]_o$ នៅខណៈ t=0

4.3.1. **ពិសោធន៍**

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី១	ពិសោធន៍ទី២
សូលុយស្យុង $S_2O_8^{2-}$ 0.03M ដើម	25mL	10mL
ទឹកសុទ្ធ	0	15mL
សូលុយស្យុង I^- 0.06M ដើម	25mL	25mL
នៅខណៈ t=0 $[S_2O_8^{2-}]_o = C_o = \frac{C_i \times V_i}{V_o}$	$15x10^{-3}$M	$6x10^{-3}$M

កំឡុងពេល5mimក្រោយមក	លឿងទុំ	លឿងខ្ចី
សន្ទិដ្ឋាន ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដ	លឿនជាង	យឺតជាង

4.3.1. **ការពន្យល់លំនាំពិសោធន៍**

នៅខណៈ t=0 $[S_2O_8^{2-}]_o=15\times10^{-3}M$ (ពិសោធន៍ទី១)>$[S_2O_8^{2-}]_o=6\times10^{-3}M$ (ពិសោធន៍ទី២)

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី១លឿនជាង ដោយសារកំហាប់អ៊ីយ៉ុងពែអុកសូឌីសុលផាត ធំជាងមានប្រភេទគីមីច្រើនជាង នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិច្រើនជាង។

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី២យឺតជាង ដោយសារកំហាប់អ៊ីយ៉ុងពែអុកសូឌីសុលផាត តូចជាងមានប្រភេទគីមីតិចជាង នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិតិចជាង។

5.**កត្តាសីតុណ្ហភាព**

5.1. យើងសិក្សាសមីការអុកស៊ីតកម្មអ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដួ I^- ដោយអ៊ីយ៉ុងពែអុកសូឌីស៊ុលផាត $S_2O_8^{2-}$

សមីការតាងប្រតិកម្ម $2I^-(aq) + S_2O_8^{2-}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2SO_4^{2-}(aq)$

តាមដានពណ៌អ៊ីយ៉ូដ(I_2)ដែលកកើតមាន ពណ៌លឿងខ្ចី→ លឿងចាស់→ លឿងទុំ→ ក្រហមត្នោត

5.2. **ពិសោធន៍**

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី១	ពិសោធន៍ទី២
សូលុយស្យុង I^- 0.06M ដើម	25mL	25mL
សូលុយស្យុង $S_2O_8^{2-}$ 0.03M ដើម	25mL	25mL
សីតុណ្ហភាព	25^oC	0^oC
កំឡុងពេល5mimក្រោយមក	លឿងទុំ	លឿងខ្ចី
សន្ទិដ្ឋាន ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដ	លឿនជាង	យឺតជាង

5.3. **ការពន្យល់លំនាំពិសោធន៍**

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី១លឿនជាង ដោយសារសីតុណ្ហភាពនៃមជ្ឈដ្ឋានប្រតិកម្ម នៅ25^oCខ្ពស់ជាង ប្រភេទគីមីមានចលនាយ៉ាងលឿនងាយប៉ះទង្គិចហើយចូលរួមប្រតិកម្ម នាំឱ្យ មានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិច្រើនជាង។

-ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដរបស់ពិសោធន៍ទី២យឺតជាងដោយសារសីតុណ្ហភាពនៃមជ្ឈដ្ឋានប្រតិកម្ម នៅ0^oCទាបជាង ប្រភេទគីមីមានចលនាយឺតៗកម្រប៉ះទង្គិចហើយចូលរួមប្រតិកម្ម នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិតិចជាង។

6.**កត្តាសម្ពាធ**

-សម្ពាធទាប មាឌប្រព័ន្ធកើន ម៉ូលេគុលឧស្ម័នស្ថិតនៅឆ្ងាយពីគ្នាកម្រប៉ះទង្គិចហើយចូលរួមប្រតិកម្ម នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិតិច នោះល្បឿនប្រតិកម្មយឺត។

-សម្ពាធខ្ពស់ មាឌប្រព័ន្ធថយចុះ ម៉ូលេគុលឧស្ម័នស្ថិតនៅជិតគ្នាងាយប៉ះទង្គិចហើយចូលរួមប្រតិកម្ម នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធិច្រើន នោះល្បឿនប្រតិកម្មលឿន។

7.**កាតាលីករ**

7.1. និយមន័យ៖ កាតាលីករ គឺជាអង្គធាតុទាំងឡាយណាជួយពន្លឿនល្បឿនប្រតិកម្មកើតឯង ក្រោយប្រតិកម្មចប់បានកើតឡើងវិញដោយគ្មានបាត់បង់លក្ខណៈគីមី។

-កាតាលីករគេកំណត់សរសេរ ដោយដាក់នៅលើសញ្ញាព្រួញនៃសមីការតុល្យការ

7.2. ឧទាហរណ៍៖ $2H_2O_2(l)\xrightarrow{MnO_2(s)}2H_2O(l) + O_2(g)$ MnO_2 ជាកាតាលីករ

7.3. **កាតាលីស = កាតាលីករអន្តរាគមន៍ = លំនាំប្រព្រឹត្តរបស់កាតាលីករ**

7.3.1. និយមន័យ៖ កាតាលីស គឺជាអំពើនៃកាតាលីករទៅលើប្រតិកម្ម។

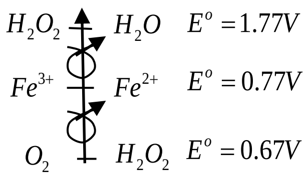
7.3.2. ឧទាហរណ៍៖ នៅក្នុងប្រតិកម្មឌីស្មូតកម្មទឹកអុកស៊ីសែនគេប្រើ Fe^{2+} ជាកាតាលីស

សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មឌីស្មូតកម្មទឹកអុកស៊ីសែនដែលមាន Fe^{2+} ជាកាតាលីស

$$2H_2O_2(aq)\xrightarrow{Fe^{2+}(aq)}2H_2O(l)+O_2(g)$$

-បកស្រាយបាតុភូត Fe^{2+} ជាកាតាលីស

-ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក



-ដំបូងកាតាលីស Fe^{2+} មានប្រតិកម្មប្រតិកម្មជាមួយ H_2O_2

$$\begin{array}{l|l} H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O & \\ Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^- & \times 2 \end{array}$$

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} \rightarrow 2H_2O + 2Fe^{3+} \quad (1)$$

បន្ទាប់មកFe^{3+} មានអំពើជាមួយ H_2O_2

$$\begin{array}{l|l} H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^- & \\ Fe^{3+} + 1e^- \rightarrow Fe^{2+} & \times 2 \end{array}$$

$$H_2O_2 + 2Fe^{3+} \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} \quad (2)$$

យើងបូកសមីការតុល្យការ(1)និង(2)

$$+\left| \begin{array}{ll} H_2O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} \rightarrow 2H_2O + 2Fe^{3+} & (1) \\ H_2O_2 + 2Fe^{3+} \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2Fe^{2+} & (2) \end{array} \right.$$

$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{Fe^{2+}(l)} 2H_2O(l) + O_2(g)$$

5.2.1. គេចែកកាតាលីសជាបីទៅតាមធម្មជាតិនៃប្រព័ន្ធដែលកើតឡើងរវាងផាសអង្គធាតុប្រតិករជាមួយផាសកាតាលីករ។

១.**កាតាលីសអូម៉ូសែន**

និយមន័យ៖ កាតាលីសអូម៉ូសែន គឺអង្គធាតុប្រតិករនិងកាតាលីករមានផាសដូចគ្នា។

ឧទាហរណ៍ $2H_2O_2(l) \xrightarrow{Fe^{3+}(l)} 2H_2O(l) + O_2(g)$ Fe^{3+} ជាកាតាលីសអូម៉ូសែន

២.**កាតាលីសអេតេរ៉ូសែន**

និយមន័យ៖ កាតាលីសអេតេរ៉ូសែន គឺអង្គធាតុប្រតិករនិងកាតាលីករមានផាសខុសគ្នា។

ឧទាហរណ៍៖ $2H_2O_2(l) \xrightarrow{MnO_2(s)} 2H_2O(l) + O_2(g)$ MnO_2 ជាកាតាលីសអេតេរ៉ូសែន

៣. **កាតាលីករអង់ស៊ីម**

-**និយមន័យ៖** កាតាលីករអង់ស៊ីម គឺជាផ្នែកមួយកាតាលីសអូម៉ូសែនដែលមាននៅក្នុងភាវរសដូចជា ទឹកមាត់ រសរំលាយអាហារ ឈាម ។ល។

ឧទាហរណ៍៖ $2H_2O_2(l) \xrightarrow{Enzyme} 2H_2O(l)+O_2(g)$

លក្ខណៈនៃកាតាលីករអង់ស៊ីមមានពីរ គឺលក្ខណៈប្រសិទ្ធិភាព និងលក្ខណៈវិសេសភាព

លក្ខណៈប្រសិទ្ធិភាព គឺបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មបានលឿនបំផុត។

លក្ខណៈវិសេសភាព គឺអង្គធាតុប្រតិករតែមួយ តែគេអាចទទួលបានផលិតផលច្រើនខុសគ្នាអាស្រ័យនឹងកាតាលីករ។

5.2.2. **ស្វ័យកាតាលីករ**

និយមន័យ៖ស្វ័យកាតាលីករ គឺជាផលិតផលមួយនៃប្រតិកម្មដើរតួនាទីជាកាតាលីករ។

ឧទាហរណ៍៖ប្រតិកម្មស្វ័យកាតាលីករ

$$2MnO_4^-(aq) + 5H_2C_2O_4(aq) + 6H^+(aq) \xrightarrow{Mn^{2+}(aq)} 2Mn^{2+}(aq) + 5CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

Mn^{2+} ជាស្វ័យកាតាលីស។

8.សំណួរនិងដំណោះស្រាយ

1. តើស៊ីនេទិចគីមីសិក្សាអំពីអ្វី?

ដំណោះស្រាយ

ស៊ីនេទិចគីមីសិក្សាអំពីល្បឿននៃប្រតិកម្មនិងកត្តាទាំងឡាយណាដែលធ្វើឱ្យល្បឿនប្រតិកម្មប្រែប្រួល។

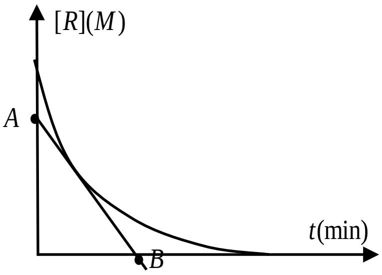
2. ចូរឱ្យនិយមន័យល្បឿនមធ្យមនិងល្បឿនខណៈបំបាត់អង្គធាតុប្រតិករ Rនិងអង្គធាតុកកើតP ព្រមទាំងរូបមន្តល្បឿនទាំងនោះ ។

ដំណោះស្រាយ

និយមន័យ៖ ល្បឿនមធ្យមបំបាត់អង្គធាតុ R នៅចន្លោះពេល t_1 និង t_2 ស្មើនឹងផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួលកំហាប់ជាម៉ូលនៃអង្គធាតុ R ជាមួយបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមបំបាត់អង្គធាតុRនៅចន្លោះពេលt_1និងt_2

$$V_m(R)_{t_1,t_2} = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} = -\frac{[R]_2-[R]_1}{t_2-t_1}$$



និយមន័យ៖ល្បឿនខណៈបំបាត់អង្គធាតុ R នៅខណៈt គឺជាទំហំផ្ទុយមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងនៅត្រង់ខណៈt ដែលគេសួររក។

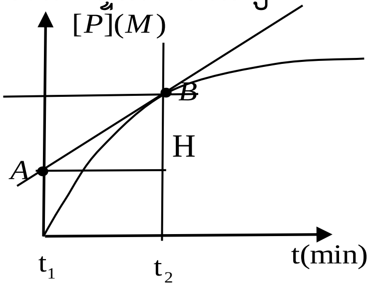
រូបមន្តល្បឿនខណៈបំបាត់អង្គធាតុRនៅខណៈt $$V(R)_t = -tg\alpha = \frac{OA}{OB}$$

និយមន័យ៖ ល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុ P នៅចន្លោះពេលt_1 និង t_2 ស្មើនឹងផលធៀបរវាងបម្រែបម្រួល កំហាប់ជាម៉ូលនៃអង្គធាតុ P ជាមួយបម្រែបម្រួលពេលដែលត្រូវនឹងវា។

រូបមន្តល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុPនៅចន្លោះពេលt_1និង t_2 $$V_m(P)_{t_1,t_2} = \frac{\Delta[P]}{\Delta t} = \frac{[P]_2-[P]_1}{t_2-t_1}$$

និយមន័យ៖ល្បឿនខណៈកំណអង្គធាតុPនៅខណៈ t គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងនៅត្រង់ ខណៈ t ដែលគេសួររក។

រូបមន្តល្បឿនខណៈបំបាត់អង្គធាតុPនៅខណៈt $$V(P)_t = tg\alpha = \frac{HB}{AH}$$



3. ដើម្បីតាមដានល្បឿននៃប្រតិកម្មតើគេសិក្សាទៅលើប្រតិកម្មរហ័សឬប្រតិកម្មយឺត ឬយឺតបំផុត?

ដំណោះស្រាយ

ដើម្បីតាមដានល្បឿននៃប្រតិកម្ម គេសិក្សាទៅលើប្រតិកម្មប្រតិកម្មយឺត។

4. តើប្រតិកម្មរវាងអ៊ីយ៉ុង Ag^+ និង Cl^- ជាប្រតិកម្មរហ័ស ឬយឺត ឬយឺតបំផុត?

ដំណោះស្រាយ

ប្រតិកម្មរវាងអ៊ីយ៉ុង Ag^+ និង Cl^- ជាប្រតិកម្មរហ័ស

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

5. តើប្រតិកម្មអេស្ទែកម្មជាប្រតិកម្មរហ័ស ឬយឺត ឬយឺតបំផុត?

ដំណោះស្រាយ

ប្រតិកម្មអេស្ទែកម្មជាប្រតិកម្មយឺត

សមីការតាងប្រតិកម្មអេស្ទែកម្ម $R\text{-}COOH + HO\text{-}R' \rightleftarrows R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O$

6. តើប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីអេស្ទែជាប្រតិកម្មរហ័ស ឬយឺត ឬយឺតបំផុត? **ចូរឱ្យសមីការតាងប្រតិកម្ម។**

ដំណោះស្រាយ

ប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែជាប្រតិកម្មយឺត។

សមីការតាងប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូលីសអេស្ទែ៖ $R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O \rightleftarrows R\text{-}COOH + R'\text{-}OH$

7. តើប្រតិកម្មសាប៊ូកម្មជាប្រតិកម្មរហ័ស ឬយឺត ឬយឺតបំផុត? **ចូរឱ្យសមីការតាងប្រតិកម្ម។**

ដំណោះស្រាយ

ប្រតិកម្មសាប៊ូកម្មជាប្រតិកម្មយឺត។

សមីការតាងប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម៖ $R\text{-}COO\text{-}R' + OH^- \rightarrow R\text{-}COO^- + R'\text{-}OH$

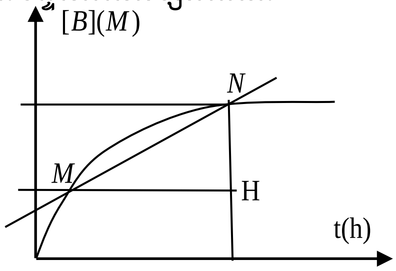
8. តើល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុ B នៅចន្លោះ t_1 និង t_2 ជាមេគុណប្រាប់ទិសបន្ទាត់កាត់ខ្សែកោងត្រង់ពីរចំនុច ឬជាមេគុណប្រាប់ទិសបន្ទាត់ប៉ះខ្សែកោងនៃ $[B] = f(t)$?

ដំណោះស្រាយ

ល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុ B នៅចន្លោះ t_1 និង t_2 គឺជាមេគុណប្រាប់ទិសនៃបន្ទាត់កាត់ខ្សែកោងនៃ $[B] = f(t)$ ត្រង់ពីរចំនុចM និងNដែលមានអាប់ស៊ីសt_1និងt_2។

រូបមន្ត ល្បឿនមធ្យមកំណអង្គធាតុ B នៅចន្លោះ t_1 និង t_2

$$V_m(B)_{t_1,t_2} = tg\alpha = \frac{HN}{MH}$$



9. តើសីតុណ្ហភាពមានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្មដែរឬទេ? ចូរលើកឧទាហរណ៍មកបញ្ជាក់ ។

ដំណោះស្រាយ

សីតុណ្ហភាពមានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្ម។

ឧទាហរណ៍៖យើងតាមដានល្បឿនបំបាត់ពណ៌ស្វាយនៃ MnO_4^- ដោយ $H_2C_2O_4$ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតតាមសមីការតុល្យការ $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$

ពិសោធន៍៖

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី1	ពិសោធន៍ទី2
សូលុយស្យុង $H_2C_2O_4$ 0.1M	20mL	20mL

សូលុយស្យុង H_2SO_4 98%	1mL	1mL
សូលុយស្យុង MnO_4^- 0.1M	4mL	4mL
សីតុណ្ហភាព	0^0C	25^0C
កំឡុងពេលបាត់ពណ៌ស្វាយ	60min	10min
ល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^-	យឺតជាង	លឿនជាង

10. តើកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករមានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្មដែរឬទេ? ចូរលើកឧទាហរណ៍មកបញ្ជាក់។

ដំណោះស្រាយ

កំហាប់អង្គធាតុប្រតិករមានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្ម។

ឧទាហរណ៍៖ យើងលើកយកប្រតិកម្មឌីស្មូតកម្មអ៊ីយ៉ុងត្យូស៊ុលផាត ($S_2O_3^{2-}$) ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត

សមីការតុល្យការប្រតិកម្មឌីស្មូតកម្ម៖ $S_2O_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow S(s) + SO_2(g) + H_2O(l)$

កត្តាកំហាប់ $[H^+]_o$ នៅខណៈ t=0

សារធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី1	ពិសោធន៍ទី2
សូលុយស្យុងHCl 1M	20mL	5mL
ទឹកសុទ្ធ	0	15mL
សូលុយស្យុង $S_2O_3^{2-}$ 0.1M	5mL	5mL
នៅខណៈt=0 $[H^+]_o$	0.8M	0.2M
ល្បឿនកំណស្ពាន់ធរ	លឿនជាង	យឺតជាង

11. តើកាតាលីករមានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្មដែរឬទេ? ចូរលើកឧទាហរណ៍មួយមកបញ្ជាក់។

ដំណោះស្រាយ

កាតាលីករ មានឥទ្ធិពលលើល្បឿននៃប្រតិកម្ម។

ប្រតិកម្មបំបែកទឹអុកស៊ីសែនគ្មានកាតាលីករ $2H_2O_2(l) \rightarrow 2H_2O(l)+O_2(g)$ ប្រតិកម្មយឺតបំផុត

ប្រតិកម្មបំបែកទឹអុកស៊ីសែនមានកាតាលីករ $2H_2O_2(l) \xrightarrow{MnO_2(s)} 2H_2O(l)+O_2(g)$

ប្រតិកម្មលឿនបំផុត

12. តើកាតាលីករអាចធ្វើឱ្យលំនឹងនៃប្រតិកម្មអាចប្តូរទិសដៅបានដែរឬទេ?

ដំណោះស្រាយ

កាតាលីករមិនអាចធ្វើឱ្យលំនឹងនៃប្រតិកម្មប្តូរទិសដៅបានទេ។

13. ប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម $H_2C_2O_4$ ដោយ MnO_4^- ក្នុងមជ្ឈដ្ឋាន H_2SO_4។ តើអ៊ីយ៉ុងមួយណាជាស្វ័យកាតាលីករ ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $2MnO_4^-+5H_2C_2O_4+6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+}+10CO_2(g)+8H_2O(l)$

Mn^{2+} ជាស្វ័យកាតាលីករ

14. តើបរិមាណកាតាលីករ ដែលត្រូវប្រើក្នុងប្រតិកម្មមួយចាំបាច់ត្រូវមានបរិមាណតិច ឬច្រើន?

ដំណោះស្រាយ

បរិមាណកាតាលីករ ដែលត្រូវប្រើក្នុងប្រតិកម្មត្រូវមានបរិមាណតិច។

15. កាតាលីករដែលមានសារសំខាន់ជាងគេក្នុងឧស្សាហកម្មតើជាកាតាលីករអូម៉ូសែនឬកាតាលីករអេតេរ៉ូសែន។

ដំណោះស្រាយ

កាតាលីករដែលមានសារសំខាន់ជាងគេក្នុងឧស្សាហកម្ម គឺកាតាលីករអូម៉ូសែន។

16. តើកាតាលីករនីកែលជាកាតាលីកររបស់ប្រតិកម្មដេស៊ីដ្រូសែនកម្មឬប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្ម?

ដំណោះស្រាយ

កាតាលីករនីកែលជាកាតាលីកររបស់ប្រតិកម្មប្រតិកម្មអ៊ីដ្រូសែនកម្ម

9. **លំហាត់និងដំណោះស្រាយ**

1. គេឱ្យប្រតិកម្មសាប៊ូកម្មអេទីលអាសេតាត

$CH_3COOCH_2CH_3 + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + CH_3CH_2OH$

គេទទួលបានកំហាប់អ៊ីយ៉ុងអាសេតាត ជាអនុគមន៍នៃពេលតាមតារាងសង្ខេបដូចខាងក្រោម៖

t(min)	0	2	5	8	10
$[CH_3COO^-](10^{-3}M)$	0	1.8	3.8	5.0	5.5

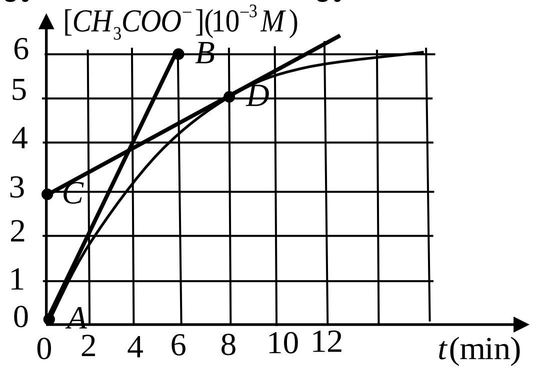
ក. ចូរគូរក្រាហ្វតាង $[CH_3COO^-]=f(t)$ គេឱ្យមាត្រដ្ឋានយក 1Cm ត្រូវនឹង 10^{-3}M និង 1Cm ត្រូវនឹង 2min។

ខ. ចូរគណនាល្បឿនខណៈនៃកំណអ៊ីយ៉ុងអាសេតាតនៅខណៈ t=0 និង t=8min។

ដំណោះស្រាយ

ក. ក្រាហ្វតាងភាពមប្រែប្រួល $[CH_3 - COO^-] = f(t)$

គេឱ្យយកមាត្រដ្ឋាន 1Cm ត្រូវនឹង $10^{-3}M$ និង 1Cm ត្រូវនឹង 2min



ខ. គណនាល្បឿនខណៈនៃកំណអ៊ីយ៉ុងអេតាណូអាតនៅខណៈ t=0

ដោយពីរចំនុច A និងB នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t=0

ចំនុចA ត្រូវនឹង $t_1=0$ និង $[CH_3COO^-]_1=0$

ចំនុចB ត្រូវនឹង $t_2=6min$ និង $[CH_3COO^-]_2=6\times10^{-3}M$

រូបមន្ត $V(CH_3COO^-)_t = \frac{[CH_3COO^-]_2 - [CH_3COO^-]_1}{t_2 - t_1}$

ដូចនេះ $V(CH_3COO^-)_{t=0} = \dfrac{(6-0)10^{-3}M}{(6-0)min} = \boxed{1\times10^{-3}M/min}$

គណនាល្បឿនខណៈកំណអ៊ីយ៉ុងអេតាណូអាតនៅខណៈ t=8min

ដោយពីរចំនុច C និងD នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t=8min

ចំនុចC ត្រូវនឹង $t_1=0$ និង$[CH_3COO^-]_1=3\times10^{-3}M$

ចំនុចD ត្រូវនឹង $t_2=8min$ និង$[CH_3COO^-]_2=5\times10^{-3}M$

រូបមន្ត $V(CH_3COO^-)_t = \dfrac{[CH_3COO^-]_2-[CH_3COO^-]_1}{t_2-t_1}$

ដូចនេះ $V(CH_3COO^-)_{t=8min} = \dfrac{(5-3)10^{-3}M}{(8-0)min} = \boxed{0.25\times10^{-3}M/min}$

2. គេសិក្សាអំពើនៃអ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដូទៅលើអ៊ីយ៉ុងពែអុកសូឌីសុលផាត គេទទួលបានអ៊ីយ៉ូដ និងអ៊ីយ៉ុងស៊ុលផាត តាមសមីការតុល្យការ $2I^- + S_2O_8^{2-} \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$ ។ ដើម្បីសិក្សាការវិវឌ្ឍន៍នៃប្រតិកម្មនេះ គេសម្រេចរៀបចំពិសោធន៍ដូចខាងក្រោម៖ ខណៈ t=0 គេយក 0.5L នៃសូលុយស្យុង KI នៅកំហាប់ 0.4M ទៅលាយជាមួយ 0.5L នៃសូលុយស្យុង $K_2S_2O_8$ 0.2M ។ គេដាក់ល្បាយឱ្យនៅសីតុណ្ហភាព25°Cហើយកូរយ៉ាងទៀងទាត់។រួចគេរំលែកយកយ៉ាងទៀងទាត់នូវមាឌល្បាយ ប្រតិកម្ម ដើម្បីធ្វើអត្រាកម្មរកកំហាប់ I_2 កើតឡើងនៅខណៈ t ដោយសូលុយស្យុងសូដ្យូមត្យូស៊ុលផាត គេទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

t(min)	0	2.5	5	10	15	20	25	30
$[I_2]\times10^{-2}M$	0	0.95	1.70	2.95	3.85	4.75	5.15	5.60

ក. ចូរគូរក្រាហ្វតាង $[I_2]=f(t)$ ។ គេឱ្យយកមាត្រដ្ឋាន1Cmត្រូវនឹង 5min និង 1Cm ត្រូវនឹង$10^{-2}M$

ខ. គណនា$[I^-]_o$ និង$[S_2O_8^{2-}]_o$ នៅខណៈt=0និងកំណត់រយៈពេលពាក់កណ្តាលនៃប្រតិកម្ម (ដែលជារយៈពេល ចាំបាច់ដើម្បីបំបាត់អស់ពាក់កណ្តាលនៃបរិមាណអង្គធាតុប្រតិករ)។

គ. គណនាល្បឿនខណៈកំណអ៊ីយ៉ូដ គិតជាM/minនៅខណៈ t=15min និងទាញរកល្បឿន ខណៈបំបាត់នៃ I^- នៅខណៈ t ដូចគ្នា។

ឃ.ដើម្បីសម្រេចពិសោធន៍នេះគេយក2.00mLនៃល្បាយប្រតិកម្មទៅពង្រាវក្នុងទឹកកកមុននឹងធ្វើអត្រាកម្ម។ ចូរពន្យល់ពីអត្ថប្រយោជន៍នៃវិធីនេះ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គូរក្រាហ្វតាងភាពបម្រែបម្រួល $[I_2]=f(t)$

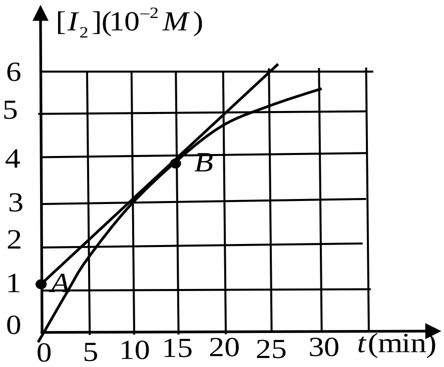
គេឱ្យយកមាត្រដ្ឋាន1Cmត្រូវនឹង5min និង 1Cm ត្រូវនឹង $1\times10^{-2}M$

ខ. គណនា$[I^-]_o$ និង$[S_2O_8^{2-}]_o$ នៅខណៈt=0

(នៅខណៈt=0គេសន្មតថាអង្គធាតុប្រតិករលាយចូលគ្នាហើយ តែមិនទាន់ចូលរួមប្រតិកម្ម $C_0\times V_0=C_i\times V_i$)

$[I^-]_o = \dfrac{C_i\times V_i}{V_o} = \dfrac{0.4M\times0.5L}{(0.5+0.5)L} = \boxed{0.2M=20\times10^{-2}M}$

$[S_2O_8^{2-}]_o = \dfrac{C_i\times V_i}{V_o} = \dfrac{0.2M\times0.5L}{1L} = \boxed{0.1M=10\times10^{-2}M}$



ចូរកំណត់ពេលពាក់កណ្តាលនៃប្រតិកម្ម $t_{1/2}$

តាមសមីការបើ $[I^-]_o = 20\times10^{-2}M$ ចូលប្រតិកម្មទាំងអស់គេទទួលបាន $[I_2]_\infty = 10\times10^{-2}M$

តាមនិយមន័យ $\frac{[I_2]_\infty}{2}$ =5×10^{-2}M ត្រូវនឹងពេលពាក់កណ្តាលនៃប្រតិកម្ម $t_{1/2}$=23min

គ. គណនាល្បឿនខណៈកំណអ៊ីយ៉ូដ គិតជាM/minនៅខណៈ t=15min

ដៅពីរចំនុច AនិងB នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ t=15min

ចំនុច A មានកូអរដោនេត្រូវនឹង t_1=0 និង $[I_2]_1$=1.25×10^{-2}M

ចំនុចB មានកូអរដោនេត្រូវនឹង t_2=15min និង $[I_2]_2$=3.85×10^{-2}M

ដូចនេះ $V(I_2)_{t=15min} = \frac{(3.85 - 1.25)10^{-2}M}{(15 - 0)min} = \boxed{1.73\times10^{-3}M/Min}$

ទាញរកល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ t ដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបាន

$$\frac{n_{I^-}}{2} = \frac{n_{I_2}}{1} \Leftrightarrow \frac{V(I^-)_t}{2} = \frac{V(I_2)_t}{1}$$

$$\Rightarrow V(I^-)_t = 2V(I_2)_t$$

ដូចនេះ $V(I^-)_{t=15min}$=$2\times1.73\times10^{-3}$M/min=$\boxed{3.46\times10^{-3}M/min}$

ឃ.ដើម្បីសម្រេចពិសោធន៍នេះគេយក2.00mLនៃល្បាយប្រតិកម្មទៅពង្រាវក្នុងទឹកកកមុននឹងធ្វើអត្រាកម្ម ព្រោះអត្ថប្រយោជន៍នៃវិធីនេះ គឺដើម្បីបញ្ឈប់ល្បឿនកំណអ៊ីយ៉ូដមុននឹងធ្វើអត្រាកម្ម។

3. គេឱ្យ $E^o(MnO_4^-/Mn^{2+})$=1.51V និង $E^o(CO_2/H_2C_2O_4)$=-0.49V ។

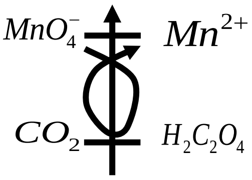
ក. ចូរសរសេរសមីការតុល្យការ ដែលកើតឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរនេះ ។

ខ.ក្នុងកែវបែស៊ែរមួយមាន5mLនៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ នៅកំហាប់10^{-2}M ។គេបន្ថែមទៅក្នុងនោះនូវបរិមាណ លើសនៃល្បាយសូលុយស្យុង($H_2C_2O_4$ +H_2SO_4)។ មាឧល្បាយសូលុយស្យុងទទួលបាន 100mL។ ល្បាយសូលុយស្យុងបាត់ពណ៌អស់ក្នុងកំឡុងពេល2min15s។គណនាល្បឿនមធ្យមនៃការបំបាត់ពណ៌ស្វាយនៃMnO_4^- គិតជា M/min ។

ដំណោះស្រាយ

ក. សរសេរសមីការតុល្យការដែលកើតឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរនេះ

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក



$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \times2$$
$$+$$
$$H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- \quad \times5$$

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2CO_4 \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

ខ. គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ពណ៌ MnO_4^- គិតជា $M/\min$

នៅខណៈ t_1=0 ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_1 = C_o = \frac{Ci\times Vi}{V_o} = \frac{10^{-2}M\times5mL}{100mL} = 5\times10^{-4}M$

នៅខណៈ t_2= 2min15s =135s ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_2 = 0$

ដូចនេះ

$$V_m(MnO_4^-)_{t_1;t_2} = -\frac{[MnO_4^-]_2-[MnO_4^-]_1}{t_2-t_1} = -\frac{(0-5\times10^{-4})M}{(135-0)s}$$

$$=\boxed{3.7\times10^{-6}M/s = 3.7\times10^{-6}M/\frac{1}{60}min = 2.22\times10^{-4}M/min}$$

4. នៅខណៈ t=0គេយក 0.12molនៃប៊ុយទីរីន និង 0.36mol នៃ NaOH សុទ្ធ ទៅរំលាយក្នុងអេតាណុលគេទទួលបានល្បាយសូលុយស្យុង1Lបន្ទាប់គេដុតកម្ដៅល្បាយនេះដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មកើតមានឡើង។

ក. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម។

ខ. នៅខណៈ t=30min គេយកល្បាយសូលុយស្យុងនេះទៅធ្វើអត្រាកម្ម គេឃើញNaOH នៅសល់ 0.18M។ ចូរគណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ NaOH នៅចន្លោះ t_1=0 និង t_2=30min ។

គ. ទាញរកល្បឿនមធ្យមកំណត្លីសេរីននៅចន្លោះ t_1=0 និង t_2=30min ។

ដំណោះស្រាយ

ក. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មសាប៊ូកម្មប៊ុយទីរីន

$$\begin{array}{l} C_3H_7COO-CH_2 \\ \quad\quad\quad\quad\quad | \\ C_3H_7COO-CH \\ \quad\quad\quad\quad\quad | \\ C_3H_7COO-CH_2 \end{array} + 3NaOH \longrightarrow 3C_3H_7COONa + \begin{array}{l} HO-CH_2 \\ \quad\quad | \\ HO-CH \\ \quad\quad | \\ HO-CH_2 \end{array}$$

ប៊ុយទីរីន ស៊ូត សូដ្យូមប៊ុយទីរ៉ាត គ្លីសេរីនឬ គ្លីសេរ៉ុល

ខ. ចូរគណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់NaOHនៅចន្លោះ t_1=0 និង t_2=30min

$t_1=0$ ត្រូវនឹង $[NaOH]_1=\frac{0.36mol}{1L}=0.36M$ និង $t_2=30min$ ត្រូវនឹង $[NaOH]_2=0.18M$

$$V_m(NaOH)_{t_1;t_2} = -\frac{[NaOH]_2-[NaOH]_1}{t_2-t_1} = -\frac{(0.18-0.36)M}{(30-0)min} = 6\times10^{-3}M/min$$

គ. ទាញរកល្បឿនមធ្យមកំណត្លីសេរីននៅចន្លោះ $t_1=0 \rightarrow t_2=30min$ តាមសមីការគេបាន

$$\frac{n_{Glycerin}}{1} = \frac{n_{NaOH}}{3} \Leftrightarrow \frac{V_m(Glycerol)_{t_1;t_2}}{1} = \frac{V_m(NaOH)_{t_1;t_2}}{3}$$

ដូចនេះ $V_m(Glycerol)_{t_1,t_2} = \frac{V_m(NaOH)_{t_1;t_2}}{3} = \frac{6\times10^{-3}M/min}{3} = \boxed{2\times10^{-3}M/min}$

5. គេមាន 99mLនៃល្បាយសូលុយស្យុង($H_2C_2O_4 + H_2SO_4$)។ គេបន្ថែមសូលុយស្យុង MnO_4^- នៅកំហាប់ $2\times10^{-2}M$ ចំនួនV(mL) ទៅក្នុងល្បាយសូលុយស្យុងខាងលើ។

ក. បើV=1mL គេឃើញពណ៌ស្វាយនៃ MnO_4^- បាត់ពណ៌អស់ក្នុងកំឡុងពេលពេល50s។ គណនាល្បឿន មធ្យមបំបាត់បាត់ពណ៌ស្វាយ MnO_4^- ។

ខ. បើគេបន្ថែម V=1mLនៃសូលុយស្យុង MnO_4^- ខាងលើ ទៅលើសូលុយស្យុងទទួលបានខាងលើ គេឃើញពណ៌ស្វាយ MnO_4^- បាត់ពណ៌អស់ក្នុងកំឡុងពេល20s។ ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាល្បឿនមធ្យមនៃការបំបាត់ MnO_4^- កើនឡើង ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- ក្នុងកំឡុងពេល50s $(t_1=0 \rightarrow t_2=50s)$

នៅខណៈ $t_1=0$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_1=C_o=\frac{Ci\times Vi}{V_0}=\frac{2\times10^{-2}M\times1mL}{(99+1)mL}=2\times10^{-4}M$

នៅខណៈ $t_2=50s$ ត្រូវនឹង $[MnO_4^-]_2=0$

ដូចនេះ $V_m(MnO_4^-)_{t_1;t_2}=-\frac{[MnO_4^-]_2-[MnO_4^-]_1}{t_2-t_1}=-\frac{(0-2\times10^{-4})M}{(50-0)s}=\boxed{4\times10^{-6}M/s}$

ខ. ពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាល្បឿនមធ្យមបំបាត់ MnO_4^- កើនឡើង ?

សមីការតុល្យការ $2MnO_4^-(aq)+5H_2C_2O_4(aq) + 6H^+(aq) \xrightarrow{Mn^{2+}} 2Mn^{2+}(aq) + 10CO_2(g) + 8H_2O(l)$

ល្បឿនមធ្យមនៃការបំបាត់ MnO_4^- កើនឡើងដោយសារឥទ្ធិពលស្វ័យកាតាលីស Mn^{2+} ។

6. ចំហេះសព្វនៃឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ ដោយអុកស៊ីសែន គេទទួលបានឧស្ម័នអាសូត និងទឹក។ នៅខណៈ t កំណត់មួយ ល្បឿនកំណអាសូតគឺ $V(N_2)_t=0.27M/s$ ។

ក. ចូរសរសេរសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មចំហេះ។

ខ. គណនាល្បឿនខណៈកំណទឹកនៅខណៈ t ដូចគ្នា។

គ. គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់អាម៉ូញាក់នៅខណៈ t ដូចគ្នា។

ដំណោះស្រាយ

ក. សមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មចំហេះអាម៉ូញាក់ $4NH_3(g)+3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g)+6H_2O(g)$.

ខ. គណនាល្បឿនខណៈកំណទឹកនៅខណៈ t ដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបាន $\frac{n_{N_2}}{2}=\frac{n_{H_2O}}{6} \Leftrightarrow \frac{V(N_2)_t}{2}=\frac{V(H_2O)_t}{6}$

ដូចនេះ $V(H_2O)_t = 3V(N_2)_t = 3\times0.27M/s = \boxed{0.81M/s}$

គ. គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់អាម៉ូញាក់នៅខណៈ t ដូចគ្នា

តាមសមីការតុល្យការគេបាន $\frac{n_{N_2}}{2}=\frac{n_{NH_3}}{4} \Leftrightarrow \frac{V(N_2)_t}{2}=\frac{V(NH_3)_t}{4}$

ដូចនេះ $V(NH_3)_t = 2V(N_2)_t = 2\times0.27M/s = \boxed{0.54M/s}$

7. គេយក 5mLនៃសូលុយស្យុង (K^++I^-) ដែលមាន $[I^-]_i=10^{-2}M$ ទៅលាយជាមួយ 5mL នៃល្បាយសូលុយស្យុង $(H_2O_2+H_2SO_4)$ ។

ក. ចូរសរសេរសមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើង។ បើគេដឹងថាគូរេដុកដែលត្រូវនឹងប្រតិកម្មនេះ គឺ I_2/I^- និង H_2O_2/H_2O ។

ខ. គណនា $[I^-]_0$ នៅខណៈ $t=0$ ។

គ. គេតាមដានភាពបម្រែបម្រួល $[I_2]=f(t)$ គេទទួលបានលទ្ធដូចខាងក្រោមនេះ

t(min)	1	2	3	4	5	6	7
$[I_2](10^{-3}M)$	0.30	0.50	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10

1. ចូរគូរខ្សែកោងតាងភាពបម្រែបម្រួល $[I_2]=f(t)$ ។
   គេឱ្យយកមាត្រដ្ឋាន1Cmត្រូវនឹង1min និង1Cmត្រូវនឹង $0.2\times10^{-3}M$ ។
2. គណនាល្បឿនខណៈកំន I_2 នៅខណៈ $t=3min$ ។
3. គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ $t=3min$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក.សមីការតុល្យការដែលកើតមានឡើងរវាងសូ.$(K^+ + I^-)$ ជាមួយសូ.$(H_2O_2 + H_2SO_4)$

$$\left.\begin{array}{l} 2I^- \rightarrow I_2 + 2e^- \\ H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O \end{array}\right| +$$

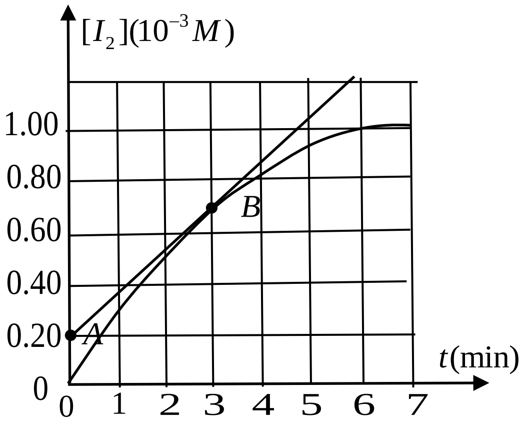
$$2I^- + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2H_2O + I_2$$

ខ. គណនា $[I^-]_0$ នៅខណៈ $t=0$ ។

$$[I^-]_o = C_o = \frac{C_i \times V_i}{V_o} = \frac{10^{-2}M \times 5mL}{(5+5)mL} = 5\times10^{-3}M$$

គ. 1. ចូរគូរខ្សែកោងតាងភាពបម្រែបម្រួល $[I_2]=f(t)$

គេឱ្យយកមាត្រដ្ឋាន1Cmត្រូវនឹង1min និង1Cmត្រូវនឹង $0.20\times10^{-3}M$



2. គណនាល្បឿនខណៈកំណ I_2 នៅខណៈ $t=3min$

ដៅពីរចំនុច**A** និង**B**នៅលើបន្ទាត់ប៉ះនឹងខ្សែកោងត្រង់ខណៈ $t=3min$

នៅលើបន្ទាត់ប៉ះ ចំនុច **A** ត្រូវនឹង $t_1=0$ និង $[I_2]_1=0.20\times10^{-3}M$

ចំនុច **B** ត្រូវនឹង $t_2=3min$ និង $[I_2]_2=0.70\times10^{-3}M$

ដូចនេះ $V(I_2)_{t=3min} = \frac{[I_2]_2 - [I_2]_1}{t_2 - t_1} = \frac{(0.70 - 0.20)10^{-3}M}{(3 - 0)min} = \boxed{0.16\times10^{-3}M/min}$

3.គណនាល្បឿនខណៈបំបាត់ I^- នៅខណៈ $t=3min$

តាមសមីការតុល្យការគេបាន $\frac{n_{I^-}}{2} = \frac{n_{I_2}}{1} \Leftrightarrow \frac{V(I^-)_t}{2} = \frac{V(I_2)_t}{1}$

ដូចនេះ $V(I^-)_t = 2V(I_2)_t = 2\times0.16\times10^{-3}M/min = \boxed{0.32\times10^{-3}M/min}$

8.គេឱ្យគូរេដុកពីរដូចខាងក្រោម H_2O_2/H_2O $E^0=1.77V$ និង I_2/I^- $E^0=0.54V$ ។

ក. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរនេះ។

ខ. គេរៀបចំធ្វើពិសោធន៍ដូចខាងក្រោមនេះ

សូលុយស្យុងដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី**1**	ពិសោធន៍ទី**2**
សូលុយស្យុង H_2O_2 នៅកំហាប់ $10^{-2}M$	10mL	20mL
សូលុយស្យុង H_2SO_4 នៅកំហាប់ $1M$	0.5mL	0.5mL
ទឹកសុទ្ធ	10mL	0

សូលុយស្យុង I^- នៅកំហាប់ $5\times10^{-3}M$	4.5mL	4.5mL
នៅខណៈ t=0 $[H_2O_2]_o$		

ចូរបំពេញតារាងខាងលើនេះ

គ.តើល្បឿនកំន I_2 ក្នុងពិសោធន៍មួយណាលឿនជាងគេ?ព្រោះអ្វី?

ដំណោះស្រាយ

ក. ចូរសរសេរសមីការតាងប្រតិកម្មដែលកើតមានឡើងដោយគូរេដុកទាំងពីរនេះ

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក

$$2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$$
$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O \quad +$$

$$2I^- + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2H_2O + I_2$$

ខ.ចូរបំពេញតារាងពិសោធន៍ខាងលើ

ពិសោធន៍ទី1

$$[H_2O_2]_o = C_o = \frac{C_i \times V_i}{V_o} = \frac{10^{-2}M\times10mL}{(10+0.5+10+4.5)mL} = 4\times10^{-3}M$$

ពិសោធន៍ទី2

$$[H_2O_2]_o = \frac{10^{-2}M\times20mL}{25mL} = 8\times10^{-3}M$$

សូ.ដែលត្រូវប្រើ	ពិសោធន៍ទី1	ពិសោធន៍ទី2
សូលុយស្យុង H_2O_2 នៅកំហាប់ $10^{-2}M$	10mL	20mL
សូលុយស្យុង HCl នៅកំហាប់ 1M	0.5mL	0.5mL
ទឹកសុទ្ធ	10mL	0
សូលុយស្យុង I^- នៅកំហាប់ $5\times10^{-3}M$	4.5mL	4.5mL
នៅខណៈ t=0 $[H_2O_2]_o$	$4\times10^{-3}M$	$8\times10^{-3}M$

គ.តើល្បឿនកំន I_2 ក្នុងពិសោធន៍មួយណាលឿនជាងគេ**?**ព្រោះអ្វី?

ល្បឿនកំន I_2 ក្នុងពិសោធន៍ទី2លឿនជាងព្រោះកំហាប់ទឹកអុកស៊ីសែនធំជាង មានប្រភេទគីមីច្រើនជាង នាំឱ្យមានចំនួនទង្គិចប្រសិទ្ធច្រើនជាង។

មេរៀនទី៦

អគ្គីសនីវិភាគទឹក

1.គោលបំណងពិសោធន៍

គរុនិស្សិតកំណត់បានបានច្បាស់ពីបាតុភូតកកើតឧស្ម័ន នៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ ពេលដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគសូលុយស្យុងបានត្រឹមត្រូវ។

គរុនិស្សិតកំណត់បានធ្វើចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក និងសរសេរសមីការដែលកើតមាននៅលើអេឡិចត្រូតនីមួយៗតាមលំដាប់លំដោយបានត្រឹមត្រូវ។

គរុនិស្សិតកំណត់បាន ភាពបំរែបំរួល pHនៅតំបន់កាតូត និងនៅតំបន់អាណូត ដោយពិនិត្យមើលតាមរយៈអង្គធាតុចង្អុលពណ៌អាស៊ីត-បាស។

2. ឧបករណ៍ និង សារធាតុគីមី

-អាគុយ 12V ឬថ្មពិល9.00V អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត តំបៀតអាគុយ កែវបេស៊ែរចំណុះ 250mLមួយ។

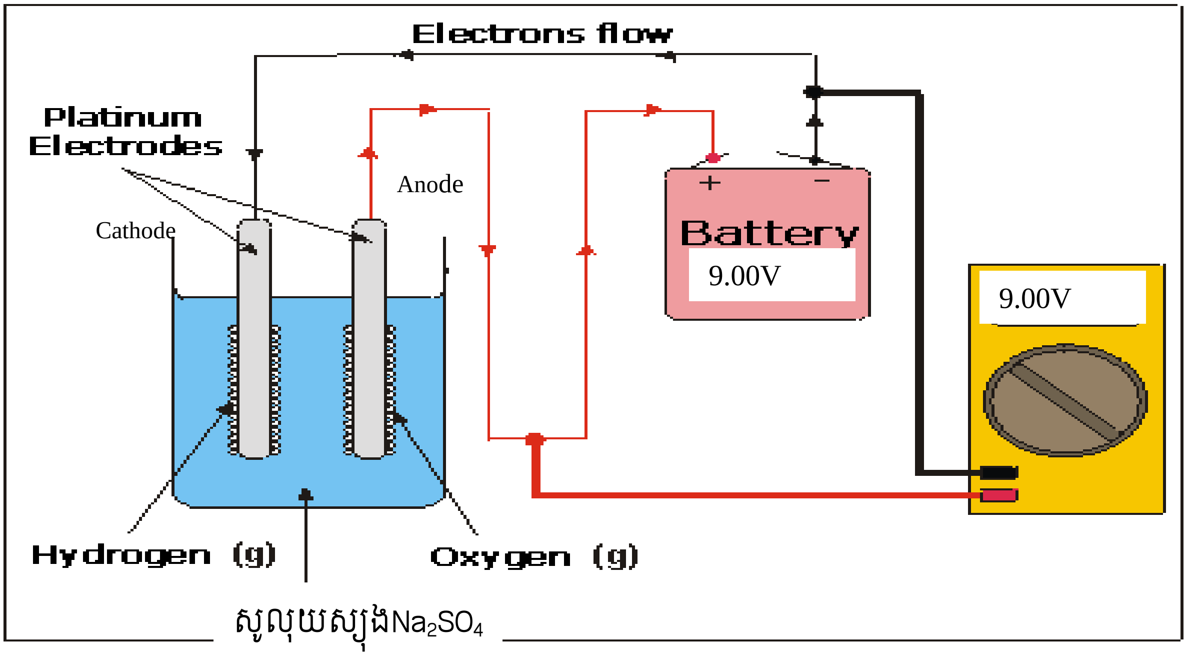
-សូលុយស្យុង Na_2SO_4 នៅកំហាប់ 0.1M សូលុយស្យុង H_2SO_4 នៅកំហាប់ 0.5M សូលុយស្យុងNaOH នៅកំហាប់ 0.1M អង្គធាតុចង្អុលព៌ណប្រូម៉ូទីម៉ុលខៀវ និងទឹកបិទ។

3.លំនាំពិសោធន៍

3.1. ពិសោធន៍នៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគសូ. Na_2SO_4 នៅកំហាប់ 0.1M

យើងទធ្វើ 250mLនៃសូលុយស្យុង Na_2SO_4 0.1M ។រំលែកយក100mLនៃសូលុយស្យុងនេះទៅ លាយជាមួយអង្គធាតុចង្អុលពណ៌ប្រូម៉ូទី ម៉ុលខៀវ ពេលនោះសលូយុស្យុងឡើងពណ៌បៃតង (pH=7) បន្ទាប់មកយកសូលុយស្យុង ដែលទទួលបាននេះ ដាក់ចូលកែវបេស៊ែ ដែលមានសន្ទះខ័ណ្ឌនៅ ចន្លោះអេឡិចត្រូតកាបូនក្រភីត។

3.2. គំនូសលំនាំអគ្គីនីវិភាគ



3.3. លំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

នៅកាតូត មានពពុះឧស្ម័ន ជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន H_2 និងយើងសង្កេតឃើញសូលុស្យុងនៅតំបន់កាតូតបានប្រែពណ៌ពីបៃតងទៅខៀវ បានន័យថាពេលដំណើការអគ្គីសនីវិភាគនៅតំបន់កាតូតមានភាពប្រែប្រួល pH ពី $pH=7 \rightarrow pH=14$ ។នៅអាណូតមានពពុះឧស្ម័នជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន O_2 និងយើងសង្កេតឃើញសូ.នៅតំបន់អាណូតបានប្រែពណ៌ពីបៃតងទៅលឿង បានន័យថាពេលដំណើការ អគ្គីសនីវិភាគ នៅតំបន់កាតូតមានភាពប្រែប្រួល pH ពី $pH=7 \rightarrow pH=0$ ។

មុនពេលចរន្តឆ្លងកាត់

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $Na_2SO_4(aq) \rightarrow 2Na^+(aq)+SO_4^{2-}(aq)$

ប្រភេទគីមីនៅកាតូតមាន Na^+ និង H_2O ។

ចំណាត់ថ្នាក់គួរជើកប្រភេទគីមីនៅកាតូត $E^o_{H_2O/H_2} = -0.82V > E^o_{Na^+/Na} = -2.71V$

ដូចនេះនៅកាតូត H_2O បានរងរេដុកម្មមុន Na^+

ប្រភេទគីមីនៅអាណូតមាន SO_4^{2-} និង H_2O ។

ចំណាត់ថ្នាក់គួរជើកប្រភេទគីមីនៅអាណូត $E^o_{O_2/H_2O} = +0.82V < E^o_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = 2.01V$

ដូចនេះនៅអាណូត H_2O បានរងអុកស៊ីតកម្មមុន SO_4^{2-}

ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

កន្លះសមីការនៅកាតូត $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

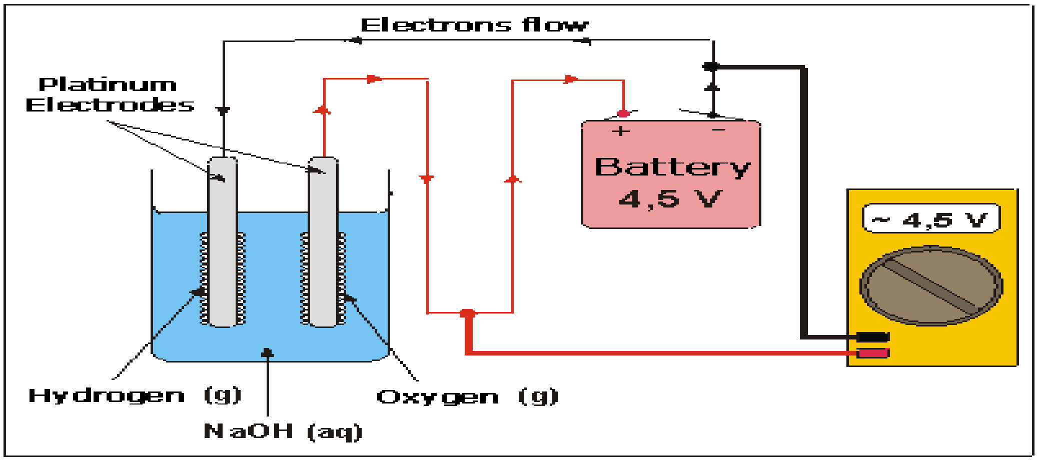
កន្លះសមីការនៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g)+4H^+ +4e^-$

សមីការតុល្យការនៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g)+2H_2(g)$

4. ពិសោធន៍នៃលំនាំអគ្គីសនិវិភាគសូលុយស្យុងNaOHនៅកំហាប់ 0.1M

4.1. យើងទម្ងើ 250mLនៃសូ NaOH 0.1M ឬpH=13។ រួចហែកយក 100mL នៃសូលុយស្យុងនេះទៅ ធ្វើអគ្គិសនីវិភាគដូចរូបខាងក្រោមនេះ។

4.2. គំនូសលំនាំអគ្គិនីវិភាគ



4.3. **លទ្ធផលពិសោធន៍**

ពេលដំណើរការអេឡិចត្រូលីសស្ង.នេះគេសង្កេតឃើញនៅកាតូត មានពពុះឧស្ម័ន ជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន H_2 និងនៅអាណូតមានពពុះឧស្ម័នជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន O_2 ។

មុនចរន្តឆ្លងកាត់

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

ប្រភេទគីមីនៅកាតូតមាន Na^+ និង H_2O ។

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅកាតូត $E^o_{H_2O/H_2} = -0.82V > E^o_{Na^+/Na} = -2.71V$

ដូចនេះនៅកាតូត H_2O បានរងរេដុកមុន Na^+

-ប្រភេទគីមីនៅអាណូតមាន OH^- និង H_2O

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅអាណូត $E^o_{O_2/H_2O} = +0.82V > E^o_{O_2/OH^-} = 0.40V$

ដូចនេះនៅអាណូត OH^- បានរងអុកស៊ីតកម្មមុន H_2O

ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

កន្លះសមីការនៅកាតូត $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

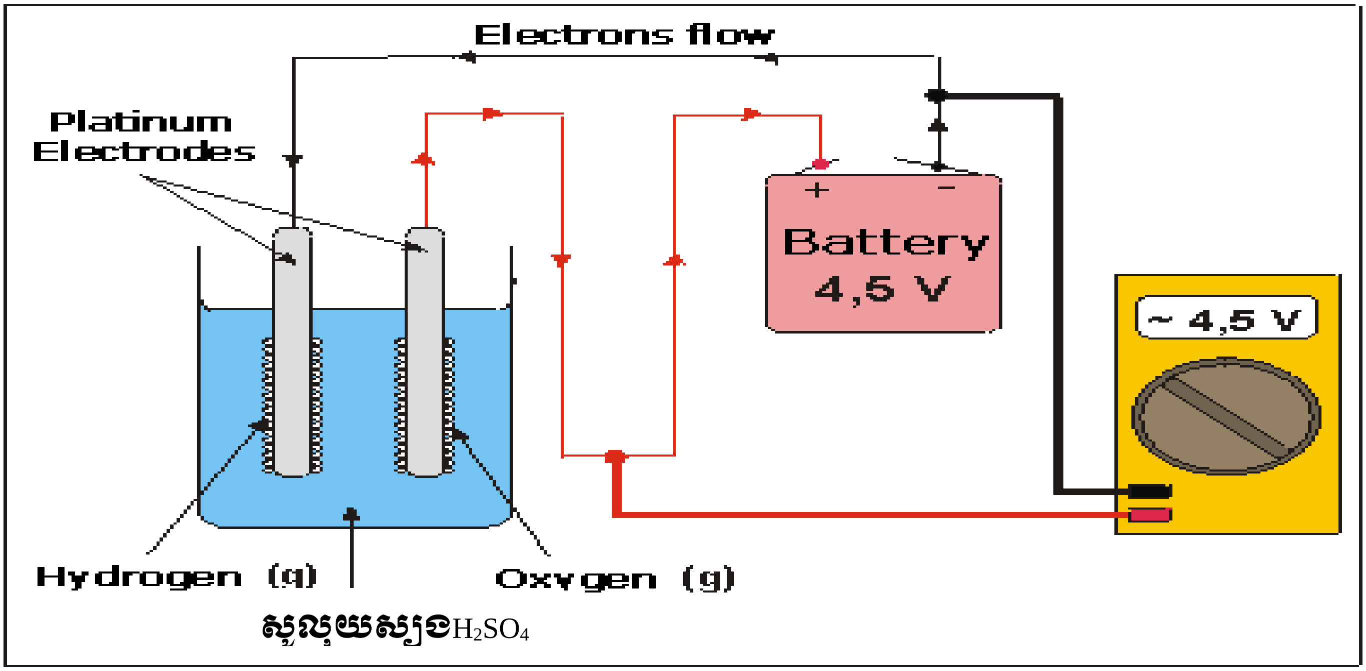
កន្លះសមីការនៅអាណូត $4OH^-(aq) \rightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$

សមីការតុល្យការនៃលំនាំអេឡិចត្រូលីស $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$

5.**ពិសោធន៍នៃលំនាំអេឡិចត្រូលីសស្ង្គុលុយស្យុង** H_2SO_4

5.1. យើងទទួលបាន 250mLនៃស្ង. H_2SO_4 0.05M ឬpH=1។ រំលែកយក 100mL នៃសូលុយស្យុងនេះទៅ ធ្វើអេឡិចត្រូលីសដូចរូបខាងក្រោមនេះ។

5.2. **គំនូសលំនាំអេឡិចត្រូលីស**



5.3. **លំនាំអគ្គិសនីវិភាគ**

ពេលដំណើរការអគ្គីនីវិភាគសូ.នេះគេសង្កេតឃើញនៅកាតូត មានពពុះឧស្ម័នជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន H_2 និងនៅអាណូតមានពពុះឧស្ម័នជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន O_2 ។

មុនចរន្តឆ្លងកាត់

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង $H_2SO_4(aq) \rightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅកាតូត $E^o_{H^+/H_2} = 0.00V > E^o_{H_2O/H_2} = -0.82V$

ដូចនេះនៅកាតូត H^+ បានរងរេដុកមុន H_2O

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

ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅអាណូត $E^o_{O_2/H_2O} = +0.82V < E^o_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}} = 2.01V$

ដូចនេះនៅអាណូត H_2O បានរងអុកស៊ីតកម្មមុន SO_4^{2-}

ពេលចរន្តឆ្លងកាត់

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

កន្លះសមីការនៅអាណូត $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

សមីការតុល្យការនៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$

គរុនិស្សិតឈ្មោះ.............................
លេខរៀង៖......................................
ពិន្ទុ៖..

ប្រលងថ្ងៃទី០១ខែ កុម្ភៈ ឆ្នាំ២០២០

សំណួរទី១ សរសេរសមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងនៃសមាសធាតុរលាយនីមួយៗក្នុងទឹក

ក) $CuSO_4.5H_2O$ ខ) $ZnSO_4.7H_2O$ គ) $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$

សំណួរទី២ ចូរសរសេរទំនាក់ទំនង C_M ជាមួយនឹង $C\%$ និង d ។

សំណួរទី៣ ចូរឲ្យនិយមន័យថ្មពិល ឬអាគុយ។

លំហាត់ទី១ ក)គណនា C_M របស់សូលុយស្យុង H_2SO_4 នៅកំហាប់ 98%និង d=1.84។

ខ)គណនាមាឌសូលុយស្យុងអាស៊ីតខាងលើចាំបាច់ដែលត្រូវដើម្បីទង្វើ 1000mLនៃសូលុយស្យុងនៅកំហាប់0.1M។

លំហាត់ទី២ គេឲ្យសញ្ញាណសន្ទតនៃថ្មពិល $(-)Zn(s)|Zn^{2+}(aq)(1M)||Cu^{2+}(aq)(1M)|Cu(s)(+)$

ក)សរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរនៃថ្មពិល។

ខ)សរសេរសមីការតុល្យការពេលប្រើថ្មពិល។

គ)គណនាបរិមាណអគ្គីសនីដែលថ្មពិលដែលបានបញ្ចេញបើលោហ:ស័ង្កសីចូលរួមប្រតិកម្មអស់6.5g។

លំហាត់ទី៣ គេឲ្យ $E^0(Na^+/Na)=-2.71V$ $E^0(H_2O/H_2)=-0.82V$ $E^0(O_2/H_2O)=+1.23V$ និង $E^o(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-})=+2.01V$ ។គេដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគសូ. Na_2SO_4 នៅកំហាប់ $1M$ ជាមួយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត 0.2A កំឡុងពេល30min។

ក.ចូរសរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។

ខ.គណនាមាឌឧស្ម័ន H_2 ដែលភាយឡើងនៅ 0^oC ក្រោមសំពាធ1atm។

លំហាត់ទី៤ គេឲ្យ $E^0(Na^+/Na)=-2.71V$ $E^0(H_2O/H_2)=-0.82V$ $E^0(O_2/H_2O)=+1.23V$ និង $E^o(O_2/OH^-)=+0.41V$ ។គេដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគសូ. $NaOH$ នៅកំហាប់ $1M$ ជាមួយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត 0.2Aរហូតដល់គេទទួលបានឧស្ម័ន H_2 ចំនួន 11.2Lនៅល.ធ ។

ក.ចូរសរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។

ខ.គណនារយៈពេលដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគ។

លំហាត់ទី៥ គេឲ្យ $E^0(Na^+/Na)=-2.71V$ $E^0(H^+/H_2)=-0.00V$ $E^0(O_2/H_2O)=+1.23V$ និង $E^o(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-})=+2.01V$ ។

គេដំណើការអគ្គិសនីវិភាគសូ. H_2SO_4 នៅកំហាប់ $0.50M$ ជាមួយអាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត 0.2A រហូតដល់គេទទួលបាន

ឧស្ម័ន O_2 ចំនួន 5.6Lនៅល.ធ ។

ក.ចូរសរសេរកន្លះសមីការដែលកើតមានឡើងនៅលើអេឡិចត្រូតទាំងពីរ។

ខ.គណនារយៈពេលដំណើការអគ្គិសនីវិភាគ។

អគ្គីសនីវិភាភសលូយុស្យុង NaCl

I.គោលបំណាងពិសោធន៍

អោយនិស្សិតយល់

–ពីការលើកលែងក្នុងករណីពិសេស ដែលមិនគោរពតាមអំនាចរេដុករនៃអ៊ីយ៉ុង Cl^- ពេលដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគសូ.NaCl។

–ពីសុវត្ថិភាពពេលពិសោធ៌ ព្រោះពេលដំណើការពិសោធន៍មានបំភាយឧស្ម័នក្លរ។និស្សិតទាំងអស់ត្រូវប្រុងប្រយ័ត្នព្រោះ ឧស្ម័នក្លរពុល និងធ្វើអោយប៉ះពាល់ផ្លូវដង្ហើម។និស្សិតត្រូវពាក់ម៉ាសនិងត្រូវឈរអោយឆ្ងាយពីឧបករណ៍ពិសោធន៍បន្តិចព្រោះឧស្ម័នក្លរភាយចេញ
ពីជើងវិភាគ។

II.ធាតុគីមី និង ឧបករណ៍

–ក្រាមអំបិល NaCl ក្រាមអំបិល KI ម្សៅអាមីដុង ក្រដាស់តំរង ផេណុលផ្តាលេអ៊ីន។

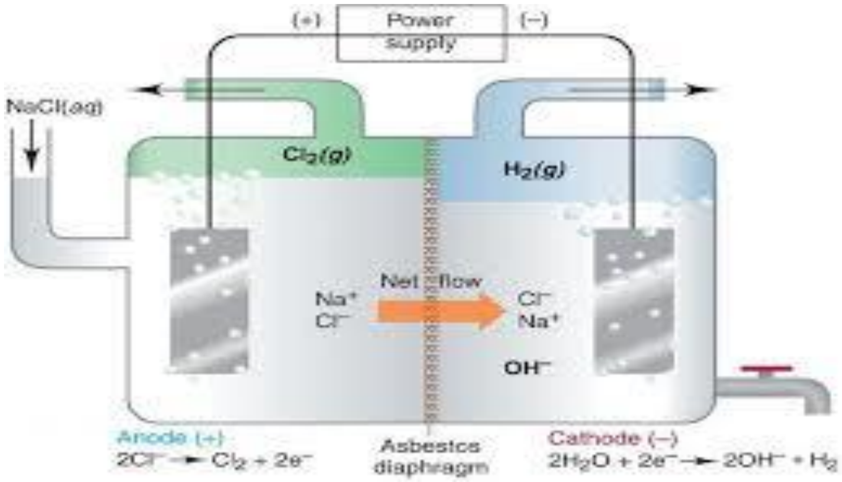
–កែវបេស៊ែរចំណុះ 250mL អេឡិចត្រូតនិចលកាបូនក្រាភីត nigអាគុយ 6V

III. លំនាំពិសោធន៍

–ទង្វើសូ. $NaCl$ 0.1M

–ទង្វើសូ.KI 0.1M

–យកក្រដាស់តំរងជ្រលក់ចូលទៅក្នុង សូ.KI ហើយលាបម្សៅបាយម៉ានអាមីដុងទុករកអត្តញ្ញាណកម្មឧស្ម័ន Cl_2 ព្រោះដែលក្លរកកើត
បានធ្វើអោយក្រដាស់តំរងមានដក់ាសូ.KI និងម្សៅអាមីដុងឡើងពណ៌ខៀវ។
យើងរំលែកយក100mL នៃសូ.NaClនេះទៅ លាយជាមួយធាត ចុង្កុល ពណ៌ អាស៊ីត-បាសផេណុលផ្តាលេអ៊ីន 10តំនក់។ដាក់សន្ទះខ័ណ្ឌ នៅចន្លោះ អេឡិចត្រូត កាបូនក្រភីតទាំងពីរ។
សេម៉ាលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ



ពេលដំណើរការអគ្គីនីវិភាគសូ.នេះគេសង្កេតឃើញ

នៅកាតូត មានពពុះឧស្ម័ន ជាច្រើនភាយឡើង គឺជាឧស្ម័ន H_2 និងមានបំរែបំរួលពណ៌ផ្កាឈូក។
នៅអាណូត មានពពុះឧស្ម័នយឺតៗភាយឡើង និងមានក្លិនក្រពុលគឺឧស្ម័នក្លរ Cl_2 ។

-ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅកាតូត $E^o(H_2O/H_2)=-0.82V > E^o(Na^+/Na)=-2.71V$
ដូចនេះនៅកាតូត H_2O បានរងរេដុកម្មមុន Na^+
កន្លះសមីការនៅកាតូត $2H_2O+2e^- \rightarrow H_2+2OH^-$

-ចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកប្រភេទគីមីនៅអាណូត $E^o(O_2/H_2O)=1.23V < E^o(Cl_2/Cl^-)=1.36V$
តាមចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុក H_2O មនាអំណាចរេដុករខ្លាំងជាង Cl^- ប៉ុន្តែតាមលទ្ធផលពិសោធន៍ Cl^- រងអុកស៊ីតកម្មមុន H_2O ។
បាតុនេះដោយសារសៀកប៉ូតង់ស្យែល O_2 កើតមានឡើងនៅអាណូត។ដូចនេះចំណាត់ថ្នាក់គូរេដុកត្រូវអនុវត្តន៍ដូចខាងក្រោមនេះ
$E^{'}(O_2/H_2O)=1.23V+0.52 > E^o(Cl_2/Cl^-)=1.36V$
កន្លះសមីការនៅអាណូត $2Cl^- \rightarrow Cl_2(g)+2e^-$ ពុល
សមីការតុល្យការនៃលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ $2H_2O+2Cl^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-+Cl_2(g)$
បើយើងដំណើការមិនដាក់សន្ទះខ័ណ្ឌនៅចន្លោះអេឡិចត្រូតទាំងពីរទេនោះ នៅក្នុងកែវបេសែ៊រគេទទួលបានទឹកសាវែ៉លដោយក្លរមាន
អំពើជាមួយ OH^- នៅកាតូតតាមសមីការតុល្យការដូចខាងក្រោមនេះ
$Cl_2(aq)+2OH^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq)+ClO^-(aq)+H_2O$ ។

អគ្គីសនីវិភាគសូ. $CuSO_4$

I.គោលបំណងពិសោធន៍

-ចង់អោយនិស្សិតយល់ពីការកកើតលោហៈនៅកាតូត មានសណ្ឋានផ្សេងៗគ្នាគឺអាស្រ័យទៅនឹងដង់ស៊ីតេចរន្តដែលបានឆ្លងកាត់ សូ.$CuSO_4$ និងអាស្រ័យទៅនឹងកំហាប់សូ.$CuSO_4$ ។

II.ធាតុគីមី និងឧបករណ៍ពិសោធន៍

អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត បន្ទះទង់ដែង ក្រាមអំបិល $CuSO_4.5H_2O$ ទឹកបិទ អាគុយ ។

III.ទង្វើសូលុយស្យុង

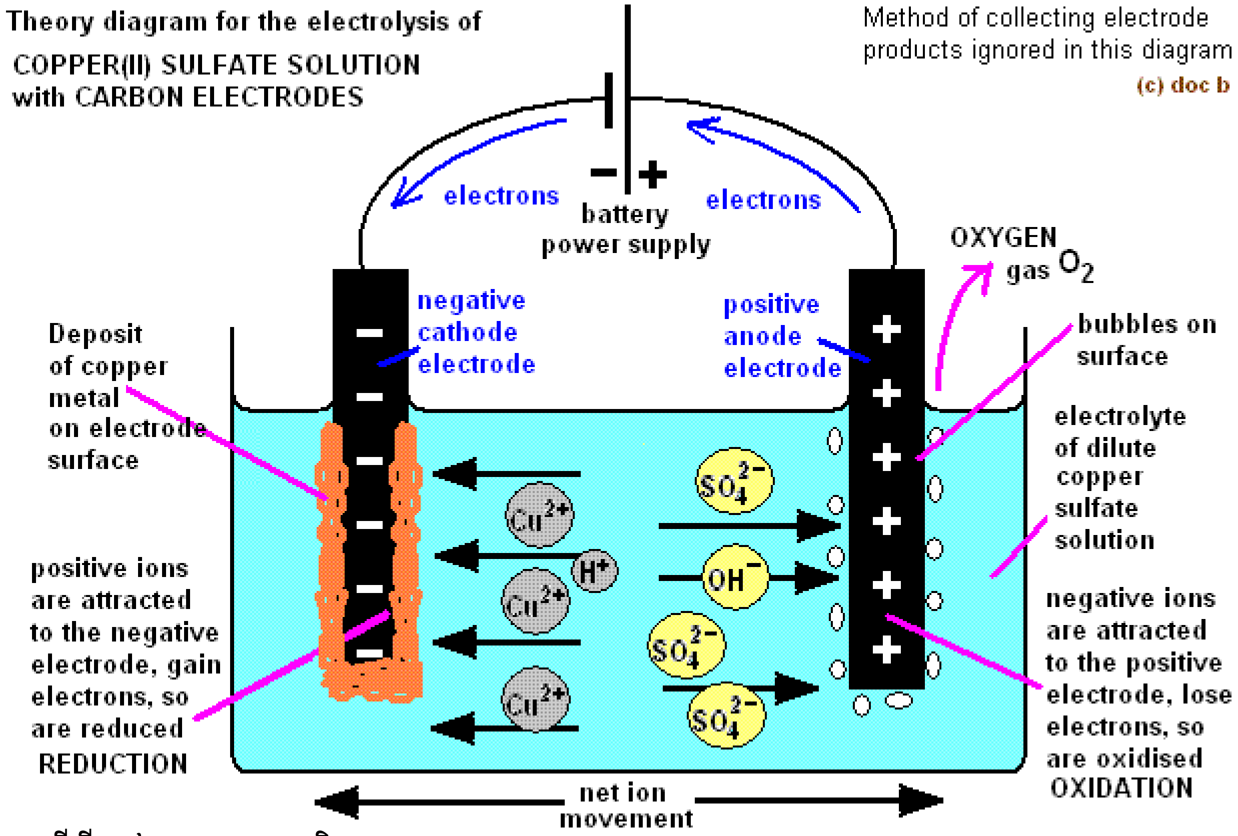
ទង្វើសូ.$CuSO_4$ $0.1M$ ចំនួន100mL ។

IV.លំនាំពិសោធន៍

1. ដំណើការគ្គីសនីវិភាគសូលុយស្យុង $CuSO_4$ $0.1M$

យើងដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគ 50mL នៃសូ.$CuSO_4$ $0.1M$ ជាមួយអេឡិចត្រូតនិចលកាបូនក្រាភីត។

សេម៉ាតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ



ប្រភេទគីមីនៅកាតូត Cu^{2+} និង H_2O

ដោយ $E^o(Cu^{2+}/Cu) = 0.34V \succ E^o(H_2O/H_2) = -0.82V$ ។ដូចនេះ Cu^{2+} មានអំណាចអុកស៊ីតករខ្លាំងជាង H_2O ។

ប្រភេទគីមីនៅអាណូត SO_4^{2-} និង H_2O

ដោយ $E^o(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}) = 2.01V \succ E^o(O_2/H_2O) = 0.82V$ ។ ដូចនេះ H_2O មានអំណាចរេដុករខ្លាំងជាង SO_4^{2-} ។

សមីការតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

$$\text{Cathode} \quad Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

$$\text{Anode} \quad H_2O - 2e^- \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$$

$$Cu^{2+} + H_2O \longrightarrow Cu + \frac{1}{2}O_2 + 2H^+$$

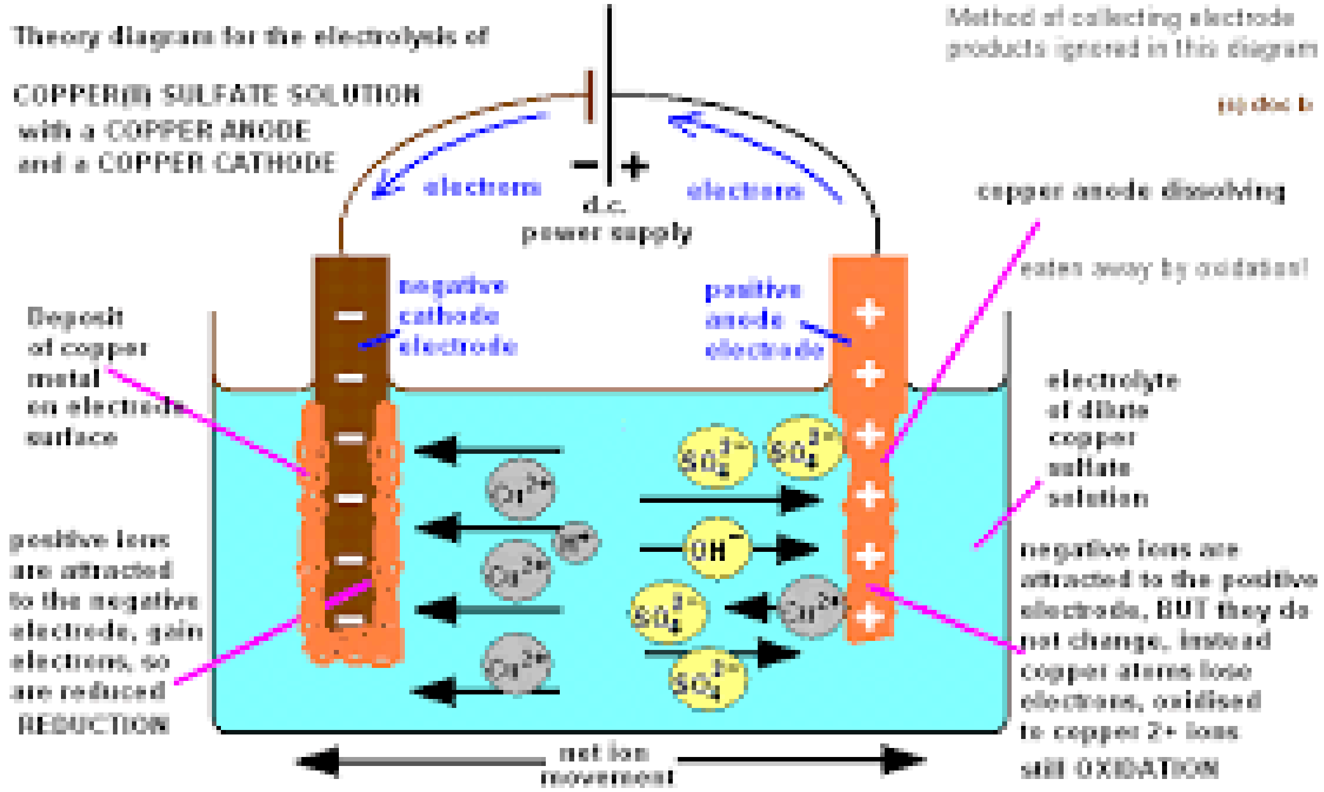
លោហៈទង់ដែងដែលកកើតនៅកាតូត តោងភ្ជាប់នៅលើកាតូត ប៉ុន្តែលោហៈ ទង់ដែងមួយចំនួនបានរងអុកស៊ីតកម្ម ជាមួយអុកស៊ីសែន ក្នុងស្វ.ឡើងពណ៌ខ្មៅ។ដូចនេះពេលដែលយើងសង្កេតមើលបាតុភូត លោហៈទង់ដែងដែលកកើតនៅកាតូតហាក់បីដូចជាមានពណ៌ខ្មៅ នៅកាតូត នេះគឺជាបាតុភូតមួយដែលយើងមិនចង់បាន ក្នុងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ។ដើម្បីបានលោហៈទង់ដែងសុទ្ធនៅខាងកាតូត គេត្រូវ រកវិធីបំបាត់អុកស៊ីសែន

ដែលមានក្នុងសូ.$CuSO_4$ ជាមុនសិន រួចចាំយកសូ.$CuSO_4$ ទៅធ្វើអគ្គិសនីវិភាគ។ដើម្បីបំបាត់អុកស៊ីសែន ដែលមាននៅក្នុងសូ.$CuSO_4$ គេត្រូវប្រើអាស៊ីតពីរ៉ូកាលិច $C_6H_6O_3$ ព្រោះអាស៊ីតនេះស្រូបយកអុកស៊ីសែន។

2.ដំណើការគ្គីសនីវិភាគសូ.$CuSO_4\,0.1M$

យើងដំណើរការអគ្គិសនីវិភាគ 50mL នៃសូ.$CuSO_4\,0.1M$ ជាមួយកាតូតអេឡិចត្រូតនិចលកាបូនក្រាភីត និងជាមួយអាណូត Cu ។

សេម៉ាតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ



ប្រភេទគីមីនៅកាតូត Cu^{2+} និង H_2O ។ ដោយ $E^o(Cu^{2+}/Cu)=0.34V \succ E^o(H_2O/H_2)=-0.82V$

ដូចនេះ Cu^{2+} មានអំណាចអុកស៊ីតករខ្លាំងជាង H_2O ។

ប្រភេទគីមីនៅអាណូត SO_4^{2-}, Cu និង H_2O

ដោយ $E^o(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-})=2.01V \succ E^o(O_2/H_2O)=0.82V \succ E^o(Cu^{2+}/Cu)=0.34V$ ។

ដូចនេះ Cu មានអំណាចរេដុករខ្លាំងជាង H_2O និង SO_4^{2-},

សេម៉ាតាងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគ

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

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

ក្នុងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគនេះគឺជាការដឹកជញ្ជូនលោហៈទង់ដែងពីអាណូតមកកកនៅខាងកាតូត។

អត្រាស្វ.I_2 ដោយស្វ.$(2Na^+ + S_2O_3^{2-})$

I.គោលបំណងពិសោធន៍

-អោយនិស្សិតយល់អំពីការរំលាយក្រាម I_2 ក្នុងស្វ.$(K^+ + I^-)0,1M$ គេទទួលបានស្វ.I_3^- ដែលមាលលក្ខណះដូចស្វ.I_2 ។

-អោយនិស្សិតយល់ពីរបៀបកំនត់ចំនុចសមមូលរេដុកដោយប្រើធាតុចង្អុលពណ៌បាយម៉ានអាមីដុង។

II. ឧបករណ៍ និងធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ

-ឧបករណ៍រួមមាន: ម៉ាស៊ីនខ្វរម៉ាញ៉េទិច កែវវាស់មាឌចំនុះ 100mL ចំនួនពីរ កែវបេសែរ៍ចំនុះ100mL ចំនួនពីរ ប៊ុយ៉ែរ៉ែតចំនុះ 25mL

ចំនួនមួយ ស៊ីរាំង 20mLចំនួនមួយ ជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច និងចង្ក្រាន។

-ធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ: ទឹកបទិ ដុំ I_2 ក្រាមអំបិលKI ក្រាមអំបិល $Na_2S_2O_3.5H_2O$ និងម្សៅអាមីដុង។

II.ទង្វើស្វលុយស្យុង

1. ទង្វើស្វ.$(K^+ + I^-)0,1M$ ចំនួន 100mL ពីក្រាមអំបិលKI

2.ទង្វើស្វ. I_3^- ចំនួន 100mL ពីក្រាម I_2 ។យកក្រាមI_2មួយដុំតូចដាក់ចូលទៅក្នុង 100mL ស្វ. $(K^+ + I^-)0,1M$ បន្ទាប់មកដាក់គ្រាប់ខ្វរចូលហើយបិទគំរបអោយជិត។យកស្វ.នេះទៅកូររហូតដល់ក្រាម I_2រលាយអស់បន្ទាប់មកចាក់ស្វ.នេះ

ចូលទៅក្នុងដបយើងទទួលបានស្វ.ដែលមានកំហាប់ $[I_3^-]_x$ ។

3.ទង្វើស្វ.$(2Na^+ + S_2O_3^{2-})0,1M$ ចំនួន 100mL ពីក្រាមអំបិល $Na_2S_2O_3.5H_2O$

4.ទង្វើបាយមានអាមីដុង ដោយដាក់ទឹក 20mL ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែរបន្ទាប់មកថែមម្សៅអាមីដុងបន្តិចចូលហើយដុតកំដៅរហូត

ដល់ម្សៅអាមីដុងរលាយក្លាយជាបាយម៉ានអាមីដុង។

III. លំនាំអត្រាស្វ.I_3^- ដោយស្វ.$(2Na^+ + S_2O_3^{2-})0,1M$

-ប្រើស៊ីរាំងបឺតយក 20mL នៃស្ល. I_3^- ដែលមានកំហាប់ $[I_3^-]_x$ មិនស្គាល់ដាក់ចូលទៅក្នុងកែវបេសែរ។បន្ទាប់មកដាក់បាយម៉ានអាមីដុង

បីតំណក់ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែរគេសង្កេតឃើញស្ល.ឡើងពណ៌ខៀវក្រមៅ។

-នៅក្នុងប៊ុយរ៉ែតមានដាក់ស្ល. $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})0,1M$ រហូតដល់គំនូសក្រិត 25mL។

-បើកប៊ុយរ៉ែតសំរក់ស្ល. $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})0,1M$ ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែររហូតដល់ចំនុចសមមូលរេដុកគេសង្កេតឃើញពណ៌ខៀវ

នៅក្នុងកែវបេស៊ែរបានបាត់ពណ៌អស់គេត្រូវប្រើស្ល.នេះអស់ $V_{Red} = xmL$ ។

IV. 1 សមីការតាងលំនាំអត្រា

$$\begin{array}{l} I_3^- + 2e^- \rightarrow 3I^- \\ 2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^- \end{array} \quad +$$

$$I_3^- + 2S_2O_3^{2-} \rightarrow 3I^- + S_4O_6^{2-}$$

2.គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃស្ល. I_3^- ៖ តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រចំនួនម៉ូល

$$\frac{[I_3^-]_x \times Vox}{1} = \frac{0,1M \times V_{Red}}{2}$$

ដូចនេះ $$[I_3^-]_x = \frac{0,1M \times V_{Red}}{2Vox} = \frac{0,1M \times V_{Red}}{2 \times 20mL} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

អត្រាស្វ. $H_2C_2O_4$ ដោយស្វ. $(K^+ + MnO_4^-)$

I.គោលបំណងពិសោធន៍

-អោយនិស្សិតយល់អំពីការរំលាយក្រាម $KMnO_4$ ទៅក្នុងទឹក។

-អោយនិស្សិតយល់ពីរបៀបកំនត់ចំនុចសមមូលរេដុកដោយមិនប្រើប្រើធាតុចង្អុលពណ៌។

II. ឧបករណ៍ និងធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ

-ឧបករណ៍រួមមាន: ម៉ាស៊ីនខ្វះម៉ាញ៉េទិច កែវវាស់មាឌចំនុះ 100mL ចំនួនពីរកែវបេសែរចំនុះ100mL ចំនួនពីរ ប៊ុយរ៉ែតចំនុះ 25mL

ចំនួនមួយ ស៊ីរ៉ាំង 20mLចំនួនមួយ ជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច និងចង្ក្រាន។

-ធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ: ទឹកបិទ ក្រាមអំបិល $KMnO_4$ ក្រាមអាស៊ីត $H_2C_2O_4.2H_2O$ និងអាស៊ីត H_2SO_4 ខាប់។

II.ទង្វើស្វលុយស្យុង

1.ទង្វើស្វ. $(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ ចំនួន 100mL ពីក្រាមអំបិល $KMnO_4$ ។

2.ទង្វើស្វ. $H_2C_2O_4 0,1M$ ចំនួន 100mL ពីក្រាមអាស៊ីត $H_2C_2O_4.2H_2O$ ។

III. លំនាំអត្រាស្វ. I_3^- ដោយស្វ. $(2Na^+ + S_2O_3^{2-})0,1M$

-ប្រើស៊ីរ៉ាំងបឺតយក 20mL នៃស្ល.$H_2C_2O_4$ ដែលមានកំហាប់ $0,1M$ ដាក់ចូលទៅក្នុងកែវបេសែ៊។បន្ទាប់មកដាក់ អាស៊ីត H_2SO_4 ខាប់ 5 តំនក់ហើយកូរអោយសព្វរួចយកទៅដាក់លើចង្ក្រានអគ្គីសនីដែលមានកំដៅ 60^oC ថេរ។

-នៅក្នុងប៊ុយរ៉ែតមានដាក់ស្ល.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ រហូតដល់គំនូសក្រិត 25mL។

-បើកប៊ុយរ៉ែតសំរក់ស្ល.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែរហូតដល់ចន្ទុំចសមមូលរេដុកគេសង្កេតឃើញពណ៌ផ្កាកូឡាប

លេចឡើងនៅក្នុងកែវបេស៊ែគេត្រូវប្រើស្ល.នេះអស់ $Vox = xmL$ ។

IV. 1 សមីការតាងលំនាំអត្រា

$$\begin{cases} MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O & \times\ 2 \\ H_2C_2O_4 \rightarrow 2CO_2 + 2H^+ + 2e^- & \times\ 5 \end{cases}$$

$$2MnO_4^- + 6H^+ + 5H_2C_2O_4 \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

2.គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃស្ល. $KMnO_4$

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រចំនួនម៉ូល

$$\frac{[MnO_4^-]_x \times Vox}{2} = \frac{0,1M \times V_{Red}}{5}$$

ដូចនេះ $[MnO_4^-]_x = \dfrac{2 \times 0,1M \times V_{Red}}{5Vox} = \dfrac{2 \times 0,1M \times 20mL}{5Vox} = ...$

អត្រាស្ល. H_2O_2 ដោយស្ល.$(K^+ + MnO_4^-)$

I.គោលបំណងពិសោធន៍

-អោយនិស្សិតយល់អំពីការថែររក្សាទឹកអុកស៊ីសែន និងបំរើបំរាស់ទឹកអុកស៊ីសែន។

-អោយនិស្សិតយល់ពីរបៀបកំនត់ចំនុចសមមូលរេដុកដោយមិនប្រើប្រើធាតុចង្អុលពណ៌។

II. ឧបករណ៍ និងធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ

-ឧបករណ៍រួមមាន: ម៉ាស៊ីនខ្ទះម៉ាញ៉េទិច កែវវាស់មាឌចំនុះ 100mL ចំនួនពីរកែវបេសែរ៍ចំនុះ100mL ចំនួនពីរប៊ុយរ៉ែតចំនុះ 25mL

ចំនួនមួយ ស៊ីរ៉ាំង 20mLចំនួនមួយ ជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច និងចង្ក្រាន។

-ធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ: ទឹកបិទ ក្រាមអំបិល $KMnO_4$ សូ.H_2O_2 ដែលមានលក់នៅឱសថស្ថាន និងអាស៊ីត H_2SO_4 ខាប់។

II.ទង្វើសូលុយស្យុង

1.ទង្វើសូ.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ ចំនួន 100mL ពីក្រាមអំបិល $KMnO_4$ ។

III. លំនាំអត្រាសូ.H_2O_2 ដោយសូ.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$

-ប្រើស៊ីរ៉ាំងបឺតយក 10mL នៃសូ.H_2O_2 ដែលមានកំហាប់មិនស្គាល់ ដាក់ចូលទៅក្នុងកែវបេសែ៊ និងបន្ថែម 10mL ទឹក។បន្ទាប់មកដាក់ អាស៊ីត H_2SO_4 ខាប់ 5 តំនក់ហើយកូរអោយសព្វ។

-នៅក្នុងប៊ុយរ៉ែតមានដាក់សូ.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ រហូតដល់គំនូសក្រិត 25mL។

-បើកប៊ុយរ៉ែតសំរក់សូ.$(K^+ + MnO_4^-)0,1M$ ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែរហូតដល់ចំនុចសមមូលរេដុកគេសង្កេតឃើញពណ៌ផ្កាកូឡាប

លេចឡើងនៅក្នុងកែវបេស៊ែគេត្រូវប្រើសូ.នេះអស់ $Vox = xmL$ ។

IV. 1 សមីការតាងលំនាំអត្រា

$$\begin{array}{l|l} & H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^- \quad \times 5 \\ & MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad \times 2 \end{array}$$

$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

2.គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូ.H_2O_2

តាមសមីការតុល្យការគេបានសមាមាត្រចំនួនម៉ូល

$$\frac{[MnO_4^-]\times Vox}{2} = \frac{[H_2O_2]_x \times V_{Red}}{5}$$

ដូចនេះ $[H_2O_2]_x = \dfrac{5\times[MnO_4^-]\times Vox}{2\times V_{Red}} = \dfrac{5\times 0,1M \times Vox}{2\times 10mL} =$ ....

ជំពូកទី១ ពិសោធន៍អេឡិចត្រូគីមី

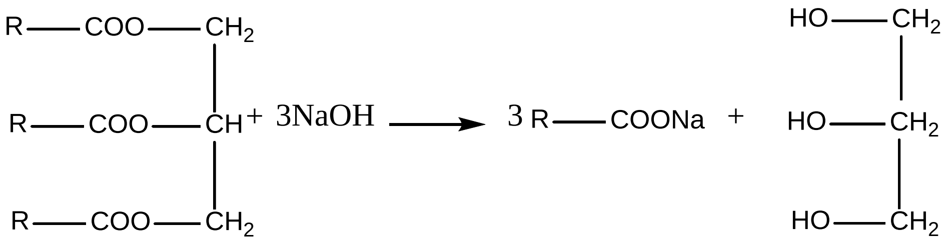
មេរៀនទី១ ការលាងឧបករណ៍

1.**សាប៊ូ** (Soap)

1.1. និយមន័យ៖ សាប៊ូ គឺជាអំបិលនៃសូដ្យូមឬប៉ូតាស្យូមជាមួយអាស៊ីតខ្លាញ់ដែលមានអាតូមកាបូនពី12 ទៅ 18 អាតូម។

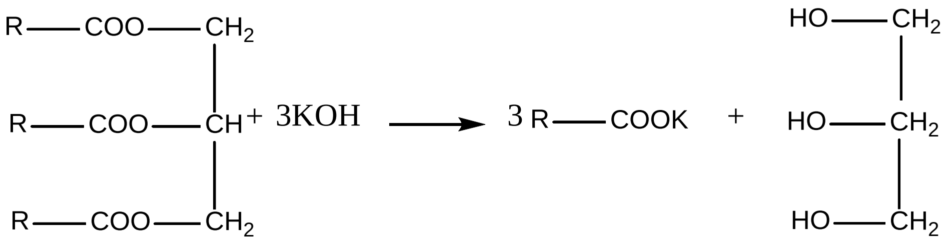
រូបមន្តទូទៅនៃសាប៊ូ R-COONa ឬ R-COOK

1.2. សមីការតាងប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម



អង្គធាតុខ្លាញ់ ស៊ូត សាប៊ូ គ្លីសេរ៉ុល

សមីការតាងប្រតិកម្មសាប៊ូកម្ម



អង្គធាតុខ្លាញ់ ប៉ូតាស្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត សាប៊ូ គ្លីសេរ៉ុល

សាប៊ូរលាយក្នុងទឹក

$$R\text{-}COONa(s) \xrightarrow{H_2O(l)} R\text{-}COO^-(aq) + Na^+(aq)$$

$$R\text{-}COOK(s) \xrightarrow{H_2O(l)} R\text{-}COO^-(aq) + K^+(aq)$$

ទឹកសាប៊ូមានលក្ខណៈបាសព្រោះ $R\text{-}COO^-$ មានលក្ខណៈជាបាសតាមទ្រឹស្តីប្រុងស្ទែត-ឡូរី។

លក្ខណៈសូលុយស្យុងបាសនៃសាប៊ូ

រស់ជាតិល្វីង ប៉ះដៃមានលក្ខណៈរអិល កាត់ស្បែកដៃ មាន $pH>7$ និង BBT ប្រែពណ៌ខៀវ។

1.3. **លក្ខណៈសម្អាតខ្លាញ់ឬប្រេងរបស់សាប៊ូ**

-រ៉ាឌីកាល់អ៊ីដ្រូកាបួ(R)គេហៅថាកន្ទុយសាប៊ូមានលក្ខណៈចំណូលខ្លាញ់ឬប្រេង (លក្ខណៈចំណូលខ្លាញ់ឬប្រេង គេហៅថាលក្ខណៈអ៊ីដ្រូផូប) ។

-នាទីកាបុកស៊ីឡាត $-COO^-$ គេហៅថាក្បាលសាប៊ូមានលក្ខណៈចំណូលទឹក (លក្ខណៈចំណូលទឹកគេហៅថាលក្ខណៈអ៊ីដ្រូភីល) ។

1.4. **ទឹករឹង**

និយមន័យ៖ទឹករឹងគឺជាទឹកធម្មជាតិដែលមានបរិមាណអ៊ីយ៉ុង Ca^{2+} និង Mg^{2+} ច្រើន។

ឧទាហរណ៍៖ទឹកទន្លេ ទឹកសមុទ្រ ទធកស្ទឹង ទឹកស្រះ ទឹកអណ្តូង ទឹកព្រែក..................ជាទឹករឹង។

1.5. សាប៊ូមានប្រតិកម្មជាមួយទឹករឹងបង្កើតបានកករជាប់នឹងឧបករណ៍ពិសោធន៍។ ដូចនេះគេមិនត្រូវលាងឧបករណ៍ពិសោធជាមួយសាប៊ូក្នុងទឹករឹងទេ។

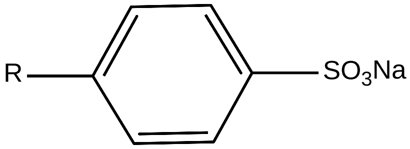
សមីការតាងប្រតិកម្មរវាងសាប៊ូជាមួយទឹករឹង

$$2R\text{-}COO^-(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (R\text{-}COO)_2Ca(s)$$

$$2R\text{-}COO^-(aq) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow (R\text{-}COO)_2Mg(s)$$

2.**សារធាតុជម្រះក្អែល** (Detergent)

និយមន័យ៖ សារធាតុជម្រះក្អែល គឺជាអំបិលសូដ្យូមអាល់គីលផេនីលស៊ុលផូណាត ឬអំបិលសូដ្យូមអាល់គីលស៊ុលផាត។



អាល់គីលផេនីលស៊ុលផូណាត

R-SO_4Na សូដ្យូមអាល់គីលស៊ុលផាត

សារធាតុជម្រះក្អែលមានលក្ខណៈសម្អាតល្អប្រសើរជាងសាប៊ូព្រោះវាគ្មានអំពើជាមួយទឹករឹង។

3.**ការលាងឧបករណ៍**

3.1. **ការលាងឧបករណ៍ធម្មតា**

- លាងដោយទឹកស្អាតពីរដង។
- លាងដោយទឹកសុទ្ធពីរដង។
- សម្ងួតឲ្យស្ងួត។

3.2. **ការលាងឧបករណ៍ជាប់កករ**

ឧទាហរណ៍៖ ដបដាក់សូលុយស្យុងទង់ដែងស៊ុលផាតមានជាប់កករ $Cu(OH)_2$ ។

ហេតុអ្វីបានជាជាប់កករ $Cu(OH)_2$?

សមីការតាងប្រតិកម្ម $Cu^{2+}(aq) + 4H_2O(l) \rightleftarrows Cu(OH)_2(s) + 2H_3O^+(aq)$

ដើម្បីសំអាតកករ $Cu(OH)_2$ គេត្រូវប្រើសូលុយស្យុងអាស៊ីត H_2SO_4 ឬសូលុយស្យុងHCl ឬសូលុយស្យុងHNO_3

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

4.**អនុវត្តន៍**

គរុនិស្សិតអនុវត្តន៍នៅក្នុងទីពោសោធន៍

មេរៀនទី២ សូលុយស្យុងទឹក(សូលុយស្យុងអាក់គឺ)

1.**សូលុយស្យុង**

1.1. និយមន័យ: សូលុយស្យុងអាក់គីគឺជាល្បាយស្មើសាច់នៃអង្គធាតុរាវដែលមានធាតុបង្កសំខាន់ពីរគឺអង្គធាតុរលាយនិងទឹក។

1.2. ឈ្មោះសូលុយស្យុងត្រូវហៅតាមឈ្មោះអង្គធាតុរលាយ

ឧទាហរណ៍៖ សូលុយស្យុងអំបិល សូលុយស្យុងអាស៊ីត សូលុយស្យុងបាស

អង្គធាតុរំលាយ គឺទឹក ចំណែកឯអង្គធាតុរលាយមានអំបិលរលាយ បាសរលាយ និងអាស៊ីតរលាយ។

2. **កំហាប់សូលុយស្យុង**

2.1. **កំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុង**A (C%)

និយមន័យ៖ C%គឺជាម៉ាសអង្គធាតុរលាយAគិតជា(g)ដែលមាននៅក្នុងសូលុស្យុង100g។

រូបមន្តកំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុងA $C\%=\frac{m_A \times 100}{m_s}$

ឧទាហរណ៍៖គណនាម៉ាសNaOHចាំបាច់ដែលត្រូវប្រើដើម្បីទធ្វើសូលុស្យុងNaOHនៅកំហាប់ 10% ចំនួន 100mL។ ដង់ស៊ីតេនៃសូលុយស្យុងនេះគឺ d=1.11។

ដំណោះស្រាយ

គណនា m_{NaOH}

តាមរូបមន្ត $C\%=\frac{m_{NaOH}\times 100}{m_s} \Rightarrow m_{NaOH}=\frac{C\%\times m_s}{100}$

តាមរូបមន្ត $d=\frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s=V_s\times d=100\times 1.11=111.00g$

ដូចនេះ $m_{NaOH}=\frac{10\times 111}{100}=\boxed{11.1g}$

អនុវត្តរបៀបធ្វើសូលុយស្យុងNaOH

ក. ឧបករណ៍៖ ជញ្ជីង កែវបេស៊ែរចំនុះ100mLចំនួនពីរ កែវវាស់មាឌចំណុះ1L ស្លាបព្រា ស្រោមដៃពីប៉ែតបន្តក់។

ខ. សារធាតុគីមី: ក្រាមNaOH និងទឹក

គ. គរុនិស្សិតអនុវត្តតាមការណែនាំ

ឃ. វាស់មាឌសូលុយស្យុង ដោយកែវវាស់មាឌចំណុះ1L

ង. គណនាដង់ស៊ីតេនៃសូលុយស្យុងNaOH។

2.2 **កំហាប់ជាម៉ាសនៃសូលុយស្យុងA** $(C_{g/L})$

2.1. និយមន័យ៖ $C_{g/L}$ គឺជាម៉ាសអង្គធាតុរលាយAគិតជា(g)ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុង1L។

រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ាសនៃសូលុយស្យុងA $\boxed{C_{g/L}=\frac{m_A(g)}{V_s(L)}}$

ឧទាហរណ៍៖គណនាម៉ាសទង់ដែង(II)ស៊ុលផាតប៉ង់តាអ៊ីដ្រាតេ($CuSO_4.5H_2O$) ចាំបាច់ដែលត្រូវប្រើដើម្បីធ្វើសូលុស្យុង $CuSO_4$ នៅកំហាប់ 16g/L ចំនួន100mL។

ដំណោះស្រាយ

គណនាម៉ាស $CuSO_4.5H_2O$

$CuSO_4=64+32+64=160$

$5H_2O=5\times 18=90$

$CuSO_4.5H_2O=250g/mol$

សូលុយស្យុង $CuSO_4$ មាន $C_{g/L}=\frac{m_{CuSO_4}}{V_s} \Rightarrow m_{CuSO_4}=C_{g/L}\times V_s$

$m_{CuSO_4}=16\frac{g}{L}\times 0.1L=1.6g$

តាមច្បាប់សមាមាត្រជាម៉ាស $\frac{m_{CuSO_4.5H_2O}}{250}=\frac{m_{CuSO_4}}{160} \Rightarrow m_{CuSO_4.5H_2O}=\frac{250\times m_{CuSO_4}}{160}$

ដូចនេះ $m_{CuSO_4.5H_2O}=\frac{250\times 1.6}{160}=\boxed{2.5g}$

2.3. **អនុវត្តន៍របៀបធ្វើសូលុយស្យុង** $CuSO_4$

ក.ឧបករណ៍៖ ជញ្ជីង កែវបេស៊ែរចំនុះ100mL កែវវាស់មាឌចំណុះ100mL ស្លាបព្រា ស្រោមដៃ ពីប៉ែតបន្តក់។

ខ.សារធាតុគីមីៈ ក្រាម $CuSO_4.5H_2O$ និងទឹក

គ.គរុនិស្សិតអនុវត្តន៍តាមការណែនាំ

3. កំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងA (C_M)

3.1. និយមន័យ៖ C_M គឺជាចំនួនម៉ូលនៃធាតុរលាយដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុង1L។

រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងA $\boxed{C_M = \frac{n_A(mol)}{V_s(L)}}$

3.2. ឧទាហរណ៍៖គណនាម៉ាស $ZnSO_4.7H_2O$ ចាំបាច់ដែលត្រូវប្រើដើម្បីទង្វើសូលុស្យុង $ZnSO_4$ នៅកំហាប់ 0.1M ចំនួន100mL។

ដំណោះស្រាយ

គណនាម៉ាស $ZnSO_4.7H_2O$

$ZnSO_4 = 65 + 32 + 64 = 161$

$7H_2O=7\times18=126$

$ZnSO_4.7H_2O=287g/mol$

សូលុយស្យុង $ZnSO_4$ មាន $C_M = \frac{n_{ZnSO_4}}{V_s} \Rightarrow n_{ZnSO_4} = C_M \times V_s$

តាមសម្មតិកម្ម សូលុយស្យុង $ZnSO_4$ មាន $C_M = 0.1M$ និង $V_s = 100mL = 0.1L$

$n_{ZnSO_4} = 0.1\frac{mol}{L}\times0.1L = 0.01mol$

សមីការ $ZnSO_4.7H_2O$ រលាយក្នុងទឹក $ZnSO_4.7H_2O(s) \xrightarrow{(H_2O)} ZnSO_4(aq) + 7H_2O(l)$

តាមសមីការ $n_{ZnSO_4.7H_2O} = n_{ZnSO_4} = 0.01mol$

ដូចនេះ $m_{ZnSO_4.7H_2O} = 287\frac{g}{mol}\times0.01mol = \boxed{2.87g}$

3.2. អនុវត្តរបៀបធ្វើសូលុយស្យុង $ZnSO_4$

ក.ឧបករណ៍៖ ជញ្ជីង កែវបេស៊ែរចំនុះ100mL កែវវាស់មាឌចំណុះ100mL ស្លាបព្រា ស្រោមដៃ ពីប៉ែតបន្តក់។

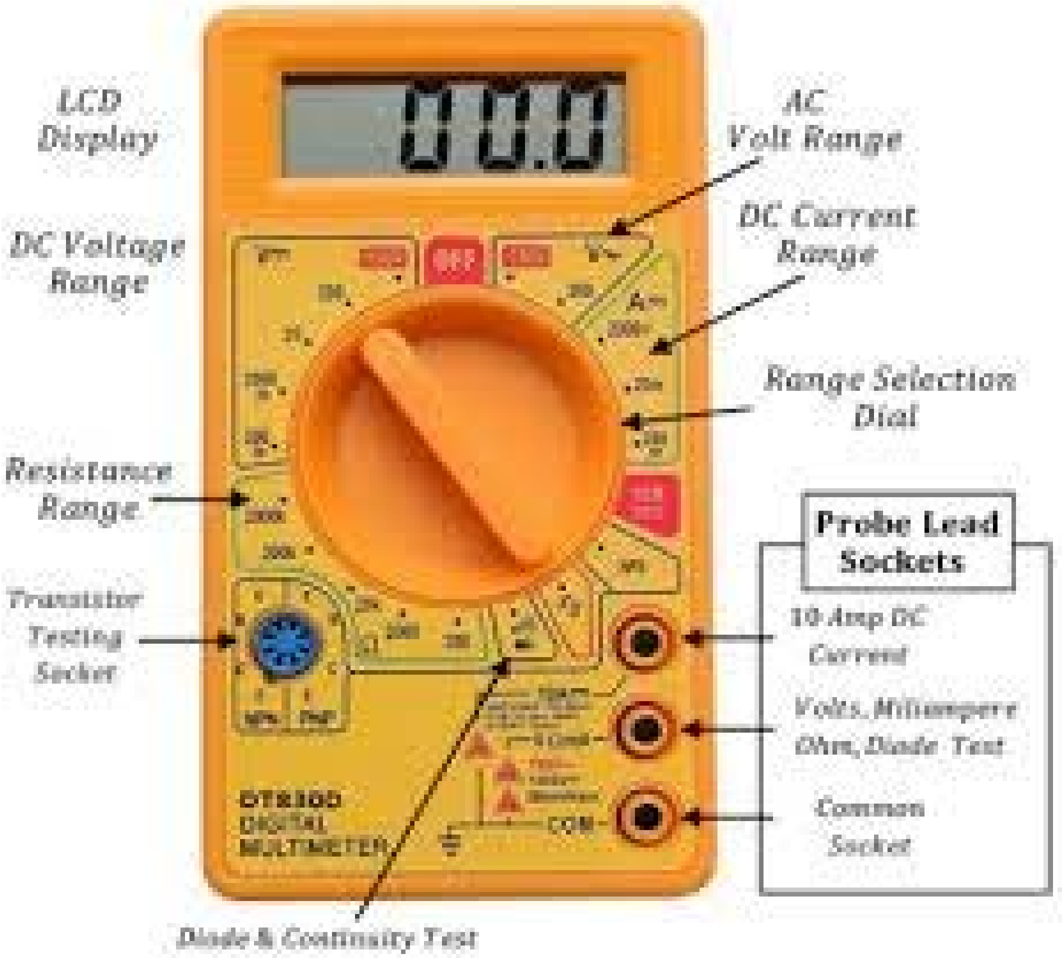
ខ.សារធាតុគីមីៈ ក្រាម $ZnSO_4.7H_2O$ និងទឹកសុទ្ធ

គ.គរុនិស្សិតអនុវត្តន៍តាមការណែនាំ

មេរៀនទី៣ ថ្មពិលដាញ៉ែល

1.**ម៉ុលទីម៉ែត្រ**

ពន្យល់គរុនិស្សិតអំពីរបៀបប្រើឧបករណ៍ម៉ុលទីម៉ែត ដើម្បីវាស់កម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃថ្មពិល ឬអាគុយ



2. **ឧបករណ៍ និងសារធាតុគីមី**

2.1. ឧបករណ៍៖ កែវបេស៊ែចំពុះ 100mL ចំនួនពីរ កែវវាស់មាឌចំណុះ100L ចំនួនពីរ ដញ្ញឹង ម៉ុលទីម៉ែត្រ ខ្សែភ្លើងដែលមានតំបៀតអាគុយចុងដើមមួយគូ ក្រដាសរ៉ាម កន្ត្រៃ ដបទឹកបរិសុទ្ធ។

2.2. **សារធាតុគីមី**

បន្ទះស័ង្កសី បន្ទះទង់ដែង ដែលមានទទឹង 1cm និងបណ្តោយ 10cm ក្រាមអំបិល $CuSO_4.5H_2O$ ក្រាមអំបិល $ZnSO_4.7H_2O$ និងសូលុយស្យុងH_2SO_4 នៅកំហាប់ 10%

3. **របៀបធ្វើសូលុយស្យុង**

3.1. ទធ្វើសូលុយស្យុង Cu^{2+} 0.1M ចំនួន100mL ពីក្រាមអំបិល $CuSO_4.5H_2O$

3.1.1. ម៉ាសក្រាម $CuSO_4.5H_2O = (0.1\frac{mol}{L})(0.1L)(250\frac{g}{mol}) = 2.50g$

3.1.2. ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្ងួតប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីញឌីជីថល។បន្ទាប់មកដាក់ក្រាម $CuSO_4.5H_2O$ ចំនួន 2.50g ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែ។ថែមទឹក 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែ រួចគ្រលែងថ្នមៗ បន្ទាប់មកផ្ទេរសូលុយស្យុងចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌចំណុះ100mL។ ថែមទឹក 25mL ទៀតចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែ រួចគ្រលែងថ្នមៗបន្ទាប់មកផ្ទេរសូលុយស្យុងចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌ។ ធ្វើរបៀបនេះរហូតដល់ក្រាម $CuSO_4.5H_2O$ រលាយអស់។ទីបញ្ចប់ថែមទឹកចូលរហូតដល់គំនូសក្រិត 100mL។

3.2. ទម្ងើសូលុយស្យុង Zn^{2+} 0.1M ចំនួន100mL ពីក្រាមអំបិល $ZnSO_4.7H_2O$

3.2.1. ម៉ាសក្រាម $ZnSO_4.7H_2O = (0.1\frac{mol}{L})(0.1L)(287\frac{g}{mol}) = 2.87g \approx 2.90g$

3.2.2. ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្ងួតប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីញឌីជីថល។បន្ទាប់មកដាក់ក្រាម $ZnSO_4.7H_2O$ ចំនួន 2.90g ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែថែមទឹក 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែ រួចគ្រលែងថ្នមៗ បន្ទាប់មកផ្ទេរសូលុយស្យុងចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌចំណុះ100mL។ ថែមទឹក 25mL ទៀតចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែ រួចគ្រលែងថ្នមៗបន្ទាប់មកផ្ទេរសូលុយស្យុងចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌ។ ធ្វើរបៀបនេះរហូតដល់កក្រាម $ZnSO_4.7H_2O$ រលាយអស់។

ទីបញ្ចប់ថែមទឹកចូលរហូតដល់គំនូសក្រិត 100mL។

4. ពណ៌នាថ្មពិលដាញ៉ែល

4.1. ពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរ

ថ្មពិលដាញ៉ែលមានពាក់កណ្ដាលពិលពីរ ដែលគេប្រើគូរដ៉ុកពីរដាក់ក្នុងកែវបេស៊ែរពីរខុសគ្នា។

-កែវបេស៊ែទីមួយមានត្រាំបន្ទះ Zn ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុង Zn^{2+} ដែលមានកំហាប់ 0.1M ។សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្ដាលពិល Zn^{2+}/Zn ។

-កែវបេស៊ែទីពីរមានត្រាំបន្ទះ Cu ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុង Cu^{2+} ដែលមានកំហាប់ 0.1M ។សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្ដាលពិល Cu^{2+}/Cu ។

-បន្ទះលោហៈទាំងពីរជាអេឡិចត្រូតថ្មពិល។

4.2. ស្ពានទំនាក់ទំនងអេឡិចត្រូលីតអំបិល

សូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរមិនអាចបញ្ចូលគ្នាបានទេ តែវាមានទំនាក់ទំនងគ្នាតាមរយៈស្ពានអេឡិចត្រូលីត ឬស្ពានអំបិល។ ស្ពាន នេះជាបំពង់កែវមានរាង U បំពេញដោយសូលុយស្យុងខាប់នៃប៉ូតាស្យូមក្លរ $(K^+ + Cl^-)$ ឬ $(2Na^+ + SO_4^{2-})$ ឬ $(Na^+ + Cl^-)$ ដែលគេបានបង្កកដោយសេឡាទីន។ អ៊ីយ៉ុងនៅក្នុងស្ពាននេះផ្លាស់ទីទៅក្នុងសូលុយស្យុងទាំងពីរតាមរយៈសេឡាទីន ដើម្បីឱ្យសូលុយស្យុងនៃ ពាក់កណ្ដាលពិលទាំងពីរមានបន្ទុកអគ្គិសននីណឺតជានិច្ច។ក្នុងថ្មពិលស្ពានអំបិលត្រូវមានជាចាំបាច់ព្រោះវាបិទសៀគ្វីអគ្គិសនី។

5.ដំណើរការថ្មពិលដាញ៉ែល

5.1. ពិសោធន៍

គេភ្ជាប់បន្ទះ ZnនិងCu នៃថ្មពិលដានៀ្យលដោយខ្សែចចម្លងនិងមានម៉ុលទីម៉ែត្រមួយដើម្បី សង្កេតការឆ្លងកាត់នៃចរន្តអគ្គីសនី (រូបទី២)។

សង្កេត ម៉ុលទីម៉ែត បង្ហាញថាមានចរន្តឆ្លងកាត់ក្នុងសៀគ្វីក្រៅពីអេឡិចត្រូតទង់ដែងទៅអេឡិចត្រូតស័ង្កសី។

5.2. **បំណកស្រាយ**

ថ្មពិលដានៀ្យលជាជនិតាអគ្គីសនីដែលប៉ូល (+) ជាអេឡិចត្រូតទង់ដែងហើយប៉ូល (-) ជាអេឡិចត្រូតស័ង្កសី ទិសដៅបំលាស់ទីអេឡិចត្រុងផ្ទុយគ្នានិងទិសដៅចរន្ត។ ដូចនេះអេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីបន្ទះស័ង្កសីទៅបន្ទះទង់ដែង(រូបទី២)។បន្ទះស័ង្កសី ផ្តល់អេឡិចត្រុងឱ្យសៀគ្វីក្រៅ។

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

បន្ទះទង់ដែងទទួលយកអេឡិចត្រុងពី Zn រួចផ្តល់ឱ្យអ៊ីយ៉ុង Cu^{2+} នៃសូលុយស្យុង

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

ចំនួនអេឡិចត្រុងដែលបោះបង់ដោយប៉ូល (-) (អេឡិចត្រុង Zn)ត្រូវស្មើនឹងចំនួនអេឡិចត្រុងដែលទទួលយកដោយប៉ូល (+) (អេឡិចត្រុងCu)។

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

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

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

សមីការតុល្យការនេះដូចគ្នានឹងសមីការអុកស៊ីដូរេដុកម្មរវាងស័ង្កសីZnនិងអ៊ីយ៉ុង Cu^{2+} ។ជាទូទៅប្រតិកម្មកើតក្នុងថ្មពិលជាប្រតិកម្មកើតឡើងឯងរវាងគូទាំងពីរដែលបង្កជាថ្មពិល។ដូចនេះគេអាចសរសេរសមីការតុល្យការរបស់វាដោយអនុវត្តតាមវិធានកាម៉ា ។

5.3. **សញ្ញាណសន្មតនៃថ្មពិលដានៀ្យល**

តាមសន្មតគំនូសបំព្រួញតាងថ្មពិលដានៀ្យលគឺ $(-)Zn(s)|Zn^{2+}(a)0.1M||Cu^{2+}(aq)0.1M|Cu(s)(+)$

មេរៀនទី៤

ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក Fe^{3+}/Fe^{2+}

1.គោលបំណងពិសោធន៍

ចង់ឱ្យគរុនិស្សិតយល់ពីរបៀបបង្កើតពាក់កណ្តាលពិលដែលមានអុកស៊ីតករនិងរេដុករស្ថិតនៅក្នុងភាពជាសូលុយស្យុង។

2.ឧបករណ៍ និងធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ

2.1. ឧបករណ៍ដែលត្រូវប្រើរួមមាន

-កែវបេស៊ែដែលមានចំណុះ 50mLចំនួនពីរ កែវវាស់មាឌដែលមានចំណុះ 100mL ចំនួនពីរ ស៊ីឡាំងក្រិតចំណុះ 50mL ចំនួនពីរ ម៉ុលទីម៉ែត្រឌីជីថលគិតជា mV ខ្សែភ្លើងដែលមានតំបៀតអាគុយចុងដើម ។

2.2. ធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើរួមមាន

-អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត បន្ទះទង់ដែងមួយ ដែលមានទទឹង 1Cm និងបណ្តោយ 10Cm ក្រដាសតម្រងមួយសន្លឹក ឬក្រដាសរ៉ាមសស្អាតមួយសន្លឹក សូ. Cu^{2+} 0.1M ក្រាមអំបិល $FeSO_4.7H_2O$ និងក្រាមអំបិល $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$ និងទឹកសុទ្ធ។

3.របៀបធ្វើសូលុយស្យុង

3.1. ទង្វើសូលុយស្យុង Fe^{2+} 0.1M ចំនួន 100mLពីក្រាមអំបិល $FeSO_4.7H_2O$

ចំនួនម៉ូល $Fe^{2+} = [Fe^{2+}]\times Vs = 0.1M\times 0.1L = 0.01mol$

សមីការក្រាមអំបិល $FeSO_4.7H_2O$ រលាយក្នុងទឹក $FeSO_4.7H_2O(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 7H_2O(l)$

តាមសមីការគេបាន ចំនួនម៉ូល $FeSO_4.7H_2O$ =ចំនួនម៉ូល $Fe^{2+} = 0.01mol$

ម៉ាសម៉ូល $FeSO_4.7H_2O = 287g.mol^{-1}$

ម៉ាស $FeSO_4.7H_2O=287g.mol^{-1}\times 0.01mol=2.87g \approx 2.90g$

3.2. របៀបទង្វើ សូលុយស្យុង Fe^{2+}

ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្វ័យប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច។បន្ទាប់មកថ្លឹងក្រាម $FeSO_4.7H_2O$ ចំនួន 2.90g ។ថែមទឹកចំនួន 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេសែហើយគ្រលែងថ្នមៗដើម្បីឱ្យក្រាមអំបិលនេះរលាយ។បន្ទាប់មកចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដែលមានចំនុះ 100mL ។ថែមទឹកចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែចំនួន 25mL ទៀតហើយកូរថ្នមៗ រួចចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដែលនោះបន្តទៀត។ធ្វើរបៀនេះរហូតដល់បានមាឌ 100mL។

3.3. ទង្វើសូលុយស្យុង Fe^{3+} 0.1M ចំនួន 100mLពីក្រាមអំបិល $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$

ចំនួនម៉ូល $Fe^{3+} = [Fe^{3+}]\times Vs = 0.1M\times 0.1L = 0.01mol$

សមីការក្រាមអំបិល $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$ រលាយក្នុងទឹក

$NH_4FeSO_4.12H_2O(s) \xrightarrow{H_2O(l)} NH_4^{+}(aq) + Fe^{3+}(aq) + 2SO_4^{2-}(aq) + 12H_2O(l)$

តាមសមីការគេបាន ចំនួនម៉ូល $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$ =ចំនួនម៉ូល Fe^{3+} = 0.01mol

ម៉ាសម៉ូល $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O = 482g.mol^{-1}$

ម៉ាស $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O = 482g.mol^{-1}$ $=482g.mol^{-1}\times0.01mol=4.82g \approx 4.80g$

3.3. របៀបធ្វើ សូលុយស្យុង Fe^{3+}

ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្វ័យប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច។បន្ទាប់មកថ្លឹងក្រាម $NH_4Fe(SO_4)_2.12H_2O$ ចំនួន 4.80g ។ថែមទឹកចំនួន 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេសែហើយគ្រលែងថ្នមៗ ដើម្បីឱ្យក្រាមអំបិលនេះរលាយ។បន្ទាប់មកចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដែលមានចំនុះ 100mL ។ថែមទឹកចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែចំនួន 25mL ទៀតហើយគ្រលងែថ្នមៗ រួចចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដដែលនោះបន្តទៀត។ធ្វើរបៀបនេះរហូតដល់បានមាឌ 100mL។

4.ពណ៌នារបៀបបង្កើតពិល

4.1. កែវទីមួយមានដាក់អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីតត្រាំក្នុងល្បាយសូលុយស្យុងដែលបានមកពីការលាយ 25mLនៃសូ. Fe^{2+} ដែលមានកំហាប់ 0.1Mលាយជាមួយ25mLនៃសូ. Fe^{3+} ដែលមានកំហាប់ 0.1M ។ សំណុំនេបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល Fe^{3+}/Fe^{2+} ។

4.2. កែវទីពីរមានដាក់បន្ទះ Cu ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុង Cu^{2+} ដែលមានកំហាប់0.1M ។សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល Cu^{2+}/Cu ។

5.ស្ពានទំនាក់ទំនងអេឡិចត្រូលីតអំបិល

សូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្តាលពិលទាំងពីរមិនអាចបញ្ចូលគ្នាបានទេ តែវាមានទំនាក់ទំនងគ្នាតាមរយៈស្ពានអេឡិចត្រូលីត ឬស្ពានអំបិល Na_2SO_4 ។ អ៊ីយ៉ុងនៅក្នុងស្ពាននេះផ្លាស់ទីទៅក្នុងសូលុយស្យុងទាំងពីរតាមស្ពានដើម្បីឱ្យសូលុយស្យុងនៃ ពាក់កណ្តាលពិលទាំងពីរមានបន្ទុកអគ្គិសនីណឺតជានិច្ច។

ប៉ូតង់ស្យែល $E_{Cu^{2+}/Cu} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{0.06}{2}\log\frac{[Cu^{2+}]}{[Cu]} = 0.34 + 0.03\lg10^{-1} = 0.31V$

ប៉ូតង់ស្យែលកាតូត $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = E^o_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} + \frac{0.06}{1}\log\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = 0.77 + 0.06\log\frac{0.05}{0.05} = 0.77V$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករតាមទ្រឹស្តី $E_{Cell} = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - E_{Cu^{2+}/Cu} = 0.77 - 0.31 = 0.46V = 460mV$

សញ្ញាណសន្មតនៃថ្មពិល $(-)Cu(s)|Cu^{2+}(aq)\ 0.1M||Fe^{3+}(aq)\,0.05M,\ Fe^{2+}(aq)\,0.05M|C(s)(+)$

សមីការតុល្យការពេលថ្មពិលដំណើរការ

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

Cathode $Fe^{3+}(aq)+1e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq)$

សមីការតុល្យការពេលពីលដំណើរការ $Cu(s) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$

មេរៀនទី៥

ប៉ូតង់ស្យែលនៃគូរេដុក MnO_4^-/Mn^{2+}

1.គោលបំណងពិសោធន៍

ចង់ឱ្យគរុនិស្សិតយល់ពីរបៀបបង្កើតពាក់កណ្ដាលពិលដែលមានអុកស៊ីតករនិងរេដុករស្ថិតនៅក្នុងភាពជាសូលុយស្យុង។

2.ឧបករណ៍ និងសារធាតុធាតុគីមីដែលត្រូវប្រើ

2.1. ឧបករណ៍

កែវបេស៊ែដែលមានចំនុះ 100mLចំនួនពីរ កែវវាស់មាឌដែលមានចំណុះ 100mL ចំនួនពីរ ស៊ីឡាំងក្រិតចំណុះ 50mL ចំនួនពីរ ពីប៉ែតបូម10mL ចំនួនពីរ ពីប៉ែតបន្តក់ ម៉ុលទីម៉ែត្រ ខ្សែភ្លើងដែលមានតំបៀតអាគុយចុងដើម ។

2.2. សារធាតុគីមី

អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីត បន្ទះទង់ដែងដែលមានទទឹង 1Cm និងបណ្ដោយ 10Cm ក្រដាសតម្រងមួយសន្លឹក ឬក្រដាសរ៉ាមសស្អាតមួយសន្លឹក សូ. Cu^{2+} 0.1M ក្រាមអំបិល$MnSO_4.5H_2O$ក្រាមអំបិល$KMnO_4$ និងទឹកសុទ្ធបិទពីរដងចំនួន 1L។

3.របៀបធ្វើសូលុយស្យុង

3.1. ធ្វើសូលុយស្យុងMn^{2+} 0.1Mចំនួន 100mLពីក្រាមអំបិល$MnSO_4.5H_2O$

ចំនួនម៉ូល $Mn^{2+}=[Mn^{2+}]V_s=0.1M\times0.1L=0.01mol$

សមីការក្រាមអំបិល$MnSO_4.5H_2O$រលាយក្នុងទឹក $MnSO_4.5H_2O(s)\xrightarrow{H_2O(l)}Mn^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)+5H_2O(l)$

តាមសមីការគេបាន ចំនួនម៉ូលMn^{2+}ចំនួនម៉ូល $MnSO_4.5H_2O=0.01mol$

ម៉ាសម៉ូល$MnSO_4.5H_2O=169g/mol$

ម៉ាស$MnSO_4.5H_2O=169g/mol\times0.01mol=1.69g=1.70g$

3.2. របៀបធ្វើ សូលុយស្យុងMn^{2+}

ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្វ័យប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច។បន្ទាប់មកថ្លឹងក្រាម$MnSO_4.5H_2O$ចំនួន1.70g។ថែមទឹកចំនួន 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេសែគ្រលែងថ្នមៗដើម្បីឱ្យក្រាមអំបិលនេះរលាយ។បន្ទាប់មកចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដែលមានចំនុះ 100mL ។ថែមទឹកចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែចំនួន 10mL ទៀតហើយកូរថ្នមៗ រួចចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដដែលនោះបន្តទៀត។ធ្វើរបៀនេះរហូតដល់បានមាឌ 100mL។

3.3. ធ្វើសូលុយស្យុង MnO_4^- 0.1M ចំនួន 100mLពីក្រាមអំបិល $KMnO_4$

ចំនួនម៉ូល $MnO_4^-=[MnO_4^-]V_s= 0.1M\times0.1L= 0.01mol$

សមីការក្រាមអំបិល $KMnO_4$ រលាយក្នុងទឹក $KMnO_4(s)\xrightarrow{H_2O(l)}K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$

តាមសមីការគេបាន ចំនួនម៉ូល MnO_4^- =ចំនួនម៉ូល $KMnO_4=0.01mol$

ម៉ាសម៉ូល$KMnO_4=158g/mol$

ម៉ាស $KMnO_4$=158g/molx0.01mol=1.58g=1.60g

3.4. របៀបធ្វើ សូលុយស្យុង MnO_4^-

ដំបូងយើងថ្លឹងសំបកកែវបេស៊ែររួចផាត់សំបកដោយស្វ័យប្រវត្តិជាមួយជញ្ជីងអេឡិចត្រូនិច។ បន្ទាប់មកថ្លឹងក្រាម $KMnO_4$ ចំនួន1.60g។ថែមទឹកចំនួន 25mL ចូលទៅក្នុងកែវបេសែហើយគ្រលែងដើម្បីឱ្យក្រាមអំបិលនេះរលាយ។បន្ទាប់មកចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដែលមានចំនុះ 100mL ។ថែមទឹកចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែចំនួន 25mL ទៀតហើយគ្រលែងថ្មម្តងៗ រួចចាក់ចូលទៅក្នុងកែវវាស់មាឌដដែលនោះបន្តទៀត។ ធ្វើរបៀបនេះរហូតដល់បានមាឌ 100mL។

4.ពណ៌នារបៀបបង្កើតពិល

4.1. កែវទីមួយមានដាក់អេឡិចត្រូតកាបូនក្រាភីតត្រាំក្នុងល្បាយសូលុយស្យុងដែលបានមកពីការលាយ25mL នៃសូ.Mn^{2+} ដែលមានកំហាប់0.1M លាយជាមួយ25mLនៃសូ. MnO_4^- ដែលមានកំហាប់0.1M និង10តំណក់ H_2SO_4 ខាប់។ សំនុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល MnO_4^-/Mn^{2+} ។

4.2. កែវទីពីរមានដាក់បន្ទះ Cu ត្រាំក្នុងសូលុយស្យុងCu^{2+} ដែលមានកំហាប់0.1M។សំណុំនេះបង្កើតបានពាក់កណ្តាលពិល Cu^{2+}/Cu ។

5.ស្ពានចំនាក់ចំនងអេឡិចត្រូលីតអំបិល

សូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្តាលពិលទាំងពីរមិនអាចបញ្ចូលគ្នាបានទេ តែវាមានទំនាក់ទំនងគ្នាតាមរយៈស្ពានអេឡិចត្រូលីត ឬស្ពានអំបិល។ ស្ពាន នេះជាបំពង់កែវមានរាង U បំពេញដោយសូលុយស្យុងខាប់នៃសូដ្យូមក្លរួដែលគេបានបង្អកដោយសេឡាទីន។ អ៊ីយ៉ុងនៅក្នុងស្ពាននេះ ផ្លាស់ទីទៅក្នុង សូលុយស្យុងទាំងពីរតាមរយៈសេឡាទីនដើម្បីឱ្យសូលុយស្យុងនៃពាក់កណ្តាលពិលទាំងពីរមានបន្ទុកអគ្គិសនីណឺតជានិច្ច។

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

Cathode $MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$.

សមីការតុល្យការពេលពីលដំណើរការ

$$5Cu(s) + 2MnO_4^-(aq) + 16H^+(aq) \rightarrow 5Cu^{2+}(aq) + 2Mn^{2+}(aq) + 8H_2O(l)$$.

ប៉ូតង់ស្យែលអាណូត $E_{Cu^{2+}/Cu} = E^o_{Cu^{2+}/Cu} + \frac{0.06}{2}\log\frac{[Cu^{2+}]}{[Cu]} = 0.34 + 0.03lg10^{-1} = 0.31V$

ប៉ូតង់ស្យែលកាតូត $E_{Cathode} = E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = E^o_{MnO_4^-/Mn^{2+}} + \frac{0.06}{5}\log\frac{[MnO_4^-][H^+]^6}{[Mn^{2+}]} = 1.51 + \frac{0.06}{5}lg1 = 1.51V$

កំលាំងអគ្គិសនីចលករតាមទ្រឹស្តី E_{Cell} =1.51- 0.31=1.20V = 1200mV

មេរៀនទី៥ អាគុយ និងថ្មពិលឡឺក្លង់សេ

1.អាគុយ

គោលបំនងពិសោធន៍

ចង់ឱ្យគរុនិស្សិតយល់ច្បាស់ពីប្រភពចរន្តអគ្គិសនី និងបម្រើបម្រាស់ប្រភពចរន្តអគ្គិសនី និងឱ្យគរុនិស្សិតស្គាល់ពីផ្លាក អាគុយ ដែលគេយកមកប្រើ។

1.2. សារធាតុគីមី និង ឧបករណ៍

1.2.1. សារធាតុគីមី៖ ផ្លាក(+)នៃអាគុយរួមមាន Pb,PbO_2 និង $PbSO_4$ មានពណ៌ក្រហមត្នោតនិងមួយផ្លាក(-)នៃអាគុយរួមមានPb និង$PbSO_4$មានពណ៌ស។

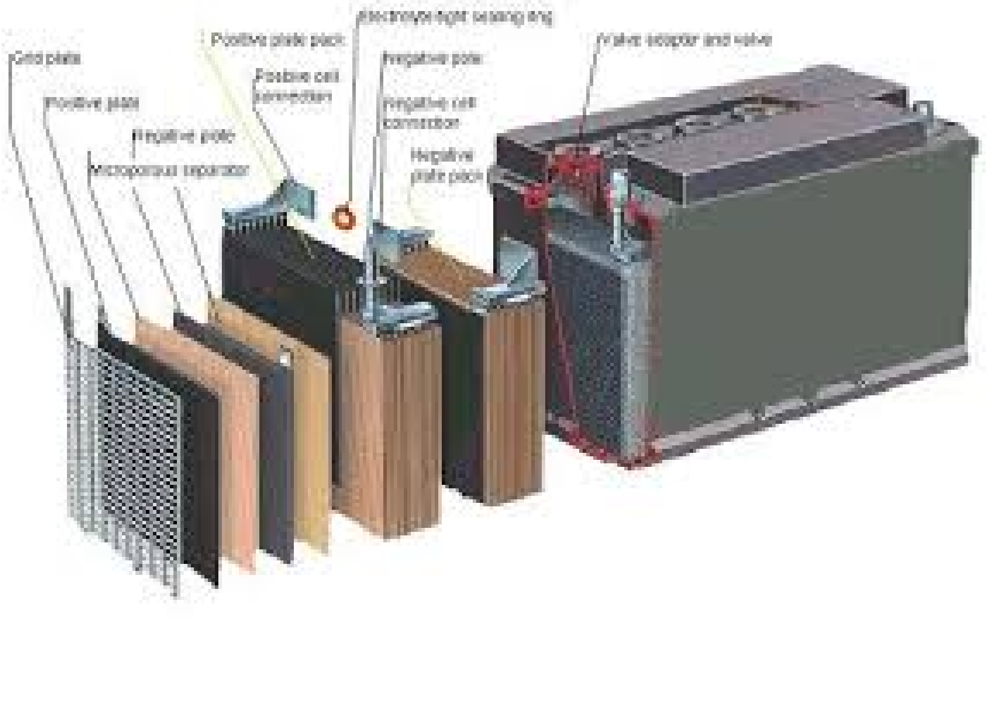
1.2.2. ឧបករណ៍៖ កែវបេស៊ែរចំនួនមួយដែលមានចំនុះ 250mL ក្រដាសកាតុងដាក់នៅចន្លោះផ្លាកអាគុយទាំងពីរសូ.H_2SO_4 20% ម៉ុលទីម៉ែត្រ

1.3. លំនាំពិសោធន៍

1.3.1. ពិសោធន៍អាគុយ

យើងយកកែវបេស៊ែរមួយមកប្រើដែលមានចំណុះ 250mLដោយដាក់ផ្លាកអាគុយទាំងពីរនៅចន្លោះក្រដាសកាតុងការពារកុំឱ្យផ្លាកទាំងពីរប៉ះគ្នា ។បន្ទាប់មកយើងចាក់សូ. H_2SO_4 20% ចូលទៅក្នុងកែវបេស៊ែរ ហើយយក ម៉ុលទីម៉ែត្រមកវាស់ផលសងប៉ូតង់ស្យែល រវាងអេឡិចត្រូតទាំងពីរ តាមទ្រឹស្តីគឺ E_{Cell} =2.00V ។

1.3.2. សេម៉ាអាគុយ



1.3.3. សមីការតុល្យការពេលអាគុយដំណើរការ

$$Anode(-)\ Pb + SO_4^{2-} - 2e^- \rightarrow PbSO_4\ E_A = -0.36V$$

$$Cathode(+)\ PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O E_C = 1.69V$$

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O\ E_m = 2.00V$$

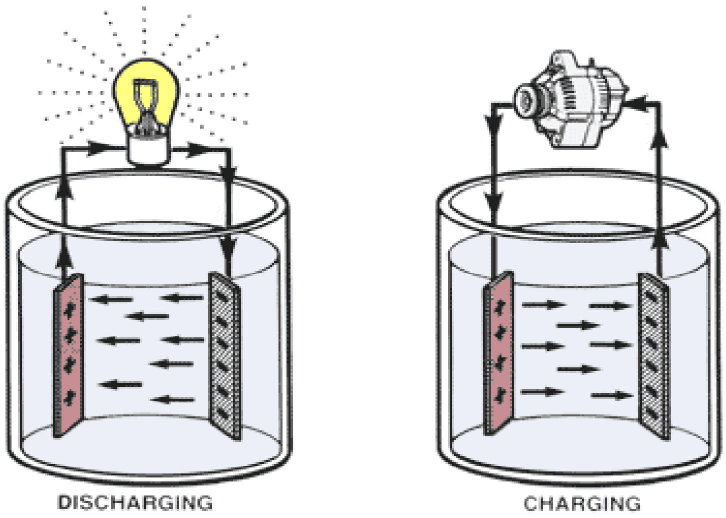
សមីការតុល្យការ

1.3.4. សមីការតុល្យការពេលសាកអាគុយ

$$Cathode\ PbSO_4 + 2e^- \to Pb + SO_4^{2-}$$

$$Anode\ PbSO_4 + 2H_2O \to PbO_2 + 4H^+ + SO_4^- + 2e^-$$

$$2PbSO_4 + 2H_2O \to Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4$$ សមីការតុល្យការ



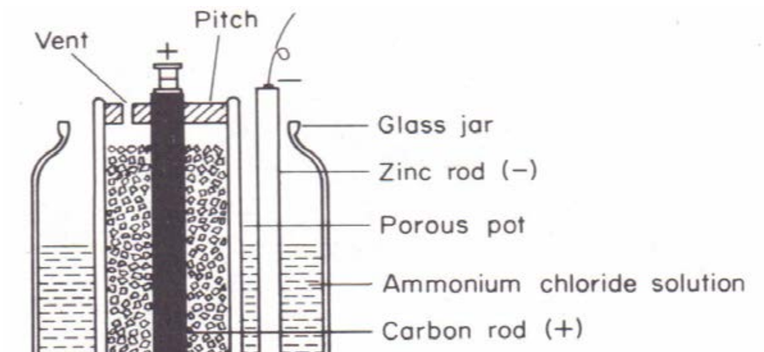
ចងចាំ៖ កាលណា$PbSO_4$បានរងលំនាំអគ្គិសនីវិភាគអស់ ពេលនោះសូ.H_2SO_4 ឡើងពុះដោយសារលំនាំអគ្គិសនីវិភាគទឹក $2H_2O(l) \to 2H_2(g) + O_2(g)$

អាគុយដែលយើងប្រើប្រាស់សព្វថ្ងៃមានពីរប្រភេទគឺ អាគុយ 6V និង អាគុយ 12V។ដើម្បីទទួលបានអាគុយបែប នេះគេត្រូវយកប្លុកនៃអាគុយនីមួយៗមកតជាសេរីដូចរូបខាងក្រោមនេះ

សេម៉ាអាគុយ 12V

2.ថ្មពិលឡឹក្លង់សេ

2.1. និយមន័យ៖ គឺជាប្រភេទថ្មពីលស្ងួតដែលយើងប្រើប្រាស់សព្វថ្ងៃត្រូវ បានរៀបចំឡើងដូចសេម៉ាខាងក្រោមនេះ



2.2. **សមីការពេលថ្មពិលដំណើរការ**

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

នៅកាតូត $2MnO_2(s)+2H^{+}(aq)+2e^{-} \rightarrow Mn_2O_3(s)+H_2O(l)$

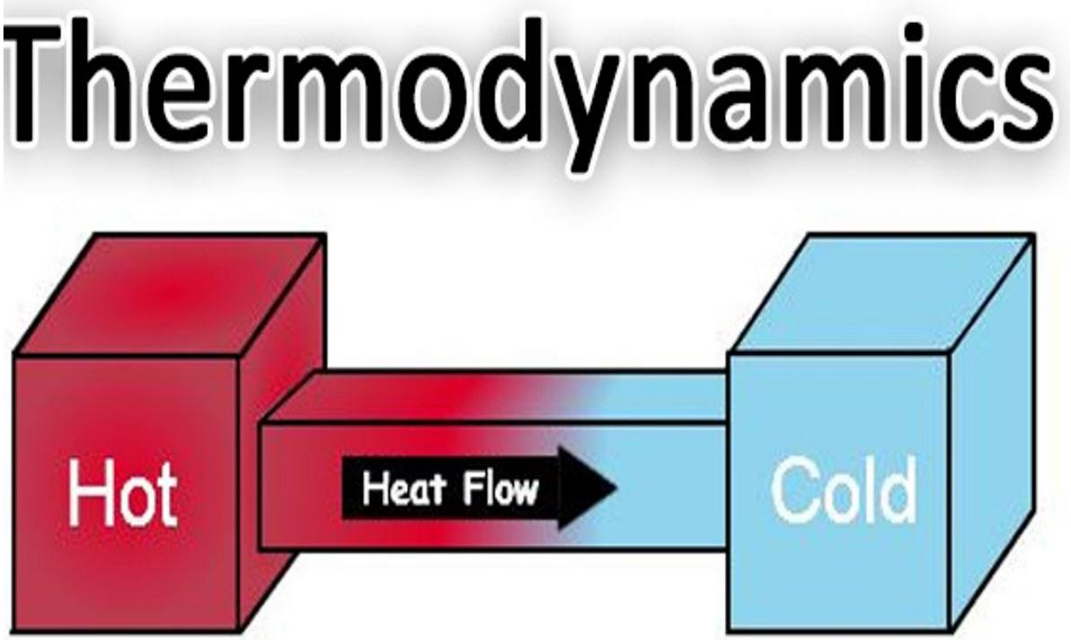
សមីការតុល្យការ $Zn(s) + 2MnO_2(s) + 2H^{+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Mn_2O_3(s) + H_2O(l)$

ចងចាំ៖ ថ្មពិលឡឺក្លង់សេប្រើអស់ថាមពលអគ្គីសនី មិនអាចបញ្ចូលភ្លើងបានទេ។

-

គីមីរូប

ទែម៉ូឌីណាមិច

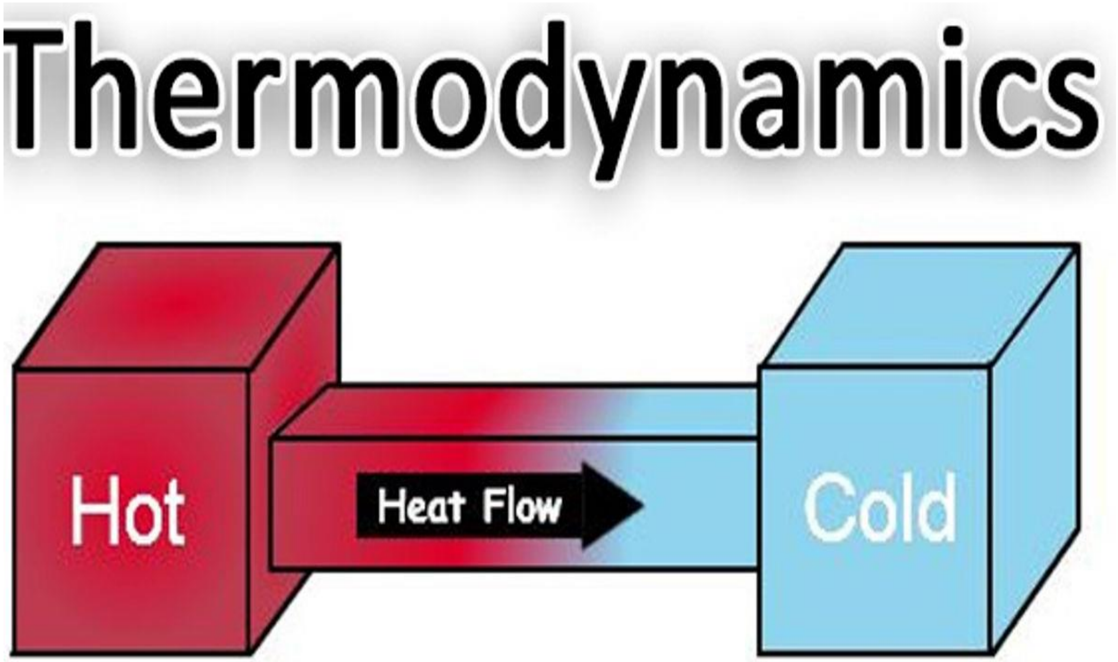


រៀបរៀងដោយ
ជ័យ ថាវី
២០២៣

គាំទ្រថវិកាលើការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អដោយ
មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

គីមីរូប

ទែម៉ូឌីណាមិច



រៀបរៀងដោយ
ជ័យ ថាវី
២០២៣

គាំទ្រថវិកាលើការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អដោយ
មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

មហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រ

ដេប៉ាតឺម៉ង់គីមី

គណៈកម្មការនិពន្ធ

លោក ជ័យ ថាវី ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់គីមី

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ

លោក ស៊ាន វិចិត្រ សាស្ត្រាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់គីមី

លោក ធូ វេណូ ប្រធានការិយាល័យស្រាវជ្រាវ

បុព្វកថា

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

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

តើចំណេះដឹង ផលិតផល និងសេវាកម្មថ្មីទាំងនេះកើតឡើងពីអ្វី? ហើយកើតឡើងដោយរបៀបណា? ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជាកំពុងតែកសាងមូលដ្ឋានសម្រាប់ការត្រៀមខ្លួនទទួល និងប្រកួតប្រជែងក្នុងយុគសម័យបដិវត្តឧស្សាហកម្មទី៤ នៅក្នុងសេដ្ឋកិច្ចដែលផ្អែកលើពុទ្ធិ ហើយដែលប្រការនេះចាំបាច់តម្រូវឱ្យពលរដ្ឋកម្ពុជា

ត្រូវក្លាយខ្លួនជាពលរដ្ឋឌីជីថល ពលរដ្ឋសកល និងពលរដ្ឋដែលប្រកបដោយការទទួលខុសត្រូវ ដែលមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ចែកចាយ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិដើម្បីទទួលមនុញ្ញផល និងរួមចំណែកក្នុងកំណើន។ ធនាគារពិភពលោកបានធ្វើការកត់សម្គាល់តាំងពីឆ្នាំ២០០២នូវបម្លាស់ប្តូរនៃមូលដ្ឋានសេដ្ឋកិច្ច ពីសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើកម្លាំងពលកម្ម និងធនធានអតិកម្ម (Labour and Resource Based Economy) ទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិ (Knowledge Based-Economy) ដែលក្នុងន័យនេះ ពុទ្ធិគឺជាគន្លឹះនៃការអភិវឌ្ឍ។ អាស្រ័យហេតុនេះ នៅលើគន្លងដែលកម្ពុជាកំពុងធ្វើដំណើរឆ្ពោះទៅកាន់សេដ្ឋកិច្ចឌីជីថល សង្គមកម្ពុជាត្រូវតែមានសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ជ្រើសរើស បន្សាំ បង្កើតមុខរបរ និងប្រើប្រាស់ពុទ្ធិ ដើម្បីរក្សានិរន្តរភាពនៃកំណើន និងកែលម្អជីវភាពរស់នៅ។ សមត្ថភាពទាំងនេះ អាចកើតឡើងនៅពេលពលរដ្ឋកម្ពុជាមានឱកាសក្នុងការទទួលបានបទពិសោធន៍ពីការស្រាវជ្រាវ ការបណ្តុះគំនិតច្នៃប្រឌិត និងការស្វែងរកនវានុវត្តន៍។

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

សង្គមដែលប្រកបពុទ្ធិក៏ជាសង្គមដែលបណ្តុះឱ្យមានរចនាសម្ព័ន្ធទន់នៃសេដ្ឋកិច្ចដែលពឹងផ្អែកលើពុទ្ធិដែរ។ ឧទាហរណ៍ជាក់ស្តែងនៃបែបផែននេះរួមមាន Silicon Valley នៃសហរដ្ឋអាមេរិក សួនឧស្សាហកម្មវិស្វកម្មអាកាសយានយន្តនិងយានយន្តនៅទីក្រុង Munich ប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ តំបន់ជីវបច្ចេកវិទ្យានៅក្រុង Hyderabad ប្រទេសឥណ្ឌា តំបន់ផលិតគ្រឿងអេឡិចត្រូនិកនិងសារគមនាគមន៍ ឌីជីថលនៅទីក្រុង Seoul ប្រទេសកូរេខាងត្បូង ក៏ដូចជាសួនឧស្សាហកម្មថាមពល និងឥន្ទនគីមីសាស្ត្រនៃប្រទេសប្រេស៊ីល ហើយក៏នៅមានទីក្រុងនៃប្រទេសជា

ច្រើនទៀតនៅលើពិភពលោក។ លក្ខណៈសម្បត្តិនៃទីក្រុងទាំងនេះគឺការប្រើប្រាស់និន្នាការនៃការអភិវឌ្ឍដែលជំរុញ និងតម្រង់ទិសដោយចំណេះ ដឹង ហើយដែលចំណេះដឹងទាំងនោះកើតចេញជាដំបូងពីការវិនិយោគទៅលើគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ មជ្ឈមណ្ឌលឧត្តមភាពនៃជំនាញជាន់ខ្ពស់ ការប្រកួតប្រជែងដោយគុណាធិបតេយ្យ និង ជាពិសេសគឺការបណ្តុះវប្បធម៌អំណាននិងនិពន្ធសៀវភៅ។ ល្បឿននៃការរីកចម្រើនផ្នែកពុទ្ធិ និងបច្ចេកវិទ្យាកំពុងមានសន្ទុះលឿនជាងអ្វីដែលសិស្ស និងនិស្សិតអាចទទួលបានពីគ្រូនៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា ដែលធ្វើឱ្យគោលដៅនៃការអប់រំនៅពេលបច្ចុប្បន្ននេះ មានការប្រឈមខ្លាំងជាងពេលណាទាំងអស់។ ឧទាហរណ៍ ក្នុងមួយឆ្នាំ មានសៀវភៅជាង២,២លានចំណងជើង ត្រូវបានសរសេរនិងបោះពុម្ព ដែលក្នុងនោះប្រទេសចិនមាន៤៤០ពាន់ ចំណែកឯសហរដ្ឋអាមេរិកមាន ៣០៥ពាន់ និងប្រទេសរុស្ស៊ីមាន ១២០ពាន់ចំណងជើង។

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

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

1. សាស្ត្រាចារ្យ អ្នកស្រាវជ្រាវ និងបុគ្គលិកអប់រំ សូមបន្តនិងបង្កើនការបោះពុម្ពស្នាដៃបន្ថែមទៀត ដើម្បីធ្វើឱ្យធនធានសម្រាប់អំណានកាន់តែសម្បូរបែប ជាពិសេសធនធានអំណានជាខេមរភាសា

2. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា សូមផ្តល់លទ្ធភាពគ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សាអាចចូលរួមអាន និងសិក្សាស្រាវជ្រាវតាមគ្រប់លទ្ធភាពជាមួយធនធានអំណាន ជាពិសេសការរៀបចំឱ្យមានពេលវេលាសម្រាប់សហសិក្សា និងអំណានក្នុងបណ្ណាល័យ
3. សាស្ត្រាចារ្យតាមមុខវិជ្ជា និងអ្នកស្រាវជ្រាវតាមជំនាញឬវិស័យ ត្រូវរៀបចំដំណើរការរៀន បង្រៀន និងស្រាវជ្រាវដែលមានដាក់បញ្ចូលកិច្ចការស្វ័យសិក្សា សហសិក្សា ឬការស្រាវជ្រាវបណ្ណាល័យដែលតម្រូវឱ្យនិស្សិត ត្រូវអាននិងស្រាវជ្រាវជាមួយធនធានអំណាន
4. គ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងមជ្ឈមណ្ឌលស្រាវជ្រាវ ត្រូវខិតខំឱ្យអស់លទ្ធភាពក្នុងការបង្កើតបណ្ណាល័យ មជ្ឈមណ្ឌលរក្សាឯកសារ ឬមជ្ឈមណ្ឌលអប់រំឌីជីថល ជាដើម ដើម្បីឱ្យបុគ្គលិកអប់រំគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ និងនិស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា អាចទទួលបាន និងស្វែងរកប្រភពសម្រាប់អំណាន កាន់តែសម្បូរបែប និងមានភាពបត់បែន ឆ្លើយតបតាមតម្រូវការអ្នកអាន
5. និស្សិតគ្រប់កម្រិតសិក្សា ត្រូវខិតខំនិងចំណាយពេលអាន និងចាត់ទុកវប្បធម៌ និងអកប្បកិរិយាអំណាន ជាផ្នែកមួយ នៃពេលវេលានិងភាពស៊ីវិល័យនៃជីវិតប្រចាំថ្ងៃ
6. បងប្អូនជនរួមជាតិ ដែលជាមាតាបិតា ឬអ្នកអាណាព្យាបាល សូមជួយជំរុញនិងបង្កលក្ខណៈកាន់តែច្រើនថែមទៀត ជាពិសេស ការលៃលកចំណាយនៅក្នុងគ្រួសារសម្រាប់ការទិញសម្ភារៈសិក្សា សៀវភៅអាន និងឧបករណ៍សម្រាប់អំណានដល់កូនៗ ដែលចាត់ទុកជាការវិនិយោគមួយដ៏សំខាន់សម្រាប់ បង្កើនចំណេះដឹង និងអនាគតរបស់ពួកគេ។

ដោយមានការគាំទ្រពីក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ នៅឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានបង្កើតមូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលហៅកាត់ថា “មូលនិធិ ស.គ.ន” និងហៅជាភាសាអង់គ្លេសថា The Research Creativity and Innovation Fund ដែលហៅកាត់ជាភាសាអង់គ្លេសថា “RCI Fund”។ គោលដៅចម្បងនៃមូលនិធិនេះ គឺរួមចំណែកលើកកម្ពស់វប្បធម៌នៃការស្រាវជ្រាវ បំផុសគំនិតច្នៃប្រឌិត និងជំរុញការធ្វើនវានុវត្ត ដើម្បីជាប្រយោជន៍ដល់វិស័យអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដែលឆ្លើយតបទៅនឹងទីផ្សារពលកម្ម និងសាកលភាវូបនីយកម្ម។ មូលនិធិ ស.គ.ន បានសម្រេចកំណត់ប្រធានបទ ជាអាទិភាពសម្រាប់គាំទ្រ ដោយមូលនិធិចំនួន៣ រួមមាន ឌីជីថលនីយកម្មសម្រាប់បដិវត្តឧស្សាហកម្ម៤.០ (Digitalization for IR.4.0) ការស្រាវជ្រាវអនុវត្តលើវិស័យកសិកម្ម (Applied Agricultural Research) និងការស្រាវជ្រាវគរុកោសល្យសតវត្សទី២១ (21st Century Pedagogy Research)។

ដោយមានការធ្វើអាទិភាពូបនីយកម្មទៅលើទិសដៅនៃការប្រើប្រាស់ថវិកាមូលនិធិសម្រាប់ឆ្នាំ២០២០ ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា បានផ្តល់ការគាំទ្រដល់ការ**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សា(Text book) ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា**។ គោលបំណងនៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អ សៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា គឺដើម្បីបង្កើនបរិមាណ លើកកម្ពស់គុណភាព និងពង្រីកសមធម៌នៃធនធានសិក្សាជាខេមរភាសា ជូនដល់និស្សិតដែលកំពុងបន្តការសិក្សា និងត្រៀមខ្លួនធ្វើការ

ស្រាវជ្រាវនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។ លើសពីនេះទៀតការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា មានគោលដៅដូចខាងក្រោម ៖

- ឆ្លើយតបជាបន្ទាន់ចំពោះការខ្វះខាតធនធានសិក្សា ដែលជាតម្រូវការសិក្សារបស់និស្សិតនៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា
- លើកកម្ពស់ទំនើបភាវូបនីយកម្ម និងឧត្តមានុវត្តន៍នៃការរៀននិងបង្រៀន និងការស្រាវជ្រាវនៅលើមុខវិជ្ជា កម្មវិធីសិក្សា ឬមុខជំនាញជាក់លាក់
- បង្កើនភាពស៊ីជម្រៅក្នុងការកសាងវិជ្ជាជីវៈនិងបទពិសោធន៍សម្រាប់ឋានៈសាស្ត្រាចារ្យនិងអ្នកស្រាវជ្រាវ
- រួមចំណែកដល់ការកសាងភាពជាសហគមន៍វិជ្ជាជីវៈ ការចែករំលែកបទពិសោធន៍ និងវប្បធម៌នៃការរៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សានៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។

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

សេចក្តីបញ្ជាក់
របស់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍

សៀវភៅសិក្សានេះជាលទ្ធផលនៃការស្នើសុំអនុវត្តថវិកាមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ក្នុងគម្រោង**រៀបរៀង និពន្ធ និងកែលម្អសៀវភៅសិក្សា ដែលនឹងត្រូវប្រើប្រាស់នៅកម្រិតឧត្តមសិក្សា។** សៀវភៅសិក្សានេះ ត្រូវបានរៀបរៀង និពន្ធ ឬកែលម្អដោយមានការធានាអះអាងថាជាស្នាដៃរបស់អ្នកនិពន្ធផ្ទាល់ និងបានឆ្លងកាត់ត្រួតពិនិត្យ ផ្តល់យោបល់ និងវាយតម្លៃដោយក្រុមប្រឹក្សាអប់រំ ក្រុមប្រឹក្សាស្រាវជ្រាវ ឬក្រុមប្រឹក្សាដែលមានតម្លៃស្មើនៃគ្រឹះស្ថានឧត្តមសិក្សា និងតាមរយៈកិច្ចសន្យាដែលបានធ្វើឡើង និងដែលបានតម្កល់ទុកនៅមូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍។ រាល់ខ្លឹមសារ ការបកស្រាយ និងរូបភាព គឺជាជំហរនិងទស្សនៈផ្ទាល់របស់អ្នកនិពន្ធ ហើយ ពុំឆ្លុះបញ្ចាំង ឬជាតំណាងដល់មូលនិធិការស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍នៃក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ឡើយ។

អារម្ភកថា

សៀវភៅនេះត្រូវបានរៀបរៀងឡើងក្រោមការឧបត្ថម្ភគាំទ្ររបស់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតឆ្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ សម្រាប់ទុកជាសៀវភៅសិក្សាគោលដើម្បីបម្រើឲ្យការរៀននិងបង្រៀនមុខវិជ្ជាវិធីសាស្ត្រស្រាវជ្រាវនៅសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ។ សៀវភៅនេះផ្តល់ជូនអ្នកសិក្សាទាំងផ្នែកទ្រឹស្តីនិងអនុវត្តន៍ ដែលខ្លឹមសារគោលក្នុងសៀវភៅនេះមានតាំងពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃគីមីរហូតដល់កម្រិតឧត្តមសិក្សាដែលអាចសមល្មមឲ្យអ្នកសិក្សាគីមីវិទ្យាទាំងឡាយមានមូលដ្ឋានគ្រឹះរឹងមាំក្នុងការសិក្សាបន្ត ឬស្រាវជ្រាវបន្ថែម ឬក្នុងការប្រកបការងារផ្សេងៗក្នុងវិជ្ជាជីវៈរបស់ខ្លួន។ មិនតែប៉ណ្ណោះ សៀវភៅនេះក៏អាចចាត់ទុកជាឯកសារពិគ្រោះសម្រាប់អ្នកស្នេហាគីមីវិទ្យាផងដែរ។

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទឈ្មោះ ជ័យ ថាវី ជាសាស្ត្រាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់គីមីវិទ្យានៃមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្ត្រ នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងជាអ្នករៀបរៀងសៀវភៅសិក្សាដែលមានចំណងជើងថា "ទែម៉ូឌីណាមិច"។ ខ្ញុំសូមសម្តែងនូវគារវកិច្ចដ៏ខ្ពង់ខ្ពស់ និងសូមគោរពថ្លែងអំណរគុណ និងដឹងគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះ៖

- ក្រសួងសេដ្ឋកិច្ច និងហិរញ្ញវត្ថុ ដែលបានផ្តល់ថវិកាមកក្រសួងអប់រំ ដើម្បីបង្កើតជាមូលនិធិសម្រាប់គាំទ្រដល់ការសរសេរសៀវភៅសិក្សាសម្រាប់កម្រិតឧត្តមសិក្សារបស់ខ្ញុំបាទនេះ។

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

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

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

- លោក យ៉ុំ វ៉ាន់ហ្វាក និង អស់លោក-លោកស្រី ជាក្រុមការងារសម្របសម្រួលទាំងអស់របស់មូលនិធិស្រាវជ្រាវ គំនិតច្នៃប្រឌិត និងនវានុវត្តន៍ ដែលបានយកអស់កម្លាំងកាយចិត្ត ជួយឈឺឆ្អាលក្នុងការដោះស្រាយបញ្ហាប្រឈមនានាយ៉ាងសស្រាក់សស្រាំជាទីបំផុត ដោយមិនត្អូញត្អែរ និងមិនខ្លាចនឿយហត់ ដើម្បីឲ្យការសរសេរសៀវភៅនេះប្រព្រឹត្តទៅដោយរលូន។

- ឯកឧត្តមបណ្ឌិត ស៊្រីវ ថារិទ្ធ អ្នកសម្របសម្រួលសាលាក្រោយឧត្តម និង លោកបណ្ឌិត សុខ សិរី អនុប្រធានការិយាល័យស្រាវជ្រាវ ដែលតែងជួយឈឺឆ្អាល ជួយសម្របសម្រួល និងផ្តល់សេវាសម្រាប់ការប្រជុំបច្ចេកទេសនានាតាមអនឡាញតាំងពីដើមរៀងមក។

- អស់លោក-លោកស្រី ជាសមាជិក-សមាជិកាគណៈកម្មការអភិវឌ្ឍសៀវភៅសិក្សា ក៏ដូចជាគណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យសៀវភៅសិក្សារបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដែលបានជួយផ្តល់ធាតុចូលដល់សៀវភៅនេះឲ្យកាន់តែមានគុណភាពប្រសើរថែមទៀត។

- ជាចុងក្រោយ និងជាពិសេស លោក ធូ រេណូ ប្រធានការិយាល័យស្រាវជ្រាវនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដែលតែងជួយផ្តល់ធាតុចូលចំពោះរាល់ឯកសារការងារ ទាំងផ្នែករដ្ឋបាលនិងទាំងផ្នែកបច្ចេកទេស លោកថែមទាំងជួយសម្រួលរាល់បញ្ហាប្រឈមនានាយ៉ាងដិតដល់បំផុត ដោយមិនប្រកាន់ពេលវេលា និងដោយចិត្តជ្រះថ្លា រហូតការសរសេរសៀវភៅនេះទទួលបានជោគជ័យជាស្ថាពរ។

មាតិកា

បុព្វកថា i
សេចក្ដីបញ្ជាក់ vi
អារម្ភកថា vii
សេចក្ដីថ្លែងអំណរគុណ viii
មាតិកា ix
ជំពូកទី 1 ទែម៉ូឌីណាមិច 1
មេរៀនទី 1 សញ្ញាណគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច 1
1. សេចក្ដីផ្ដើម 1
2. តើទែម៉ូឌីណាមិចសិក្សាអំពីអ្វី 1
3. និយមន័យ ពាក្យបច្ចេកទេសនៅក្នុងទែម៉ូឌីណាមិច 2
3.1. ថាមពល 2
3.2. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច 3
4. ប៉ារ៉ាម៉ែតភាពនៃប្រព័ន្ធ 4
5. សមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 5
6. ថាមពល 5
7. បណ្ដូរកម្ដៅរបស់ប្រព័ន្ធ 6
8. មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាចិច 6
8.1. កម្មន្ត 6
8.2. លំនាំអាដ្យាប៉ាទិច 8
មេរៀនទី 2 កម្ដៅម៉ាស និងកម្ដៅម៉ូល 9
1. កម្ដៅម៉ាស 9
2. កម្ដៅម៉ូល 9
2.1. កម្ដៅម៉ាស និងកម្ដៅម៉ូលលំនាអ៊ីសូករ 9
2.2. កម្ដៅម៉ាស និងកម្ដៅម៉ូលលំនាអ៊ីសូបា 9
2.3. ទំនាក់ទំនងCp និងCv 9
2.4. តារាងកម្ដៅម៉ូលមធ្យមនៅ1atm និង278K 10
3. កាឡូរីម៉ែត្រ 10
3.1. កាឡូរីម៉ែត្រមាឌថេរ 10
3.2. វិធីកាឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរ 12
3.3. តារាងកម្ដៅនៃប្រតិកម្មមួយចំនួន 12
4. លំហាត់និងដំណោះស្រាយ 13

មេរៀនទី 3 ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច 21
1. អត្ថន័យគោលការណ៍ 21
2. ពិសោធន៍ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច 21
3. លំនាំបើក 21
4. កម្ដៅនៃប្រព័ន្ធ 21
   4.1. ករណីកម្មន្តបានការមានតម្លៃថេរ 22
   4.2. លំនាំអ៊ីសូករ 22
   4.3. លំនាំអ៊ីសូបារ 22
   4.4. លំនាំអ៊ីសូទែម 22
   4.5. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបា 22
5. សំណួរ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ 23
មេរៀនទី 4 កម្ដៅនៃប្រតិកម្មគីមី 24
1. ច្បាប់ហេស 25
2. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មដោយផ្អែកតាមកម្ដៅកំណនិងកម្ដៅចំហេះ 26
   2.1. និយមន័យកម្ដៅកំណ 26
   2.2. តារាងកម្ដៅកំណស្តង់ដារនៃសមាសធាតុមួយចំនួន 26
   2.3. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មគីមី តាមរយៈកម្ដៅកំណ 27
3. កម្ដៅចំហេះ 27
   3.1. និយមន័យ 27
   3.2. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មតាមកម្ដៅចំហេះ 27
4. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មដោយផ្អែកតាមថាមពលសម្ព័ន្ធគីមី 28
   4.1. ថាមពលផ្ដាច់សម្ព័ន្ធ 28
   4.2. ការវាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម 28
5. ការប្រើប្រាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធក្នុងទែម៉ូគីមី 29
6. រូបមន្តបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មក្នុងផាសឧស្ម័ន 30
មេរៀនទី 5 ច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច 32
1. សេចក្ដីផ្ដើម 32
2. កន្សោមគណិតវិទ្យានៃច្បាប់ទី II 32
3. អង់ត្រូពី 33
   3.1. និយមន័យ 34
   3.2. សមីការឌីផេរង់ស្យែលច្បាប់ទីIIនៃទែម៉ូឌីណាមិចរបស់លំនាំទៅមក 34
4. វិធីសាស្ត្រគណនាអង់ត្រូពីនៃលំនាំមួយចំនួន 35

4.1. បម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីបម្លែងផាស 35
4.2. សមីការឌីផេរង់ស្យែលច្បាប់ទីIIនៃទែម៉ូឌីណាមិចលំនាំទៅមក 35
4.3. លក្ខណៈអង់ត្រូពីក្នុងប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស 35
5. សំណួរនិងលំហាត់ 35
មេរៀនទី 6 សំយោគច្បាប់ទី I និងច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច 37
1. សំយោគច្បាប់ទី I និងច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច 37
2. កម្មន្តក្នុងលំនាំទៅមកជាកម្មន្តអតិបរមា 37
3. កម្មន្តអតិបរមាក្នុងលំនាំមួយចំនួន 37
3.1. លំនាំអ៊ីសូករ-អង់ត្រូពី 37
3.2. លំនាំអ៊ីសូបា-អង់ត្រូពី 37
3.3. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូករ 37
3.4. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបា 37
4. ប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច 38
5. លក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង និងលក្ខខ័ណ្ឌស្វ័យប្រព្រឹត្តក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច 38
5.1. លំនាំអ៊ីសូអង់ត្រូពី-អ៊ីសូករ 38
5.2. លំនាំអ៊ីសូអង់ត្រូពី-អ៊ីសូបា 38
5.3. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបា 38
5.4. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូករ 38
5.5. ប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស 39
6. ប៉ូតង់ស្យែលគីមី 39
6.1. ថាមពលក្នុង(U) 39
6.2. អង់តាល់ពី (H) 39
6.3. អែលអុល (F) 40
6.4. ស៊ីប (G) 40
7. លំហាត់និងដំណោះស្រាយ 40
លំហាត់ 54
មេរៀនទី 7 ប្រព័ន្ធមានធាតុបង្គមួយ 55
1. ផាស(ភាពរូប) 55
2. បម្លែងផាសប្រភេទ I 55
3. បង្កើតសមីការប្រភេទ I ឬសមីការ Clapeyron Clausius 55
3.1. សណ្ឋានទូទៅសមីការប្រភេទI 55
3.2. សណ្ឋានងាយទី១ សមីការបម្លែងផាសប្រភេទI 55

3.3. សណ្ឋានងាយទី២នៃសមីការបម្លែងផាសប្រភេទI 56
4. លំហាត់គំរូ 56
ជំពូកទី 2 កំហាប់សូលុយស្យុង 58
មេរៀនទី 8 សូលុយស្យុង 58
1. សូលុយស្យុង 58
2. កំហាប់សូលុយស្យុង 58
2.1. កំហាប់ភាគរយ ឬកំហាប់សតភាគ (C%) 58
2.2. កំហាប់ជាម៉ាស $C_{g/L}$ 58
2.3. កំហាប់ជាម៉ូល $[A]=C_M$ 58
2.4. កំហាប់សមមូល ឬកំហាប់ណរម៉ាល់ C_N 59
3. បកស្រាយទំនាក់ទំនង C_NនិងC_M 59
3.1. សមមូលលោហៈE_q (លោហៈ) 59
3.2. សមមូលលោហៈអាស៊ីត (អាស៊ីត) 59
3.3. សមមូលលោហៈE_q (បាស) 59
3.4. សមមូលលោហៈE_q (អំបិល) 60
3.5. ចំនួនម៉ូលសមមូល 60
4. កំហាប់ម៉ូឡាលីតេC_m 60
5. កំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i 60
6. ទំហំម៉ូលដោយផ្នែក 61
7. ល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 62
8. ច្បាប់ដាល់តុននិសម្ពាធដោយផ្នែក 62
8.1. សម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ន 62
8.2. សម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ 62
9. លំហាត់និងដំណោះស្រាយ 62
មេរៀនទី 9 សូលុយស្យុងរាវ និង សូលុយស្យុងរាវអានន្ត 65
1. ចំហាយឆ្អែតនៃសូលុយស្យុងរាវ 65
2. ច្បាប់រ៉ាអ៊ូលស្តីពីតំហាយសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរំលាយរបស់សូលុយស្យុងមួយ 65
3. ច្បាប់ហង់រីចំពោះសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរលាយ 66
4. កំណើនសីតុណ្ហភាពរំពុះសូលុយស្យុងរាវអានន្តដែលមានធាតុរលាយមិនហើរ 66
4.1. សីតុណ្ហភាពរំពុះនៃផាសរាវ 66
4.2. ក្រាហ្វតាងសីតុណ្ហភាពរំពុញនៃអង្គធាតុរាវសុទ្ធ និងសូលុយស្យុង 66
4.3. កំណើនសីតុណ្ហភាពរំពុះ 67

4.4. វិធានគណនាម៉ាសម៉ូលនៃសមាសធាតុរលាយតាមពិសោធន៍ 67
5. តំហយចុះនៃសីតុណ្ហភាពកំណកបស់សូលុយស្យុង 67
5.1. លំនឹងសូលុយស្យុងរាវ 67
5.2. តំហយចុះសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុងរាវ 67
5.3. វិធានគណនាម៉ាសម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ....................................68
6. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ....................................68
មេរៀនទី 10 សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ 68
1. និយមន័យតាមប៉ូតង់ស្យែលគីមី 70
2. និយមន័យតាមច្បាប់រ៉ាអ៊ូល 70
3. និយមន័យសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ 70
4. សម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ 70
5. សូលុយស្យុងពិត គំលាតធៀបនឹងច្បាប់រ៉ាអ៊ូល 71
5.1. និយមន័យ 71
5.2. កម្រិតលម្អៀងនៃច្បាប់រ៉ាអ៊ូល 71
6. អាក់ទីវីតេនិងមេគុណអាក់ទីវីតេ 71
6.1. និយមន័យ 71
6.2. អាក់ទីវីតេនៃសម្ពាធចំហាយ....................................72
7. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ....................................72
មេរៀនទី 11 មេគុណអាក់ទីវីតេ និង អាក់ទីវីតេ 74
1. ឧបមាថាគេមានអេឡិចត្រូលីតខ្លាំង 74
2. ទ្រឹស្តី Debye hackle ស្តីពីមេគុណអាក់ទីវីតេ....................................75
2.1. រូបមន្តDebye Hackle....................................75
2.2. កម្លាំងអ៊ីយ៉ុង....................................75
2.3. សូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត1-1 75
3. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ....................................76
ជំពូកទី 3 លំនឹងគីមី 81
មេរៀនទី 12 ធម្មជាតិនៃលំនឹងគីមី 81
1. បញ្ញត្តិទូទៅស្តីអំពីលំនឹង....................................81
2. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម(K) 82
3. ការសរសេរសមីការថេរលំនឹង....................................84
3.1. ប្រតិកម្មលំនឹងអូម៉ូសែន....................................84
3.2. ប្រតិកម្មលំនឹងអេតេរ៉ូសែន 87

3.3. ពហុលំនឹង 89
4. កន្សោមនៃថេរលំនឹង K ប្រែប្រួលតាមរបៀបសរសេរសមីការលំនឹងគីមី 90
5. សង្ខេបពីការណែនាំក្នុងការសរសេរសមីការលំនឹងគីមី 92
6. ទំនាក់ទំនងរវាងស៊ីនេទិច និងថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មគីមី 92
7. តើថេរលំនឹងប្រាប់យើងអំពីអ្វីខ្លះ? 90
7.1. ការព្យាករណ៍ពីទិសដៅនៃរំកិលលំនឹង 93
7.2. ការគណនាកំហាប់នៅពេលមានលំនឹង 94
8. សំណួរ និងលំហាត់ 98
មេរៀនទី 13 ការរំកិលលំនឹង 99
1. កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលដល់លំនឹងគីមី 99
2. គោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេ 99
3. កត្តាបម្រែបម្រួលកំហាប់ 99
4. ពន្យល់រូបភាពនីមួយៗ 100
5. កត្តាសម្ពាធ 101
6. កត្តាសីតុណ្ហភាព 103
7. កាតាលីករ 104
8. សង្ខេបកត្តាទាំងឡាយដែលមានឥទ្ធិពលលើទីតាំងលំនឹងនៃប្រតិកម្ម 104
9. គីមីអនុវត្តន៍ 105
9.1 លំនាំHaber 105
9.2 ជីវិតស្ថិតក្នុងរយៈពេលកំពស់ខ្ពស់ និងការផលិតអេម៉ូក្លូប៊ីន 106
10. ការសង្ខេបនូវភាពពិតនិងបញ្ញត្តិផ្សេងៗ 107
11. សំណួរនិងលំហាត់ 108
ឯកសារយោង 122

ជំពូកទី 1 ទែម៉ូឌីណាមិច

មេរៀនទី 1 សញ្ញាណគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច

1. សេចក្តីផ្តើម

នៅថ្ងៃទី ០៦ ខែឧសភា ឆ្នាំ១៩៣៧ យន្តហោះធនធំរបស់អាល្លឺម៉ង់ផ្ទុកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនបានផ្ទុះនៅក្នុងលំហរអាកាសក្នុងតំបន់ Lakehurst រដ្ឋ New Jersey ក្នុងកំឡុងពេលចុះចត។ ក្នុងគ្រោះមហន្តរាយនេះមានមនុស្សស្លាប់៣៥នាក់ ក្នុងចំណោមអ្នកជិះ៩៧នាក់ក្នុងយន្តហោះហ៊ិនឌីប៊ឺក។ គ្រោះមហន្តរាយនេះបង្កើតឱ្យមានការផ្តល់ដំណឹងនូវវិធីថ្មីចំពោះការដឹកជញ្ជូន គឺយន្តហោះហ៊ិនឌីប៊ឺកត្រូវតែមានផ្ទុកអេល្យូមដែលជាឧស្ម័នកំស្រោលជាងគេ មិនមែនជាអ៊ីដ្រូហ្សែនដែលជាឧស្ម័នសកម្មឡើយ ប៉ុន្តែការលក់ឧស្ម័នអេល្យូមទៅឱ្យប្រទេសអាល្លឺម៉ង់ត្រូវបានពន្យាពេលព្រោះខ្លាចសង្គ្រាមលោកថ្មីកើតឡើង ដូច្នេះហើយបានជាឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅតែបន្តប្រើ។ ការកើតឡើងជាយថាហេតុដោយមានការបញ្ចេញពន្លឺយ៉ាខ្លាំងនៅកន្លែងត្រូវពិនិត្យមើលឧស្ម័នជ្រាបតាមជញ្ជាំងយន្តហោះធ្វើឱ្យមានការផ្ទុះនិងឆេះពេញយន្តហោះហ៊ិនឌីប៊ឺក ត្រូវបានគេដឹងយ៉ាងច្បាស់លាស់ថាជាថាមពលដ៏អស្ចារ្យនោះដោយអំពើនៃប្រតិកម្មរវាងអ៊ីដ្រូហ្សែនក្នុងយន្តហោះជាមួយអុកស៊ីហ្សែននៃខ្យល់។ គ្រោះថ្នាក់នេះធ្វើឱ្យគេដឹងថាជាឧទាហរណ៍នៃវិនាសកម្មរបស់បម្រែបម្រួលថាមពលដែលកើតមានឡើងក្នុងពេលប្រតិកម្មគិមី។

គ្រប់ប្រតិកម្មគីមីសុទ្ធតែគោរពតាមច្បាប់គ្រឹះពីរ គឺច្បាប់រក្សាម៉ាសនិងច្បាប់រក្សាថាមពល។ យើងបានសិក្សារួចមកហើយពីទំណាក់ទំនងម៉ាសរវាងអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើត។ ក្នុងមេរៀននេះយើងនឹងរៀនអំពីបណ្តូរថាមពលនៅក្នុងប្រតិកម្មគីមី: លក្ខណៈថាមពលនិងប្រភេទថាមពល បណ្តូរថាមពលក្នុងប្រតិកម្មគីមី អង់តាល់ពីកំណស្តង់ដា អង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្ម ចំណុចរំពុះសូលុយស្យុង ចំនុចកំណកសូលុយស្យុង និងលំនឹងគីមី។

2. តើទែម៉ូឌីណាមិចសិក្សាអំពីអ្វី?

គ្រប់បម្រែបម្រួលរូបធាតុទាំងអស់តាមបាតុភូតរូបក្តីឬតាមបាតុភូតគីមីក្តីគេចែកចេញជាពីរៈបម្រែបម្រួលមិនអាចសង្កេតដោយភ្នែកទទេបានដូចជា បម្រែបម្រួលអាតូម ម៉ូលេគុល អ៊ីយ៉ុងក្នុងប្រព័ន្ធនិងបម្រែបម្រួលដែលអាចសង្កេតដោយភ្នែកទទេបានដូចជាបម្រែបម្រួលសម្ពាធ មាឌ សីតុណ្ហភាព....។ នៅក្នុងទែម៉ូឌីណាមិចយើងសិក្សាតែបម្រែបម្រួលផ្នែកទីពីរទេ។ គោលបំណងនៃទែម៉ូឌីណាមិចគឺទស្សន៍ទាយជាមុននូវការវិវឌ្ឍន៍របស់បាតុភូតក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌដែលមាន។ តើវាអាចវិវឌ្ឍន៍បានឬអត់ តើការវិវឌ្ឍន៍នោះបែបណា ដែលអាចទៅរួចហើយវិវឌ្ឍន៍ទៅរកលទ្ធផលបែបណា? ទែម៉ូឌីណាមិច គឺជាផ្នែកមួយនៃគីមីរូបដែលសិក្សាអំពីការផ្លាស់ប្តូរថាមពលពីរូបធាតុមួយទៅរូបធាតុមួយទៀតឬពីផ្នែកមួយនៃប្រព័ន្ធទៅកាន់ផ្នែកមួយមួយទៀតនៃប្រព័ន្ធ។ ថាមពលប្រសិទ្ធិកើតឡើងពីថាមពលរូបវិទ្យា និងបាតុភាពកើតមានជាមួយលក្ខខណ្ឌប្រព្រឹត្ត និងអំពីលទ្ធភាពនិងទិសដៅ ព្រំដែនកំនត់នៃប្រតិកម្មកើតឯងក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌដែលមាន។

3. និយមន័យ ពាក្យបច្ចេកទេសនៅក្នុងមេរៀនទ្រម៉ូឌីណាមិច

3.1. ថាមពល

ថាមពលគឺជាពាក្យច្រើនប្រើសម្រាប់តំណាងនូវគំនិតអរូបី។ ឧទាហរណ៍នៅពេលយើងហត់យើងអាចនិយាយថា យើងមិនមានថាមពលទេ ហើយយើងត្រូវការរកប្រភពថាមពលផ្សេងៗដើម្បីយកមកជំនួសវិញ។ មិនដូចគ្នានឹងរូបធាតុទេថាមពលត្រូវបានគេស្គាល់ដោយផលរបស់វា។ យើងមិនអាចមើលឃើញ ប៉ះ ហិតក្លិន ឬក៏ថ្លឹងថាមពលបានទេ។ ថាមពលជាសមត្ថភាពបង្កើតកម្មន្ត។ យើងធ្លាប់ដឹងហើយថាកម្មន្តជាផលគុណស្លាលែរវាងកម្លាំងនិងបម្លាស់ទី ប៉ុន្តែយើងនឹងឃើញថាមានប្រភេទផ្សេងៗគ្នានៃកម្មន្ត។ គ្រប់ទម្រង់ថាមពលទាំងអស់អាចបង្កើតកម្មន្ត(មានន័យថាអាស្រ័យនឹងកម្លាំងនិងបម្លាស់ទី) ប៉ុន្តែមិនគ្រប់ទម្រង់ថាមពលទាំងអស់សុទ្ធតែមានទំនាក់ទំនងដូចគ្នាចំពោះប្រតិកម្មគីមីនោះទេ។ ថាមពលមាននៅក្នុងរលកពញ្ញយដីត្រូវបានបង្កើតកម្មន្តចាំបាច់ ប៉ុន្តែទំនាក់ទំនងរវាងរលកពញ្ញយដីនិងគីមីមានតិចតួចណាស់។ គីមីវិទូឱ្យនិយមន័យកម្មន្តថា គឺជាបណ្តូរថាមពលផ្ទាល់ដែលជាលទ្ធផលពៅលំនាំមួយ។ ថាមពលស៊ីនេទិច (ថាមពលត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយវត្ថុមានចលនា) ជាទម្រង់មួយនៃថាមពលដែលមានប្រយោជន៍ពិសេសដល់គីមី។ ទម្រង់ថាមពលផ្សេងទៀតគឺថាមពលរ៉ាដ្យង់ ថាមពលកម្តៅ ថាមពលគីមី និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល។

3.1.1. ថាមពលរ៉ាដ្យង់

ថាមពលរ៉ាដ្យង់គឺជាថាមពលពន្លឺបានមកពីព្រះអាទិត្យនិងជាប្រភពថាមពលដំបូងរបស់ផែនដី។ ថាមពលព្រះអាទិត្យធ្វើឱ្យមានកម្តៅទៅលើបរិយាកាសនិងផ្ទៃផែនដីព្រមទាំងឱ្យមានលំនាំរស្មីសំយោគនិងជះឥទ្ធិពលទៅលើលំនាំ បរិយាកាសទាំងមូល។

3.1.2. ថាមពលកំដៅ

ថាមពលកម្តៅ គឺជាថាមពលដែលទាក់ទងជាមួយចលនានៃអាតូម និងម៉ូលេគុលទាំងឡាយក្នុងប្រព័ន្ធ។ ជាទូទៅ ថាមពលកកម្តៅ អាចត្រូវបានគណនាពីរង្វាស់សីតុណ្ហភាព។ ច្បាស់ជាងនេះទៀត ចលនាអាតូម និងម៉ូលេគុលនៅក្នុងភាគសំណាកមួយនៃរូបធាតុ ភាគសំណាកដែលក្តៅជាងវាមានថាមពលកម្តៅធំជាង។ ប៉ុន្តែយើងត្រូវការបែងចែកឱ្យបានច្បាស់លាស់រវាងថាមពលកម្តៅនិងសីតុណ្ហភាព។ កាហ្វេ១ពែងនៅសីតុណ្ហភាព 70°C មានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងផើងមួយដែលបំពេញដោយទឹកក្តៅនៅសីតុណ្ហភាព40°C ប៉ុន្តែមានថាមពលកម្តៅច្រើនជាងផ្ទុកនៅក្នុងផើងទឹកពីព្រោះវាមានមានមាឌធំជាងនិងមានម៉ាសធំជាងកាហ្វេដោយហេតុវាមានម៉ូលេគុលទឹកច្រើន និងមានចលនាម៉ូលេគុលច្រើន។

3.1.3. ថាមពលគីមី

ថាមពលគីមីមានស្តុកនៅក្នុងទំរង់នៃសារធាតុគីមី បរិមាណរបស់វាត្រូវបានកំនត់ដោយប្រភេទ និងការតំរៀបនៃអាតូមជំនួស។ នៅពេលដែលសារធាតុទាំងឡាយចូលរួមប្រតិកម្មថាមពលគីមីត្រូវបានរំដោះត្រូវបានផ្ទុកនិងបំលែងជាទម្រង់នៃថាមពលផ្សេងៗទៀត។

3.1.4. ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល

ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល គឺជាថាមពលដែលអាចកើតមានឡើងដោយទីតាំងពិតរបស់វត្ថុតាមរយៈកំពស់របស់វា។ ឧទាហរណ៍ដោយសារតែថ្មនៅលើច្រាំងចោទមានថាមពលប៉ូតង់ស្យែលច្រើនជាង ហើយនឹងបង្កើតនូវសូរខ្លាំងជាងថ្មមួយផ្សេងទៀតដែលមានទំហំដូចគ្នានឹងធ្លាក់នៅកំពស់ទាបជាង។ ថាមពលគីមីអាចចាត់ទុកជាថាមពលប៉ូតង់ស្យែល ពីព្រោះវាមានទំនាក់ទំនងនឹងទីតាំងរៀងគ្នានិងការតំរៀបអាតូមនៅក្នុងសារធាតុដែលផ្តល់។

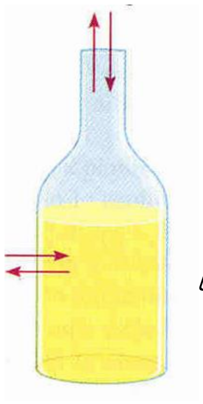
គ្រប់ទម្រង់ថាមពលទាំងអស់អាចត្រូវបានបំប្លែងពីទម្រង់មួយទៅទម្រង់មួយទៀត។យើងមាអារម្មណ៍ថាកក់ក្តៅ នៅពេលយើងឈរនៅក្រោមកម្តៅព្រះអាទិត្យ ពីព្រោះថាមពលរ៉ាដ្យង់ ត្រូវបាន បំលែងជាថាមពលកម្តៅនៅលើស្បែកយើង។ នៅពេលយើងហាត់ប្រាណថាមពលគីមីត្រូវស្តុកទុកនៅក្នុងខ្លួនយើងបំប្លែងជាថាមពលស៊ីនេទិច។ នៅពេលបាល់មួយចាប់ផ្តើមរមៀលចុះក្រោមថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់វាបំប្លែងជាថាមពលស៊ីនេទិច។ អ្នកអាចរកនឹកគិតដោយមិនបាច់មានមន្ទិលសង្ស័យពីឧទាហរណ៍ផ្សេងៗទៀត។ ទោះបីជាថាមពលអាចសន្មតថាជាទម្រង់ផ្សេងៗដែលជាអន្តរបំប្លែងក៏ដោយ អ្នកវិទ្យាសាស្ត្របានសន្និដ្ឋានថាថាមពលអាចត្រូវបាត់បង់ឬក៏កើតឡើងវិញ។ នៅពេលទំរង់ថាមពលបាត់បង់ទម្រង់ផ្សេងទៀតនៃថាមពល (ទំហំដូចគ្នា)ត្រូវបានកើតឡើងនិងប្រាសមកវិញ។ គោលការណ៍នេះត្រូវបានសង្ខេបដោយច្បាប់រក្សាថាមពល (ថាមពលបញ្ចេញ = ថាមពលស្រូប)។ បរិមាណសរុបនៃថាមពលនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានមួយសន្មតថាមានតម្លៃថេរ។

3.2. ប្រព័ន្ធនៃទែម៉ូឌីណាមិច

ដើម្បីវិភាគពីបណ្តូរថាមពលដែលទាក់ទងទៅនឹងប្រតិកម្មគីមី ដំបូងយើងត្រូវតែកំណត់ ប្រព័ន្ធ ឬផ្នែកជាក់លាក់ណាមួយនៃពិភពដែលយើងចាប់អារម្មណ៍។ សម្រាប់គីមីវិទូ**ប្រព័ន្ធ**ជាទូទៅរួមមានសារធាតុទាំងឡាយដែលទាក់ទងទៅនឹងបម្រែបម្រួលរូបនិងគីមី។ ឧទាហរណ៍នៅក្នុងការពិសោធប្រតិកម្មបន្សាបអាស៊ីត-បាស ប្រព័ន្ធនោះអាចជាកែវបេស៊ែដែលរួមមានសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច 50mL និងសូលុយស្យុងស៊ូត 50mL ត្រូវបន្ថែមទៅលើសូលុយស្យុងអាស៊ីតនោះ។ បរិយាកាសជាភពក្រៅប្រព័ន្ធ។

3.2.1. ប្រព័ន្ធបើក

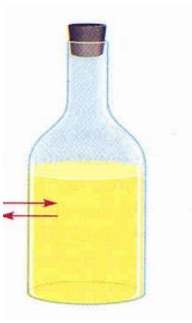
ប្រព័ន្ធបើក គឺជាប្រព័ន្ធដែលមានបណ្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ទាំងម៉ាស ទាំងថាមពល។



រូបទី(1)បង្ហាញពីទំនាក់ទំនងប្រព័ន្ធបើកជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ

3.2.2. ប្រព័ន្ធបិទ

ប្រព័ន្ធបិទ គឺជាប្រព័ន្ធដែលមានបណ្តូរថាមពលជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅតែគ្មានបណ្តូរម៉ាសជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅទេ។



រូបទី(2)បង្ហាញពីទំនាក់ទំនងប្រព័ន្ធបិទជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ

3.2.3. ប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស

ប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស គឺជាប្រព័ន្ធដែលមិនបណ្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ទាំងម៉ាស ទាំងថាមពល។

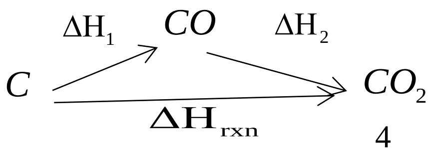
រូបទី(3)បង្ហាញពីទំនាក់ទំនងប្រព័ន្ធសុញ្ញកាសជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ

4. ប៉ារ៉ាម៉ែតភាពនៃប្រព័ន្ធ

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រប្រព័ន្ធ គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រដែលទាក់ទងនឹងភាពបម្លាស់ទីនៃប្រព័ន្ធដោយគិតតែទីតាំងដើមនិងទីតាំងចុងហើយវាមិនអាស្រ័យទៅនឹងលំនាំប្រព្រឹត្តឡើយ។

ឧទាហរណ៍៖ លំនាំបំលែង $C(s) \longrightarrow CO_2(g)$

របៀបទី1



ដូច្នេះ កម្ដៅនៃប្រតិកម្មគេអាចគណនាតាមផលបូកវិចទ័រ $\Delta H_{rxn} = \Delta H_1 + \Delta H_2$

របៀបទី2 $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_{rex} = \Delta H_f^0(CO_2)$

របៀបទី3

$$\begin{array}{ll|l} C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) & \rightarrow CO(g) & \Delta H_1 \\ CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) & \rightarrow CO_2(g) & \Delta H_2 \quad + \\ \hline C(s) + O_2(g) & \rightarrow CO_2(g) & \Delta H_{rxn} = \Delta H_1 + \Delta H_2 \end{array}$$

ប៉ារ៉ាម៉ែត្រភាពប្រព័ន្ធរួមមាន:អ៊ីសូទែម (T=ថេរ) អ៊ីសូបា (p = ថេរ) និងអ៊ីសូករ (V= ថេរ) អាដ្យាប៉ាទិច(Q=ថេរ)។ គេចែកប៉ារ៉ាម៉ែត្រភាពរបស់ប្រព័ន្ធជាពីរគឺតម្លៃបូកមិនបាន (Extensive) និងតម្លៃបូកបាន (Intensive) តម្លៃបូកបានដូចជាម៉ាស មាឌ ចំនួនម៉ូល... ឯតម្លៃបូកមិនបានដូចជាកំហាប់ សីតុណ្ហភាព ម៉ាសមាឌ....។

5. សមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

និយមន័យ: ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាឧស្ម័នទាំងឡាយណាដែលផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងសមីការភាព $pV = nRT$ ។

n ជាចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន R ជាថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

បើ p គិតជា atm និង V គិតជា L $R=0.082 atm.L/mol.K$

បើ p គិតជា CmHg និង V គិតជា L $R=76\times0.082 cmHg.L/mol.K$

បើ p គិតជា mmHg និង V គិតជា L $R=760\times0.082 mmHg.L./mol.K$

បើ p គិតជា Pa និង V គិតជា m^3

$$R=8.314 Pa.m^3/mol.K = 8.314 N.m/mol.K = 8.314 J/mol.K$$

ឧទាហរណ៍ 0.2 mol នៃឧស្ម័នមួយនៅ $t_1=44^oC$ និងសម្ពាធ $p_1=1.5$ atm ត្រូវបានគេបញ្ចុះកម្ដៅដល់ $t_2=27^oC$ និងបណ្ដែនសម្ពាធរហូតដល់ $p_2=3atm$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលមាឌប្រព័ន្ធ។

ដំណោះស្រាយ

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $pV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{p}$

គេបាន $V_1 = \frac{(0.2mol)\ R(317K)}{1.5atm}$; $V_2 = \frac{(0.2mol)\ R(300K)}{3.0atm}$

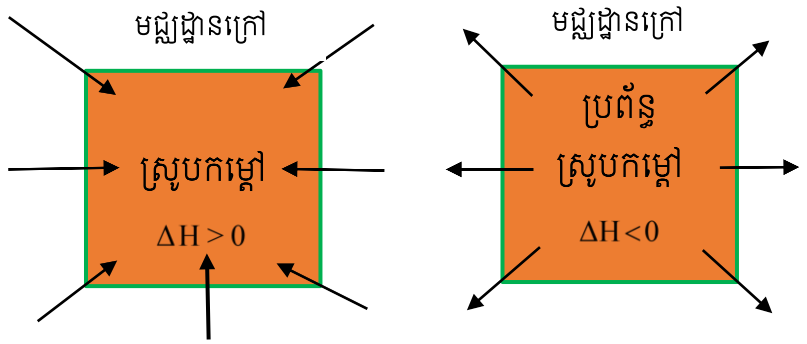
ដូចនេះ $\Delta V = V_2 - V_1 = (0.2mol)(0.0821 atm.L/mol.K)\left(\frac{300}{3.0} - \frac{317}{1.5}\right) = \boxed{-1.83L}$

6. ថាមពល (Energy)

ថាមពលនៅក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច បណ្តូរថាមពលអាចប្រព្រឹត្តទៅបានក្រោមរូបភាពពីរយ៉ាងគឺ កម្តៅ (Q) និងកម្មន្ត (W)។ការសន្មតនៃសញ្ញារបស់បណ្តូរថាមពលកម្តៅនិងកម្មន្តនៃថាមពលទែរម៉ូឌីណាមិច បើប្រព័ន្ធទទួលកម្តៅសញ្ញា (+) ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្តសញ្ញា (-) ។

បើប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅសញ្ញា (-) ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធបានធ្វើកម្មន្តសញ្ញា (+) ។

កម្តៅ (Q) និងកម្មន្ត (W) គឺជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រលំនាំ (តម្លៃកម្តៅ និងតម្លៃកម្មន្តប្រែប្រួលតាមលំនាំប្រព្រឹត្តរបស់ប្រព័ន្ធ)។

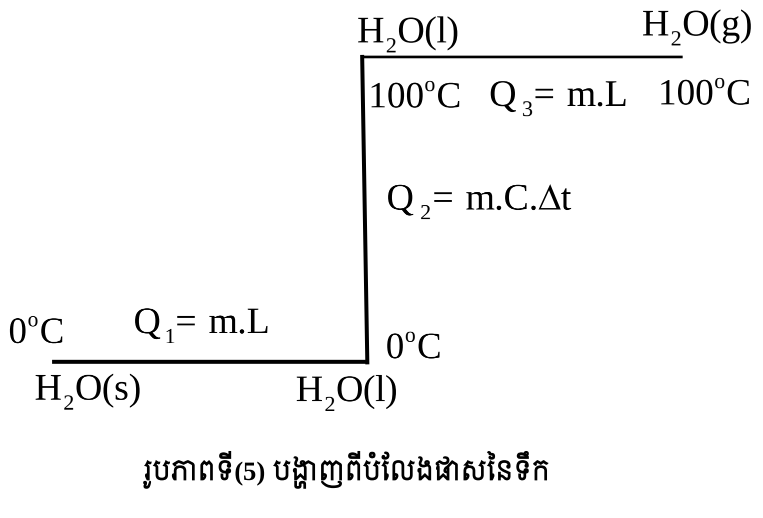


រូបទី(4) បង្ហាញពីប្រព័ន្ធស្រូប និងបញ្ចេញកម្តៅ

7. បណ្តូរកម្តៅរបស់ប្រព័ន្ធចែកចេញជាពីរ

- បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា $Q = m.C.\Delta T = m.C.\Delta t$ ដែល C គឺជាកម្តៅម៉ាស។
- បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា $Q= n.C.\Delta T = n.C.\Delta t$ ដែល C គឺជាកម្តៅម៉ូល។
- បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា $Q= n.L$ ដែល L ជាឡាតង់កម្តៅរលាយម៉ូលឬឡាតង់កម្តៅចំហាយម៉ូល។
- បណ្តូរកម្តៅដោយសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា $Q= m.L$ ដែល L ជាឡាតង់កម្តៅរលាយម៉ាសឬឡាតង់កម្តៅចំហាយម៉ាស។

ឧទាហរណ៍: ក្រាហ្វបំប្លែងផាសរបស់ទឹក



រូបភាពទី(5) បង្ហាញពីបំលែងផាសនៃទឹក

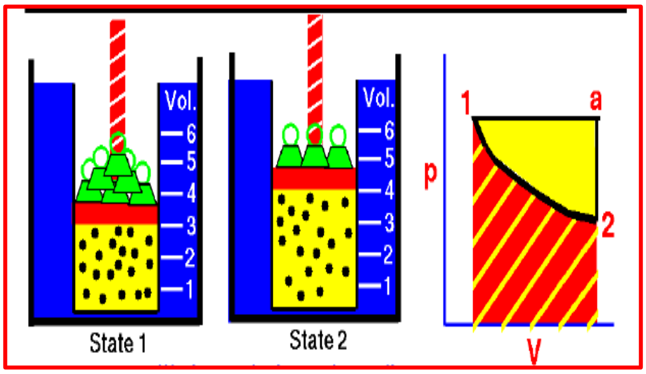
8. មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច

8.1. កម្មន្ត (W)

វត្ថុឬភាគល្អិតទាំងឡាយណាត្រូវបានរុញច្រានឬបង្វិលទៅតាមទិសដៅណាមួយជាក់លាក់បង្កើតបាននូវកម្មន្ត។ កម្មន្ត(W)គឺជាផលគុណរវាងចម្ងាយបម្លាស់ទីរបស់ប្រព័ន្ធជាមួយកំលាំងដែលមានអំពើទៅលើប្រព័ន្ធ។ រូបមន្តកម្មន្ត កម្មន្ត = កម្លាំងxចម្ងាយបម្លាស់ទី $\Leftrightarrow$ $\delta W = F.dx = p.S.dx = p.dV$ គេហៅថាកម្មន្តបន្ទុរមាឌ

8.1.1. កម្មន្តបន្ទុរមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូបា (p=ថេរ)

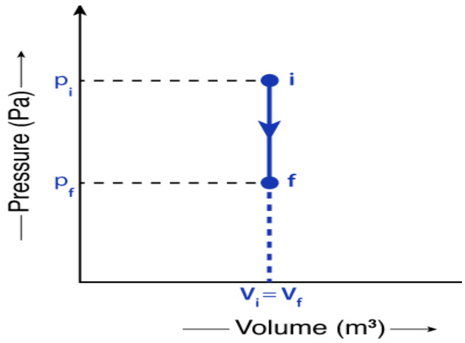
បើយើងធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការឌីផេរង់ស្យែល $\int \delta W_p = p\int_{V_1}^{V_2} dV$ យើងបាន $W_p = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$ ។



រូបភាពទី(6) បង្ហាញពីកម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូទែម

បើ p គិតជា atm និង V គិតជា L នាំឱ្យ W_p គិតជា atm×L

ចងចាំ 1atm×L=101.3J=24.14cal



រូបភាព(7) លំនាំអ៊ីសូករ

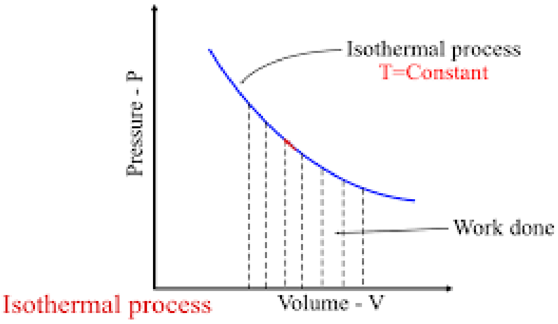
8.1.2. កម្មន្តបន្ទុរមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូករ (V=ថេរ)

បើ V= ថេរ នាំឱ្យ $W_V = 0$

8.1.3. កម្មន្តបន្ទុរមាឌនៃលំនាំអ៊ីសូទែម (T=ថេរ)

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$

យើងយកតម្លៃ p នេះទៅជំនួសក្នុងសមីការកម្មន្តបន្ទុរមាឌយើងបាន $\delta W_T = nRT\frac{dV}{V}$ ធ្វើអាំងតេក្រាលសមីការឌីផេរង់ស្យែលខាងលើយើងបាន $W_T = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$ ។ តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ ដោយសីតុណ្ហភាពថេរគេបាន $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$ ។ ដូចនេះគេបាន $W_T = nRT\ln\frac{P_1}{P_2}$



រូបភាពទី (8) កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូទែម

8.2. លំនាំអាដ្យាប៉ាទិច ($\delta Q=0$)

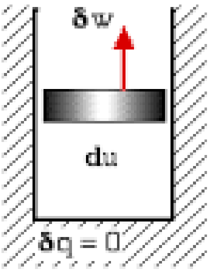
បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង $dU = \delta Q - \delta W \Rightarrow \delta Q = dU + \delta W \Leftrightarrow 0 = dU + \delta W$

បើឧស្ម័នបរិសុទ្ធគេបាន $p = \frac{R.T}{V}$ និង $dU = C_V.dT$ យកតម្លៃទាំងពីរនេះជំនួសក្នុងរូបមន្តខាងលើគេបាន

$$0 = C_V.dT + \left(\frac{R.T}{V}\right)dV = C_V.dT + R.T.\frac{dV}{V}$$

$$\Rightarrow C_V.dT = -R.T\frac{dV}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{T} = -\left(\frac{R}{C_V}\right)\frac{dV}{V}$$



រូបភាពទី(9) លំនាំអដ្យាប៉ាទិច

ធ្វើអាំងតេក្រាលអង្គទាំងពីរគេបាន

$$\ln\frac{T_2}{T_1} = -\left(\frac{R}{C_V}\right)\ln\frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{R}{C_V}\right)\ln\frac{V_1}{V_2}$$

ដូចនេះ $\boxed{\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\frac{R}{C_V}}}$ (រូបមន្តនេះសម្រាប់ប្រព័ន្ធ1mol)

ឧទាហរណ៍: បង្ហាញថាផលគុណនៃសម្ពាធនិងមាឌ pV ជាទំហំនៃថាមពល

ដំណោះស្រាយ

ទំហំនៃ $pV = \frac{F}{S}.V = \frac{F}{S}.S.d = F.d = W$ = កម្មន្ត = ថាមពល

* * * * * * *

មេរៀនទី 2 កម្តៅម៉ាស និងកម្តៅម៉ូល

1. កម្តៅម៉ាស

និយមន័យ: កម្តៅម៉ាស គឺជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធ 1g កើនឡើង 1^oC ។

បើសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួល dT និងបរិមាណកម្តៅប្រែប្រួល δQ ។

រូបមន្តកម្តៅម៉ាស $C = \frac{\delta Q}{dT}$ នាំឲ្យគេបានគេបាន $\delta Q = C.dT$ ធ្វើអាំងតេក្រាលអង្គទាំងពីរគេបាន $Q = C(T_2 - T_1) = C.\Delta T = C.\Delta t$ រូបមន្តនេះសម្រាប់ប្រព័ន្ធ 1g ។ បើប្រព័ន្ធមានម៉ាស m(g) គេត្រូវប្រើរូបមន្ត $Q = m.C.\Delta T = m.C.\Delta t$

ឧទាហរណ៍: ទឹករាវមានកម្តៅម៉ាស $C = 1cal/g.^oC = 1cal/g.K$ ឬ $C = 4.2J/g.^oC = 4.2J/g.K$

2. កម្តៅម៉ូល

និយមន័យ: គឺជាបរិមាណកម្តៅចាំបាច់ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រព័ន្ធ 1mol កើនឡើង 1^oC ។

បើសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួល dT និងបរិមាណកម្តៅប្រែប្រួល δQ ។

រូបមន្តកម្តៅម៉ូល $C = \frac{\delta Q}{dT}$ នាំឱ្យគេបាន $\delta Q = C.dT$ នាំឱ្យគេបាន $Q = C.\Delta T = C.\Delta t$ សម្រាប់ប្រព័ន្ធ 1mol

ឧទាហរណ៍: ទឹករាវមានកម្តៅម៉ូល $C = 18cal/mol.^oC = 18cal/mol.K$ ឬ $C = 75.6J/mol.^oC = 75.6J/mol.K$

2.1. កម្តៅម៉ាសនិងកម្តៅម៉ូលលំនាំអ៊ីសូករ

បើប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំអ៊ីសូករ គេបានរូបមន្តកម្តៅម៉ាសនិងកម្តៅម៉ូល

$$C_V = \frac{\delta Q_V}{dT} = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$$

2.2. កម្តៅម៉ាសនិងកម្តៅម៉ូលលំនាំអ៊ីសូបា

បើប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំអ៊ីសូបាគេបានរូបមន្តកម្តៅម៉ាសនិងកម្តៅម៉ូល

$$C_p = \frac{\delta Q_p}{dT} = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_p = \left(\frac{dH}{dt}\right)_p$$

2.3. ទំនាក់ទំនងCp និងCV

កម្តៅម៉ូលនៃលំនាំអ៊ីសូបា $C_p = \left(\frac{dH}{dT}\right)_p$ និងកម្តៅម៉ូលនៃលំនាំអ៊ីសូករ $C_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$

បើ $C_p - C_V = \left(\frac{dH}{dt}\right)_p - \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$ តែ $H = U + p.V$ យកតម្លៃនេះជំនួសក្នុងសមីការខាងលើគេបាន

$$C_p - C_V = \left(\frac{d(U+p.V)}{dt}\right)_p - \left(\frac{dU}{dT}\right)_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)_P + P\left(\frac{dV}{dT}\right)_P + V\left(\frac{dp}{dT}\right)_P - \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$$

ចំពោះឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

$$\left(\frac{dU}{dT}\right)_P = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V \text{ និង } V\left(\frac{dp}{dT}\right)_p = 0 \quad \text{នាំឱ្យគេបាន } C_P - C_V = p\left(\frac{dV}{dT}\right)_P$$

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $V = \frac{RT}{p}$

គេបាន $C_P - C_V = P\left(\frac{d(RT)}{p.dT}\right)_P = R$

ដូចនេះ $C_P - C_V = R$

2.4. តារាងកម្ដៅម៉ូលមធ្យមនៅ1atmនិង 278K

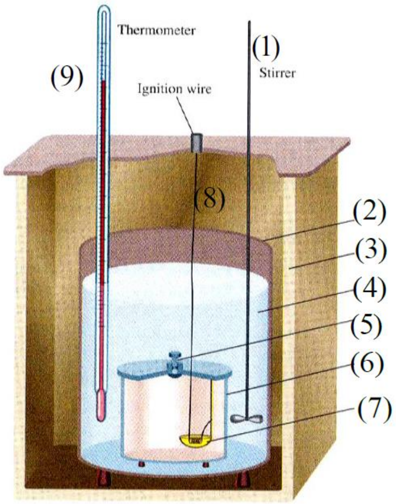
សារធាតុលោហ:	Cp cal/mol.°C	Cp J/mol.K	ជាតុផ្សេងទៀត និង សមាសធាតុ	Cp cal/mol.°C	Cp J/mol.K
Ag	6.1	26	C	204	8.5
Al	5.8	24	H_2	6.9	28.9
Au	6.07	25.4	N_2	6.94	29
Bi	6.1	26	O_2	7.05	29.5
Cal	6.2	26	Al_2O_3	18.96	79.33
Cr	5.6	23	CH_4	8.6	36
Cu	5.85	245	C_2H_6	12.71	53.18
Fe	5.9	24.5	CO	6.97	29.2

3. កាឡូរីម៉ែត្រ

3.1. កាឡូរីម៉ែត្រមាឌថេរ

កម្ដៅនៃចំហេះ គឺអាចវាស់បានដោយដាក់ម៉ាសនៃសមាសធាតុដែលយើងស្គាល់ជាមុនទៅក្នុងផើង ធ្វើពីដែកថែបបិទជិតដែលគេហៅថា កាឡូរីម៉ែត្រមាឌថេរ។ កាឡូរីម៉ែត្រមាឌថេរនេះ មានឧស្ម័ន អុកស៊ីសែន នៅខាងក្នុងហើយមានសម្ពាធ 30 atm។ ផើងកាឡូរីម៉ែត្រនេះគឺត្រូវបានដាក់ត្រាំក្នុងទឹក ដែលគេដឹងបរិមាណ ជាក់លាក់ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។ ភាគសំណាកនៅក្នុងផើងកាឡូរីម៉ែត្រដែលយើងចង់វាស់កម្ដៅត្រូវបាន គេដុតដោយចរន្តអគ្គិសនីហើយកម្ដៅដែលកើតឡើងពីប្រតិកម្មចំហេះត្រូវបានគេគណនាយ៉ាងត្រឹមត្រូវដោយ ការកត់ត្រាពីការកើន ឡើងនៃសីតុណ្ហភាពទឹក។ កម្ដៅដែល ភាយចេញត្រូវបានស្រូបដោយទឹក និងកាឡូរីម៉ែត្រ។ ការបង្កើត ឡើងយ៉ាងពិសេសនៃផើងកាឡូរីម៉ែត្របិទជិតនេះ អាច ឱ្យយើងសន្មតថាគ្មានកម្ដៅរឺម៉ាសត្រូវបាន បាត់បង់ទៅមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅឡើយ នៅពេលដែលយើងធ្វើការវាស់វែង។

(1) ខ្នុរសម្រាប់កូរទឹក
(2) ផើងកាឡូរីម៉ែត្រ
(3) អ៊ីសូឡង់
(4) ទឹក
(5) រន្ធបញ្ចូលអុកស៊ីហ្សែន
(6) ផើងបិទជិត
(7) ពែងដាក់ភាគសំណាក
(8) ខ្សែបញ្ឆេះ
(9) ទែម៉ូម៉ែត្រ



រូបភាពទី(10) បង្ហាញពីកាឡូរីម៉ែត្រថេរ

ដូច្នេះ យើងអាចនិយាយបានថា ផើងកាឡូរីម៉ែត្របិទជិតដែលគេបន្លិចទៅក្នុងទឹកគឺជាប្រព័ន្ធដូចដាច់តែឯង ព្រោះថា គ្មានកម្ដៅអាចឆ្លងចូលឬចាកចេញពីប្រព័ន្ធបានទេក្នុងពេលដំណើរការ។ ដូច្នេះ យើងអាចសរសេរថា $Q_{\text{ប្រព័ន្ធ}} = Q_{\text{ទឹក}} + Q_{\text{ផើង}} + Q_{\text{ប្រតិកម្ម}} = 0$ ដែល $Q_{\text{ទឹក}}$ $Q_{\text{ផើង}}$ និង $Q_{\text{ប្រតិកម្ម}}$ គឺជាបណ្ដូរកម្ដៅនៃទឹក ផើងនិងប្រតិកម្ម។ ដូចនេះ $Q_{\text{ប្រតិកម្ម}} = -(Q_{\text{ទឹក}} + Q_{\text{ផើង}})$ បរិមាណកម្ដៅទឹក($Q_{\text{ទឹក}}$) គេអាចគណនាតាមរូបមន្ត $Q_{\text{ទឹក}} = m_{\text{ទឹក}}.C.\Delta t = m_{\text{ទឹក}}(4.184 J/g.^oC)\ \Delta t$ ។ ផលិតផលនៃម៉ាសផើងកាឡូរីម៉ែតនិងកម្ដៅយថាប្រភេទរបស់វាគឺជាចំណុះកម្ដៅនៃកាឡូរីម៉ែត្រដែលមានតម្លៃថេរសម្រាប់អនុវត្តន៍គ្រប់ពិសោធន៍។ កត់សម្គាល់ថា ដោយសារប្រតិកម្មនៅក្នុងផើងកាឡូរីម៉ែតកើតឡើងនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌមាឌថេរ ច្រើនជាងក្នុងលក្ខខណ្ឌសម្ពាធថេរ នោះបណ្ដូរកម្ដៅមិនដូចគ្នាទាំងស្រុងទៅនឹងបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីទេ ដូច្នេះយើងអាចកែតម្រូវកម្ដៅដែល វាស់បាន ឱ្យត្រូវគ្នានឹងតម្លៃ ΔH ប៉ុន្តែភាពខុសគ្នា នេះមានតម្លៃតូចណាស់ ដូច្នេះយើងមិនបាច់បារម្ភ នឹងការលំអិតនៃដំនើរ ការកែតម្រូវនោះទេ។ ថាមពលដែលមាននៅក្នុងចំណីអាហារ និងប្រេង (ជាធម្មតាតែងតែបញ្ជាក់ជាការឡូរី ដែល 1 cal ស្មើ 4.184 J) ត្រូវបានវាស់ជាមួយនឹងកាឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរ។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោម នឹងបង្ហាញអំពីការគណនាកម្ដៅចំហេះនៃសមាសធាតុសរីរាង្គ។

ឧទាហរណ៍ៈណាប់ថ្តាឡែន ($C_{10}H_8$) ចំនួន 1.435g ដែលជាសារធាតុមានក្លិនឈ្ងុល ត្រូវបានប្រើជាថ្នាំការពារសត្វល្អិត បានឆេះចូលទៅក្នុងផើងកាឡូរីម៉ែតសម្ពាធថេរមួយ ពេលនោះសីតុណ្ហភាព នៃទឹកបានកើនឡើងពី 20.17^oC ទៅ 25.84^oC ។ ប្រសិនបើម៉ាសនៃទឹកដែលនៅជុំវិញកាឡូរីម៉ែតមាន 2000g ហើយចំណុះកម្ដៅនៃផើងកាឡូរីម៉ែតមាន 1.80 kJ/ºC ចូរគណនាកម្ដៅចំហេះជាម៉ូលនៃណាប់ថ្តាឡែន។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ជាដំបូងយើងគណនាបណ្ដូរថាមពល ចំពោះទឹក និងផើងកាឡូរីម៉ែត

បរិមាណកម្ដៅទឹកស្រូប $Q_{\text{ទឹក}} = m.C.\Delta t = (2000g)(4.184 J/g.^oC)(25.84-20.17)^oC = 4.74\times10^4 J$

បរិមាណកម្ដៅផើងកាឡូរីម៉ែត្រស្រូប $Q_{\text{ផើងកាឡូរីម៉ែត្រ}} = (1.80\times10^3 J/^oC)(25.84-20.17)^oC = 1.02\times10^4 J$

យើងអាចសរសេរ $Q_{ប្រតិកម្ម}= - (4.74 \times 10^4\ J + 1.02 \times 10^4\ J)= -5.76 \times 10^4\ J$

ម៉ាសម៉ូលរបស់ណាប់ផ្តាឡែនគឺ 128.20g/mol ។ ដូច្នេះកម្តៅចំហេះ 1 mol នៃណាប់ផ្តាឡែនគឺ

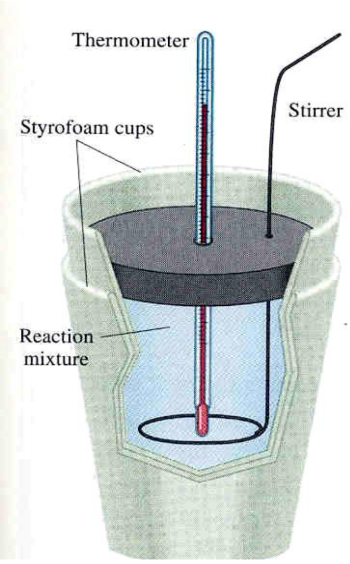
កម្តៅចំហេះជាម៉ូល $= \frac{-5.76\times10^4 J}{1.435gC_{10}H_8} \times \frac{128.2gC_{10}H_8}{1molC_{10}H_8} = -5.15 \times 10^6\ J/mol= -5.15 \times 10^3\ kJ/mol$

<u>លំហាត់អនុវត្តន៍2.1</u>

ចំហេះមេតាណុល 1.922g ក្នុងការឡូរីម៉ែតមាឌថេរ សីតុណ្ហភាពរបស់ទឹកកើន 4.20ºC បើសិនបរិមាណទឹក នៅមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅការឡូរីម៉ែត 2000g ហើយចំណុះកម្តៅការឡូរីម៉ែត 2.02kJ/ºC ។ គណនាកម្តៅម៉ូលរបស់ចំហេះមេតាណុល ។

3.2. វិធីការឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរ

ឧបករណ៍សាមញ្ញជាងកាឡូរីម៉ែត្រមាឌថេរ គឺជាកាឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរដែលត្រូវបាន ប្រើប្រាស់ ដើម្បីកំនត់បណ្តូរកម្តៅប្រតិកម្មមិនមែនចំហេះ។ កាឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរអាចត្រូវបានធ្វើឡើងពីពែង ស្ទីរ៉ូហ្វូមពីរ ដូចបង្ហាញក្នុង**រូបភាពទី**(11)។ ឧបករណ៍នេះវាស់ផលកម្តៅនៃបម្រែបម្រួលរបស់ប្រតិកម្មដូចជា ប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាស ព្រមទាំងកម្តៅសូលុយស្យុង និងកម្តៅពង្រាវ។ ពីព្រោះសម្ពាធថេរ បណ្តូរកម្តៅចំពោះលំនាំ (Q_{rxn}) ស្មើនឹងបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី (ΔH)។ រង្វាស់ដូចគ្នាទៅនឹងរង្វាស់នៃកាឡូរីម៉ែត្រថេរមាឌ។ យើងត្រូវការស្គាល់ចំណុះកម្តៅកាឡូរីម៉ែត្រព្រមទាំង សីតុណ្ហភាពសូលុយស្យុង។



រូបភាពទី(11) បង្ហាញពីកាឡូរីម៉ែត្រសម្ពាធថេរ

3.3. តារាងកម្ដៅនៃប្រតិកម្មមួយចំនួនដែលបាននៅសម្ពាធថេរ (24°C, 1atm)

ប្រភេទនៃប្រតិកម្ម	សមីការតាងប្រតិកម្ម	កម្ដៅនៃប្រតិកម្ម ΔH (kJ)
ប្រតិកម្មបន្សាប	$NaOH(aq)+HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq)+H_2O(l)$	-56.2
អ៊ីយ៉ុងកម្មនៃទឹក	$2H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq)+OH^-(aq)$	56.2
បំប្លែងផាស	$H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$	6.01
បំប្លែងផាស	$H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$	44.08
ប្រតិកម្មរេដុក	$MgCl_2(s)+2Na(l) \rightarrow 2NaCl(s)+Mg(s)$	180.2

ឧទាហរណ៍

បរិមាណអាស៊ីដក្លរីឌ្រិច 100mL នៅកំហាប់ 0.500M ត្រូវបានគេឱ្យមានប្រតិកម្មជាមួយសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីត 100mL នៅកំហាប់ 0.500M នៅក្នុងកាឡូរីម៉ែត្រមួយដែលមានសម្ពាធថេរនិងមានបរិមាណកម្ដៅ335J/°C។ សីតុណ្ហភាពដំបូងនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតក្លរីឌ្រិច និងសូដ្យូមអ៊ីដ្រុកស៊ីតគឺដូចគ្នា 22.5°C និងសីតុណ្ហភាពចុងក្រោយនៃល្បាយសូលុយស្យុងគឺ 24.90°C។ ចូរគណនាបណ្ដូរកម្ដៅសម្រាប់ប្រតិកម្មបន្សាបនេះ។ គេឱ្យសមីការតុល្យការ $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$ ដោយសន្មតដង់ស៊ីតេ និងកម្ដៅយថាប្រភេទនៃសូលុយស្យុងគឺដូចគ្នាទៅនឹងទឹក (1.00 g/mL និង 4.184 J/g .°C) ។

ដំណោះស្រាយ

ដោយសន្មតថាគ្មានបរិមាណកម្ដៅត្រូវបាត់បង់ទៅមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ យើងសរសេរអាចសរសេរ

$Q_{ប្រព័ន្ធ} = Q_{សូលុយស្យុង} + Q_{កាឡូរីម៉ែត្រ} + Q_{ប្រតិកម្ម} = 0$ នាំឱ្យ $Q_{ប្រតិកម្ម} = -(Q_{សូលុយស្យុង} + Q_{កាឡូរីម៉ែត្រ})$

ដោយដង់ស៊ីតេនៃសូលុយស្យុងស្មើ 1.00 g/mL នាំឱ្យម៉ាសសូលុស្យុង 100mL ៖ 100g ដូច្នេះយើងបាន ÷

$$Q_{សូលុយស្យុង} = (1.00\times10^2 g + 1.00\times10^2 g)(4.184\ J/g.°C)(24.90°C-22.50°C) = 2.01\times10^3\ J$$

$$Q_{កាឡូរីម៉ែត្រ} = (335\ J/°C)(24.90°C - 22.50°C) = 804\ J$$

បន្ទាប់មកយើងបាន $Q_{ប្រតិកម្ម} = -(2.01\times10^3\ J + 804\ J) = -2.81\times10^3 J = -2.81\ kJ$

តាមរយៈកំហាប់ម៉ូឡារីតេនាំឱ្យយើងអាចទាញបានថា ÷ ក្នុងសូលុយស្យុង HCl 1.00×10^2g មាន 0.0500 mol HCl និងក្នុងសូលុស្យុង NaOH 1.00×10^2g មាន 0.0500 mol NaOH។ ដូច្នេះបរិមាណកម្ដៅនៃប្រតិកម្មបន្សាបនេះ

$$\text{បរិមាណនៃប្រតិកម្មកម្ដៅបន្សាប} = \frac{-2.81KJ}{0.0500mol} = -56.2kJ/mol$$

ពន្យល់:ដោយប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅនៅសម្ពាធថេរកម្ដៅដែលត្រូវបញ្ចេញស្មើទៅនឹងបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី។

លំហាត់អនុវត្តន៍2.2

សូលុយស្យុង HNO_3 នៅកំហាប់0.600M ចំនួន400mL ត្រូវលាយជាមួយ $Ba(OH)_2$ នៅកំហាប់ 0.300M ចំនួន 400mL នៅក្នុងការឡូរីម៉ែតសម្ពាធថេរមានចំណុះកម្ដៅ387 J / °C ។ នៅសីតុណ្ហភាពដើមសូលុយស្យុងទាំងពីរគឺ18.88°C ។ តើសីតុណ្ហភាពចុងបញ្ចប់របស់សូលុយស្យុងទាំងពីរប៉ុន្មាន ?

4. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. កម្តៅម៉ាសរបស់ទឹក 1kcal/kg.K ។ កំណត់កម្តៅម៉ាសរបស់ទឹកគិតជា kJ/kg.K ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u> $\left(\frac{1\text{kcal}}{\text{kg.K}}\right)\left(\frac{4.184\text{kJ}}{\text{kcal}}\right)=4.184\text{kJ/kg.K}$

2. គេឱ្យអង់តាល់ពីនៃកម្តៅរលាយក្នុង 1g និង ម៉ាសម៉ូលនៃសមាសធាតុដូចតារាងខាងក្រោម:

ល.រ	អង់តាល់ពីនៃកម្តៅរលាយ (cal/g)	ម៉ាសម៉ូល (g/mol)
a	80	18
b	45	20
c	90	30
d	45	60
e	45	30

ចូររកសមាសធាតុពីរដែលមានអង់តាលពីនៃកម្តៅរលាយក្នុង1mol មានតម្លៃដូចគ្នា:

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

a. $\Delta H_{fus}=80\text{cal/g}\times 13\text{g/mol}=\boxed{1440\text{cal/mol}}$

b. $\Delta H_{fus}=45\text{cal/g}\times 20\text{g/mol}=\boxed{900\text{cal/mol}}$

c. $\Delta H_{fus}=90\text{cal/g}\times 30\text{g/mol}=\boxed{2700\text{cal/mol}}$

d. $\Delta H_{fus}=45\text{cal/g}\times 60\text{g/mol}=\boxed{2700\text{cal/mol}}$

e. $\Delta H_{fus}=45\text{cal/g}\times 30\text{g/mol}=\boxed{1,350\text{cal/mol}}$

ដូចនេះ (c) និង (d) មានតម្លៃ ΔH_{fus} (បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីកម្តៅរលាយ)ស្មើគ្នា។

3. តើមានប៉ុន្មានកាឡូរីចាំបាច់ដែលត្រូវផ្តល់ឱ្យកម្តៅនៃសារធាតុនីមួយៗខាងក្រោមកើនពី 15°C ទៅ65°C ?
ក. H_2O ចំនួន1.0g ខ. កែវពៃរិចចំនួន5.0g គ. ផ្លាទីនចំនួន20.0g ។ គេដឹងថាកែវពៃរិចដែលមានកម្តៅម៉ាសស្មើ 0.2cal/g.°C និងកម្តៅម៉ាសផ្លាទីនគឺ 0.032 cal/g.°C ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

តាមរូបមន្ត $Q=m.C.\Delta t$

ក. $Q=(1\text{g})(1\text{cal/g}^o\text{C})[(65\text{-}15)^o\text{C}]=\boxed{50\text{cal}}$

ខ. $Q=(5\text{g})(0.02\text{cal/g}^o\text{C})[(65\text{-}15)^o\text{C}]=\boxed{50\text{cal}}$

គ. $Q=(20\text{g})(0.032\text{cal/g}^o\text{C})(50\,^o\text{C})=\boxed{32\text{cal}}$

4. កម្តៅម៉ាស Al គឺ 0.214cal/g.°C ។ គណនាកម្តៅចាំបាច់សម្រាប់បង្កើនសីតុណ្ហភាពពី 20 °C ទៅ 32.3 °C នៃបន្ទះ Al មានម៉ាស 40g ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

តាមរូបមន្ត $Q=m.C.\Delta t=m.C(t_2\text{-}t_1)$

ដូច្នេះ $Q = 40g \times 0.214cal/g.^oC \times (32.3-20)^0C = \boxed{105cal}$

5. កម្តៅម៉ាសរបស់ប្រាក់ 0.0565cal/g.°C ។ គេសន្មត់ថាគ្មានកម្តៅបាត់បង់ទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ និងឧបករណ៍។ គណនាសីតុណ្ហភាពសម្រេចនៅពេលដែលដាក់បន្ទះប្រាក់100**g** មានកម្តៅ 40°Cត្រាំក្នុង H_2O 60g នៅសីតុណ្ហភាព10°C។

ដំណោះស្រាយ

តាង t ជាសីតុណ្ហភាពសំរេច

បរិមាណកម្តៅដែលបន្ទះប្រាក់បានបញ្ចេញ $Q_1 = 100g \times 0.0565\ Cal/g.^oC \times [(40-t)\ ^oC]$ (1)

បរិមាណកម្តៅដែលទឹកបានស្រូប $Q_2 = 60g \times 1cal/g.^oC\ [(t-10)^oC]$ (2)

តាមគោលការណ៍បណ្តូរកម្តៅគេបាន $Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow 100 \times 0.0565 \times (40-t) = 60 \times (t-10)$

ក្រោយដំណោះស្រាយគេបាន $\boxed{t=12.6^oC}$

6. តើមានប៉ុន្មានគីឡូកាឡូរី(kcal)ដែលចាំបាច់សម្រាប់បង្កើនសីតុណ្ហភាព ពី 35°C ទៅ 55°C នៃបន្ទះ Al 60g ។ គេឱ្យកម្តៅម៉ូលរបស់ Al គឺ 5.8cal/mol.°C ។

ដំណោះស្រាយ

ដូច្នេះ $Q = m.C.\Delta t = (60g)\left[\left(\frac{5.8cal/g}{mol.^oC}\right)\times\left(\frac{1mol}{27g}\right)\right](20^oC) = 258cal = 0.26kcal$

7. គណនាសីតុណ្ហភាពសម្រេចនៃប្រព័ន្ធបន្ទាប់ពីគេត្រាំ Zn ចំនួន100gនៅសីតុណ្ហភាព 95°C ទៅក្នុង H_2O ចំនួន50gដែលមានសីតុណ្ហភាព 15°C ។ គេឱ្យកម្តៅម៉ូលស័ង្កសី 6.06cal/mol.°C ។

ដំណោះស្រាយ

តាមគោលការណ៍បណ្តូរកម្តៅ

$$Q_1 = Q_2 \Leftrightarrow 100g\left(\frac{6.06cal}{mol.^oC}\right)\left(\frac{1mol}{65.37g}\right)(95^oC-t) = 50g\left(\frac{1cal}{g.^oC}\right)(t-15^oC)$$

ក្រោយដំណោះស្រាយគេបាន $\boxed{t=28^oC}$

8. ប្រសិនបើថាមពល2kJ បានបង្កើនសីតុណ្ហភាពនៃកាឡូរីម៉ែត្រមួយដែលមានដាក់ H_2O ចំនួន45g ពីសីតុណ្ហភាព 23°C ទៅ 32 °C ។ តើតម្លៃសមមូលទឹករបស់កាឡូរីម៉ែត្រស្មើប៉ុន្មាន?

ដំណោះស្រាយ

ប្រសិនបើកាឡូរីម៉ែត្រដែលបង្កើតដោយទឹកមានម៉ាសសរុបជាផលបូករបស់វា $(m_{H_2O} + m_{Calorimeter})$

កម្តៅ = (ម៉ាសសរុប) (កម្តៅម៉ាស) (Δt) $\Rightarrow$ ម៉ាសសរុប $= \frac{2kJ}{(4.184kJ/kg \times K)(9K)} = 0.053kg = 53g$

ម៉ាស H_2O ដែលមានគឺ 45g ។ ដូចនេះម៉ាសអនុវត្តន៍នៃកាឡូរីម៉ែត្រក្នុងការស្រូបកម្តៅកាប៉ាស៊ីតេរបស់វា និងតម្លៃសមមូលនៃ H_2O គឺ: $(53-45)g = 8g$ ។

9. គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្ដល់ឱ្យ ដើម្បីបង្ហួតទឹកចំនួន 1.0gនៅសីតុណ្ហភាព100 °C។ គេឱ្យឡាតង់កម្ដៅចំហាយទឹក L= - 9.72kcal/mol ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្ត $Q = n.L$

ដូច្នេះ $Q=(1g)\left(\frac{1mol}{18g}\right)\left(\frac{-9720cal}{mol}\right) = \boxed{-540cal}$

10. គណនាបរិមាណកម្ដៅចាំបាច់ដែលត្រូវប្រើដើម្បីបំប្លែង100g នៃកាបូនឌីអុកស៊ីតរាវក្លាយជាឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព 183K ។ គេឱ្យឡាតង់ចំហាយនៃកាបូនឌីអុកស៊ីត L=3.87 kcal/mol ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្ត $Q = n.L$

ដូច្នេះ $Q= (100g)\left(\frac{1mol}{44g}\right)\left(\frac{3.87kcal}{mol}\right) = \boxed{8.8kcal}$

11. គេយកភាគសំណាកសំលោហៈចំនួន45gនៅសីតុណ្ហភាព 90°C ដាក់វាចូលក្នុងកែវប៉ែសែរ ដែលមាន H_2O ចំនួន 82g នៅសីតុណ្ហភាព 23.5 °C ។ គេដឹងថាសីតុណ្ហភាពសំរេចរបស់ប្រព័ន្ធ 26.25°C ។ ចូរគណនាកម្ដៅម៉ាសរបស់សំលោហៈនោះ ?

ដំណោះស្រាយ

បរិមាណកម្ដៅទឹកស្រូប $Q = m.C.\Delta t = (82g)(1cal/g.°C)\ (2.75\ °C) = 225.5cal$

តាមគោលការណ៍បណ្ដូរកម្ដៅ បរិមាណកម្ដៅទឹកស្រូបស្មើនឹងបរិមាណកម្ដៅសំលោហៈបញ្ចេញ។

គេបានបរិមាណកម្ដៅដែលបញ្ចេញដោយសំលោហៈ $Q = m.C.\Delta t = 225.5cal$

ដូចនេះ $C = \frac{Q}{m.\Delta t} = \frac{225.5cal}{(45g)[(90-26.25)°C]} = \boxed{0.0786\ cal/g.\ °C}$

12. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីពេលដែល H_2O រាវចំនួន 1.0g នៅ0°C ត្រូវបានធ្វើឱ្យកកនៅ 0°C ? គេឱ្យបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីរលាយ ΔH_{fus}=1.435 kcal/mol

ដំណោះស្រាយ

ពេលដែលទឹករាវក្លាយជាទឹកកកគឺទឹកបញ្ចេញកម្ដៅ នោះបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីស្មើ -1.435 kcal/mol

$$\Delta H= \frac{-1435cal/mol}{18g/mol} = \boxed{-79.9cal/g}$$

ដូចនេះ 79.9 cal នៃកម្ដៅដែលបញ្ចេញ ពេល1.0g នៃ H_2O បានកកនៅ 0°C និង ក្រោមសម្ពាធ 1atm ។

13. គេយកសំណាកសំលោហៈ25gនៅសីតុណ្ហភាព100°C ដាក់ចូលក្នុងកែវបៃស័រដែលមាន90.0gនៃ H_2O នៅសីតុណ្ហភាព 25.32 °C ។ សីតុណ្ហភាពសម្រេចនៃប្រព័ន្ធគឺនៅ 27.18°C ។ ដោយមិនគិតកម្តៅដែលស្រូបដោយបន្ទប់និងកម្តៅម៉ាសរបស់កែវបៃស័រ។ តើកម្តៅម៉ាសរបស់សំលោហៈនោះស្មើប៉ុន្មាន?

ដំណោះស្រាយ

តាមគោលការណ៍បណ្តូកម្តៅ គេបាន កម្តៅសំលោហៈបញ្ចេញ = កម្តៅ H_2O ដែលបានស្រូប

$$(25g)C\,[(100-27.2)K] = (90g)(1cal/g.K)[(27.18-25.32)K]$$

$$C = 0.092cal/g\,K$$

14. គេបន្ថែមថាមពលកម្តៅ10kJ ចូលក្នុងកាឡូរីម៉ែត្រមួយដែលមាន H_2O 400g ពេលនោះសីតុណ្ហភាពកាឡូរីម៉ែត្រកើនឡើងបាន 5 °C ។ ចូរគណនាតម្លៃសមមូលទឹកនៃកាឡូរីម៉ែត្រ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាតម្លៃសមមូលទឹកនៃកាឡូរីម៉ែត្រ

$$Q_1=(10\,kJ)\left(\frac{1kcal}{4.184kJ}\right)=2.39\ kcal=2390cal$$

ម៉ាសសរុបនៃកាឡូរីម៉ែត្រនិង H_2O ដែលបង្កើនសីតុណ្ហភាពដល់ 5°C បានដោយសារថាមពលកម្តៅ

$$m_{Total} = \frac{2390cal}{(1cal/g.°C)(5°C)} = 478g$$

$$m_{Total} = m_{calorimeter} + m_{H_2O} \Rightarrow m_{calorimeter} = m_{Total} - m_{H_2O} = 478 - 400 = 78g$$

15. គណនាកម្តៅដែលបានបញ្ចេញ ពេលដែលAlកកពី Al 0.75mol រាវនៅចំណុចរលាយរបស់វា 658°C រហូតដល់កកនៅចំនុចកំណក 25°C ។ គេឱ្យអង់តាល់ពីនៃកម្តៅរលាយរបស់អាលុយមីញ៉ូម 76.8gcal/g

ដំណោះស្រាយ

យើងតាង (Q_1) ជាកម្តៅAlបញ្ចេញពីរាវមកកកនិង (Q_2) ជាកម្តៅAlបញ្ចេញពីក្តៅកក មកកកត្រជាក់។

កម្តៅដែល Al បញ្ចេញគឺអវិជ្ជមាន

ជាកម្តៅAlបញ្ចេញពីរាវមកកក $Q_1=(0.75mol)\left(\frac{27g}{mol}\right)\left(\frac{-76.8cal}{g}\right)=-1555cal$

បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពពេលAl កក $\Delta t = t_2 - t_1 = (25-658)°C = -638°C$

កម្តៅAlបញ្ចេញពីក្តៅកក មកកកត្រជាក់ $Q_2=(0.75mol)\left(\frac{5.8cal}{mol.°C}\right)(-633^0C)=-2754cal$

ដូច្នេះ កម្តៅAlបញ្ចេញសរុប = $(Q_1)+(Q_2) = [(-1.555) + (-2.754)]cal = -4.3kcal$

16. ចំណុចរលាយនៃសារធាតុមួយនៅ 70°C និងចំណុចរំពុះរបស់វា 450 °C។ អង់តាល់ពីកម្តៅរលាយ 30cal/g អង់តាល់ពីកម្តៅបង្ហួត 45cal/g និងកម្តៅម៉ាស 0.215cal/g.K ។ គណនាកម្តៅដែលចាំបាច់ដើម្បីបំលែង 100g នៃសារធាតុនោះពីភាពរឹងនៅ 70 °C ទៅភាពហួត នៅ 450 °C។

ដំណោះស្រាយ

$$\Delta H_{fus}=(100g)\left(\frac{30cal}{g}\right)=3000cal$$

$$\Delta H_{heating}=(100g)\left(\frac{0.215cal}{g.K}\right)\left[(450\text{-}70).K\right]=8170cal$$

$$\Delta H_{vap}=(100g)\left(\frac{45cal}{g}\right)=4500cal$$

$$\Delta H_{total}=\Delta H_{fus}+\Delta H_{heat}+\Delta H_{vap}=15.7kcal$$

17. គណនាកម្តៅដែលចាំបាច់ដើម្បីបំប្លែង H_2O ចំនួន10g ពីភាពរឹងនៅ -10°C ទៅភាពរាវ 10°C ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្តៅចាំបាច់ដែលបន្ថែមក្នុងករណីបម្រែបម្រួលខាងក្រោម:

$$\text{ភាពរឹង} \xrightarrow{1} \text{រឹង} \xrightarrow{2} \text{រាវ} \xrightarrow{3} \text{រាវ}$$

-10 °C 0°C 0°C + 10 °C

$$\Delta H_1=m.C.\Delta t = 10g(0.5cal/g.^oC)=50cal$$

$$\Delta H_2=m.(\Delta H_{fus}) =10g(80cal/g)=800cal$$

$$\Delta H_3=m.C.\Delta t = 10g(1cal/g.^oC)(10^oC)=100cal$$

$$\Delta H_{total}= 950cal$$

18. គណនាកម្តៅចាំបាច់ដែលត្រូវផ្តល់សម្រាប់បំប្លែង 100g ទឹកកកនៅ0 °C ទៅចំហាយ H_2O នៅ 100°C ?

គេឱ្យ ΔH_{fus}= 80kcal/kg, ΔH_{vap}=540kcal/kg កម្តៅម៉ាសទឹករាវ =1kcal/kg.K ។

ដំណោះស្រាយ

កម្តៅបំប្លែងផាសក្នុងករណីនេះចែកចេញជាបី

1. កម្តៅបំប្លែងផាសពីទឹកកក មកទឹករាវនៅ0°C
2. កម្តៅបំប្លែងទឹករាវនៅ0°Cទៅ100°C
3. កម្តៅបំប្លែងផាសពីទឹករាវនៅ100°C មកចំហាយទឹកនៅ100°C

កម្តៅសរុបស្មើផលបូកកម្តៅទាំងបីដំណាក់ការ

$$\Delta H_{fus}= 0.1kg(80kcal/kg) = 8kcal,\ \Delta H_{warming}= 0.1kg(1kcal/kg\,^oK)(100^ok) = 10kcal$$

$$\Delta H_{vap}= 0.1kg(450kcal/kg) = 54kcal,\ \ \Delta H_{Total}=\boxed{72kcal}$$

19. គេយក0.3kg នៃកាល់ស្យូមនៅសីតុណ្ហភាព 100 °C ដាក់ចូលក្នុងទឹក 10°C ។ គេដឹងថាសីតុណ្ហភាពសម្រេចដែលគេទទួលបាននៅ 25°C ។ ចូររកម៉ាស H_2O ?កម្តៅម៉ាសកាល់ស្យូម គឺ 0.0333 cal/g.°C និងកម្តៅម៉ាសរបស់ទឹក 1cal/g.°C ។

ដំណោះស្រាយ

កម្តៅកាល់ស្យូមបញ្ចេញ =300g(0.0333cal/g.°C)(75°C)=750cal

កម្តៅទឹកស្រូបដោយ = m(1cal/g.°C)(15°C)

តាមគោលការណ៍បណ្តូរកម្តៅ $m(1cal/g.^oC)(15^oC)=750$

ក្រោយពីដំណោះស្រាយយើងបាន $\boxed{m = 50g}$

20. គេយក 20g នៃបន្ទះ Al មកកម្តៅពី 90^oC ទៅ 115^oC ត្រូវការ 105cal ។ តើ C_p (គិតជា $cal/mol.^oC$) ស្មើប៉ុន្មាន?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$$Q = n.C_p.\Delta t = \left(\frac{20}{27}mol\right)C_p(115\text{-}90)^oC = 105cal$$ ។ ដូច្នេះ $\boxed{C_p = 5.7cal/mol.\ ^oC}$

21. គណនាកម្តៅដែលបានបញ្ចេញដើម្បីបំលែង 20g នៃចំហាយ H_2O នៅ 100^oC ឱ្យក្លាយជាញើសនិងត្រជាក់នៅ 20^oC ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$\Delta H_{(condensation)}$ = - (ម៉ាស់) (កម្តៅចំហាយ) $= -20g \times 540cal/g = -10.8kcal$

$\Delta H_{(cooling)} = m.\ C.\Delta T = (1cal/g.K)(20g)[(20\text{-}100)K] = -1.6kcal$

$\Delta H_{Total} = -10.8-1.6 = -12.4kcal$

22. កម្តៅនៃសូលុយស្យុង $CuSO_4.5H_2O$ ក្នុងបរិមាណទឹកលើសគឺ 1.3kcal/mol (ស្រូបកម្តៅ) ។ គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $CuSO_4(s)+5H_2O(g) \rightarrow CuSO_4.5H_2O(s)$

$\Delta H^o_{rxn} = \Delta H^o_f(CuSO_4 5H_2O) - \Delta H^o_f(CuSO_4) - 5\Delta H^o_f(H_2O)$ ក្នុង 1mol អំបិល

(1) $CuSO_4.5H_2O(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \qquad \Delta H^o = +1.3kcal$

(2) $CuSO_4(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \qquad \Delta H^o = -17.9kcal$

(2)-(1) $CuSO_4(s)+5H_2O(g) \rightarrow CuSO_4.5H_2O(s)$ $\Delta H^o = -19.2kcal$ ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ

23. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មបន្សាបរវាងអាស៊ីតខ្លាំង-បាសខ្លាំងកង្នុទឹក ។ កម្តៅដែលបញ្ចេញក្នុងប្រតិកម្ម HCN (អាស៊ីតខ្សោយ) ដោយ NaOH គឺ 2.9kcal/mol ។ គណនាកម្តៅដែល 1mol HCN ស្រូប ក្នុងទឹកគិតជា kcal?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការសម្រាប់ប្រតិកម្មបន្សាបគឺ:

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

ΔH^o_f	0	-55kcal	-68.3kcal

ដូចនេះ $\Delta H^o_{rxn} = -68.3 - (-55) = -13.3kcal$

ប្រតិកម្មបន្សាបរវាងសូលុយស្យុង HCN ជាមួយសូលុយស្យុង NaOH ជាផលបូកនៃដំណើរពីរគឺ លំនាំអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃ HCN និង ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្ម នៃ H^+ ជាមួយ OH^- ។ ដោយ NaOH ជាបាសខ្លាំងនោះ NaOH បញ្ជាក់នូវការបំពេញអ៊ីយ៉ុងកម្មខុសពីសមីការទែម៉ូគីមី សម្រាប់ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មដែលមិនចាំបាច់សរសេរ។ យើងនឹងធ្វើការត្រឡប់ទែម៉ូគីមី ខាងក្រោម:

$HCN(aq) \rightarrow H^+(aq) + CN^-(aq) \qquad \Delta H^o_{rxn}$ (អ៊ីយ៉ុងកម្ម) $= x$

$H^+(aq)+OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$ ΔH^o_{rxn} =-13.3kcal

$HCN(aq)+OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)+CN^-(aq)$ ΔH^o_{rxn} (ការពិសោធន៍) = -2.9kcal

ΔH^o_{rxn} (ការពិសោធន៍) អវិជ្ជមានជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ។

តាមគោលការណ៍នៃការបូក៖ $x+(-13.3)=-2.9 \Rightarrow x=10.4kcal$

លំនាំអ៊ីយ៉ុងកម្មនេះ ជាលំនាំស្រូបកម្តៅដើម្បីឱ្យបានតម្លៃ 10.4kcal/mol

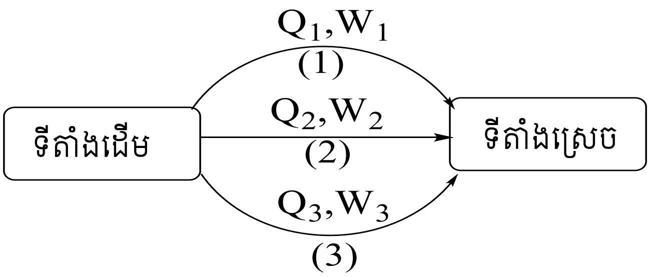
******

មេរៀនទី 3 ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច

1. អត្ថន័យគោលការណ៍

គោលការណ៍ គឺជាលទ្ធផលនៃការពិសោធន៍ដោយផ្ទាល់ របស់មនុស្សជាតិជាមួយនឹង ប្រព័ន្ធរូបធាតុ ដែលមានទំនាក់ទំនងជាមួយនឹង ថាមពលក្នុង (U) កម្មន្ត (W) និងកម្ដៅ (Q)។ ទោះបីការពិសោធន៍ នោះផ្សេងៗគ្នាយ៉ាងណាក៏ដោយ ក៏វាមានលក្ខណៈរួមនៅត្រង់ចំណុចណាមួយជាក់ជាមិនខាន។ ចំណុចរួមនេះគេហៅថា គោលការណ៍នៃទែម៉ូឌីណាមិច។

2. ពិសោធន៍ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច



រូបភាពទី(12)បង្ហាញពីប្រព័ន្ធប្ដូរទីតាំង

ពេលដែលប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច បានប្រព្រឹត្តឡើងតាមលំនាំមួយ (លំនាំបិទឬ លំនាំបើក)ពេលនោះប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច បានបណ្ដូរថាមពលក្នុង U ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ក្រោមសណ្ឋានកម្ដៅ Q និងកម្មន្តW។

ក. បើប្រព័ន្ធទទួលកម្ដៅ ($Q>0$) ពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ។ ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្ដៅ ($Q<0$) ទៅឱ្យមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ។

ខ. បើប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តកម្មន្ត ($W>0$) ‚ ប៉ុន្តែបើប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត ($W<0$) ។

គ. លទ្ធផលពិសោធន៍ ផលសងរវាងកម្ដៅនិងកម្មន្តរបស់ប្រព័ន្ធមួយមានតម្លៃថេរ $Q - W =$ ថេរ

3. លំនាំបើក

បើប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំបើក ពេលនោះកើតមានឡើងនូវបណ្ដូរថាមពលក្នុង (U) ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅក្រោមសណ្ឋានកម្ដៅ (Q) និងកម្មន្ត (W) ដែលក្នុងនោះ $(Q - W)$ អាស្រ័យទៅនឹងភាពដើម និង ភាពចុងនៃប្រព័ន្ធ មិនអាស្រ័យលំនាំប្រព្រឹត្តទេ (ថាមពលក្នុង (U) របស់ប្រព័ន្ធជាអនុគមន៍ភាពនៃប្រព័ន្ធ)។ ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច $\boxed{\Delta U = Q - W}$ ។ ចំពោះបម្រែបម្រួលតូចបំផុតនៃថាមពលក្នុង (U) គេកំនត់សរសេរ $\boxed{dU = \delta Q - \delta W}$ ។ ក្នុងលំនាំទែម៉ូឌីណាមិចកម្មន្តចែកចេញជាពីរ គឺកម្មន្តបានការ (W') និងកម្មន្តបន្ទរមាឌ $p.dV$ ។ ដូចនេះច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិចគឺ $\boxed{dU = \delta Q - \delta W' - p.dV}$ ។

4. កម្ដៅនៃប្រព័ន្ធ

4.1. ករណីកម្មន្តបានការមានតម្លៃថេរ $\delta W'=0$

ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិចអាចសរសេរ $\boxed{dU = \delta Q - p.dV}$

4.2. លំនាំអ៊ីសូគរ (V = ថេរ)

បើ V=ថេរ នាំឱ្យ dV= 0 ដូចនេះ $dU_V = \delta Q_V \Leftrightarrow \Delta U_V = Q_V$

4.3. លំនាំអ៊ីសូបា (p = ថេរ)

កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូបា $\delta W_p = p.dV \Leftrightarrow W_p = p.\Delta V$

ច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិចអាចសរសេរ

$$\begin{aligned} dU_p &= \delta Q_p - (p.dV+V.dp)_p \\ \Rightarrow \delta Q_p &= dU_p + (p.dV+V.dp)_p \\ &= dU_p + d(p.V)_p \\ &= d(U+pV)_p \\ &= dH_p \end{aligned}$$

ដូចនេះយើងបាន $Q_p = \Delta H_p$ គេតាង $H = U + p.V$ គេហៅថាអនុគមន៍អង់តាល់ពី។

4.4. លំនាំអ៊ីសូទែម (T=ថេរ)

នៅក្នុងលំនាំអ៊ីសូទែមឥតមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងទេ $\Delta U_T = 0$ ។

ច្បាប់ទីI នៃទែម៉ូឌីណាមិចអាចសរសេរ $\delta Q_T - p.dV = 0 \quad \Rightarrow \quad \delta Q_T = p.dV = nRT\times\frac{dV}{V}$

ដូច្នេះ $\boxed{Q_T = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = nRT\ln\frac{p_1}{p_2}}$

4.5. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបា

កាលណាមានបម្រែបម្រួលចំនួនម៉ូលរបស់ប្រព័ន្ធ គឺប្រតិកម្មគីមីកើតឯង។

ឧទាហរណ៍: ប្រតិកម្មំហេះ NH_2CN ជាមួយ O_2 បានដំណើរការក្នុងកាឡូរីម៉ែត្រ។ គេដឹងថាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ΔU នៃ NH_2CN ស្មើនឹង -742.7 kcal/mol នៅសីតុណ្ហភាព $T = 298K$ ។ ចូរគណនាកម្ដៅចំហេះ ΔH_{298K} នៃប្រតិកម្ម $NH_2CN(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g) + H_2O(l)$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ចំនួនម៉ូលឧស្ម័នអង្គធាតុប្រតិករ = 1.5mol

ចំនួនម៉ូលឧស្ម័នអង្គធាតុកកើត = 2mol

បម្រែបម្រួលចំនួនម៉ូលឧស្ម័ន = 2-1.5=0.5mol

រូបមន្តកម្ដៅនៃប្រតិកម្ម $\Delta H = \Delta U + \Delta(pV) = \Delta U + [\Delta(n)]RT$

ដូច្នេះ $\Delta H = -742.7kcal + (0.5mol)(8.314J/mol.K)(298K) = \boxed{-741.5kJ}$

5. សំណួរ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. ចូរបង្ហាញពីលក្ខណៈខុសគ្នារវាងបម្រែបម្រួលភាពនៃប្រព័ន្ធនិងបម្រែបម្រួលលំនាំនៃប្រព័ន្ធ។ ចូរលើកឧទាហរណ៍បញ្ជាក់។

ដំណោះស្រាយ

- **បម្រែបម្រួលភាពនៃប្រព័ន្ធគឺអាស្រ័យនឹងភាពដើមនិងភាពចុងនៃព្រ័ន្ធមិនទាក់ទងនឹងលំនាំប្រព្រឹត្តទេ។**
  ឧទាហរណ៍ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ($\Delta U=U_2-U_1$)ជាបម្រែបម្រួលភាពប្រព័ន្ធ។
- **បម្រែបម្រួលលំនាំនៃប្រព័ន្ធ** គឺអាស្រ័យទៅនឹងគន្លងនៃលំនាំប្រព្រឹត្តទៅរបស់ប្រព័ន្ធ។

ឧទាហរណ៍ កម្ដៅឬកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធ ជាបម្រែបម្រួលលំនាំនៃប្រព័ន្ធអាស្រ័យគន្លងនៃលំនាំប្រព្រឹត្តរបប្រព័ន្ធ។

2. បង្ហាញអត្ថន័យនៃពាក្យ **ម៉ូលែ** នៅក្នុងកម្ដៅម៉ូលនិង ម៉ូលែនៅក្នុងកំហាប់នៃសូលុយស្យុង ។

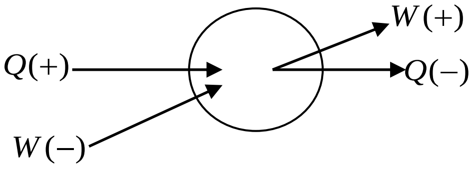
ដំណោះស្រាយ

ពាក្យម៉ូលែនៅក្នុងកម្ដៅម៉ូល មានន័យថាបរិមាណកម្ដៅផ្ដល់ឱ្យប្រព័ន្ធមួយម៉ូលកើនឡើង 1^oC ។

ពាក្យម៉ូលែសូលុយស្យុងមាន ន័យថាចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ ដែលមាននៅក្នុងសូលុយស្យុង 1L។

3. ក្នុងដំណើរការមួយប្រព័ន្ធត្រូវការកម្ដៅ 678J និងត្រូវការកម្មន្ត 294J ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសម្រាប់ដំណើរការ។

ដំណោះស្រាយ



គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសម្រាប់ដំណើរការ

ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ $Q>0$ ប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត $W<0$

ដូចនេះ $\Delta U = Q - W = (+678J)-(-294J) = 972J$

4. ប្រសិនបើកម្ដៅ1500 cal ត្រូវបានបន្ថែមទៅលើប្រព័ន្ធមួយនៅពេលនោះប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តកម្មន្តឱ្យបាន 2500cal ដើម្បីប្រឆាំងនឹងសម្ពាធបរិយាកាស។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសំរាប់ដំណើរការនេះ ?

ដំណោះស្រាយ

ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ $Q>0$ ប្រព័ន្ធប្រព្រឹត្តកម្មន្ត $W>0$

ដូចនេះ $\Delta U = Q - W = (+1500cal)-(+2500cal) = -1000cal$

5. ក្នុងដំណើរការមួយប្រព័ន្ធត្រូវការកម្មន្ត500Jពេលនោះប្រព័ន្ធបញ្ចេញ200J ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃដំណើរការនេះ។

ដំណោះស្រាយ

ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ $Q<0$ ប្រព័ន្ធត្រូវការកម្មន្ត $W<0$

ដូចនេះ $\Delta U = Q - W = (-200J)-(-500J) = +300J$

6. ដោយចាប់ផ្ដើមពីកន្សោម H=U+p.V។ ចូរបង្ហាញថាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីសម្រាប់ដំណើរការដោយមិនទាក់ទងនឹងកម្មន្តប៉ុន្តែស្មើនឹងកម្ដៅដែលបានបន្ថែមនៅលក្ខខ័ណ្ឌសម្ពាធថេរ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

H=U+pV ដេរីវេអង្គទាំងពីរគេបាន $dH = dU + p.dV + V.dp$ (1)

តាមច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច $dU = \delta Q - p.dV$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង(1) និង(2)គេបាន

$dH = (\delta Q - p.dV) + p.dV + V.dp$

$dH = \delta Q + V.dp$

លំនាំអ៊ីសូបា p=ថេរ នាំឱ្យ dp=0 ។ ដូចនេះ $dH_p = \delta Q_p \Leftrightarrow \Delta H_p = Q_p$

7. ប្រព័ន្ធមួយប្រែប្រួលពីភាពដើម ទៅភាពចុង ត្រូវបានរៀបចំដោយឱ្យ $\Delta H_p = Q_p$ ។ ប្រសិនបើបម្រែបម្រួលពីភាពដើមទៅភាពចុងត្រូវបានបង្កើតដោយផ្នែកផ្សេងគ្នា។តើ ΔH ផ្នែកនីមួយៗដូចគ្នាដែរឬទេ? តើ Q យ៉ាងណាដែរ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ΔH របស់ផ្នែកនីមួយៗដូចគ្នា ព្រោះអនុគមន៍អង់តាល់ពីវាជាអនុគមន៍ភាព។ ប៉ុន្តែ Q មិនដូចគ្នាទេ ព្រោះកម្ដៅជាប៉ារ៉ាម៉ែត្រលំនាំ។

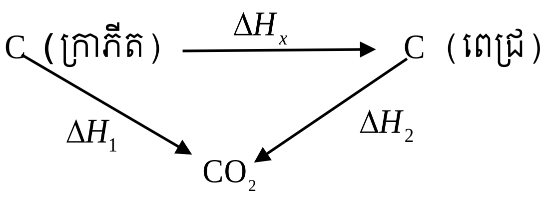
*****

មេរៀនទី 4 កម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមី

1. ច្បាប់ហេស

ពំនោលច្បាប់ហេស: កម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមីតាមលំនាំអ៊ីសូបា របស់ប្រតិកម្មគីមីមួយ គឺអាស្រ័យទៅនឹងភាពដើមនិងភាពចុងរបស់ប្រតិកម្ម។

ឧទាហរណ៍



<u>របៀបទី1</u>

កម្តៅនៃប្រតិកម្មគណនាតាមផលបូកវិចទ័រ $\Delta H_1 = \Delta H_x + \Delta H_2$

ដូច្នេះកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $\Delta H_x = \Delta H_1 - \Delta H_2$

<u>របៀបទី2</u>

សមីការចំហេះកាបូនក្រាភីត C(ក្រាភីត) + $O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ΔH_1 (1)

សមីការចំហេះកាបូនពេជ្រ C(ពេជ្រ) + $O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ΔH_2 (2)

តាមច្បាប់ហេសសមីការខាងលើយើងអាចសរសេរ

C(ក្រាភីត) + $O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ΔH_1 (1)

$CO_2(g) \rightarrow O_2(g)$ + C (ពេជ្រ) $-\Delta H_2$ (2)

បូកសមីការ(1)និង(2)គេបាន C(ក្រាភីត) → C(ពេជ្រ) $\Delta H_x = \Delta H_1 - \Delta H_2$

ច្បាប់ហេសអាចត្រូវបានអនុវត្តក្នុងលំនាំរូបជាច្រើនដូចជាការរលាយ ការសំរូបចំហាយ និង កម្តៅជាដើម។

ឧទាហរណ៍៖ គេឱ្យសមីការតុល្យការខាងក្រោមនេះ

$A + B \rightarrow C + D$ $\Delta H^0_{rxn} = -10$ kcal (1)

$C + D \rightarrow E$ $\Delta H^o_{rxn} = 15$ kcal (2)

ចូរគណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី(ΔH^o_{rxn})នៃសមីការតុល្យការប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោមនេះ

a. $C + D \rightarrow A + B$; b. $2C + 2D \rightarrow 2A + 2B$; c. $A + B \rightarrow E$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ក. គណនា ΔH^o_{rxn} នៃសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម $C + D \rightarrow A + B$

តាមច្បាប់ហេសសមីការទី(1) យើងអាចសរសេរ $C + D \rightarrow A + B$ $\Delta H^o_{rxn} = +10$ kcal

ខ. គណនា ΔH^o_{rxn} នៃសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម $2C + 2D \rightarrow 2A + 2B$

ដោយលេខមេគុណស្មើស្យូមេទ្រីក្នុងសមីការកើន2ដង ដូច្នេះតម្លៃរបស់ ΔH^o_{rxn} ក៏កើនឡើង 2 ដងដែរ។

ដូច្នេះ ΔH^o_{rxn} =+20kcal

គ. គណនា ΔH^o_{rxn} នៃសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម $A+B \rightarrow E$

$A+B \rightarrow C+D \quad \Delta H^0_{rxn} = -10\ kcal \quad (1)$

$C+D \rightarrow E \quad \Delta H^o_{rxn} = 15\,kcal \quad (2)$

បូកសមីការទាំងពីរខាងលើយើងបានសមីការតុល្យការប្រតិកម្ម $A+B \rightarrow E \quad \Delta H^o_{rxn} = 5kcal$

2. វិធានគណនាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មដោយផ្អែកតាមកម្ដៅកំណនិងកម្ដៅចំហេះ

2.1. និយមន័យកម្ដៅកំណ

កម្ដៅកំណរបស់សមាសធាតុមួយគឺជាកម្ដៅនៃប្រតិកម្មបន្សំរបស់សមាសធាតុនោះពីអង្គធាតុទោលដែលមាន ភាពស៊ប់បំផុត របស់បណ្ដាធាតុគីមីនៃអង្គធាតុនោះ ដែលកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាព មួយកំនត់ ជាក់លាក់។

ឧទាហរណ៍: សមីការកំណកាល់ស្យូមកាបូណាត $CaCO_3$

$$Ca(s) + C(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) \quad \Delta H^o_f(CaCO_3)\text{=-1207kJ/mol}$$

ឧទាហរណ៍៖ សមីការកំណអេតាណុល C_2H_5OH

$$2C(s)+3H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow C_2H_5OH(l) \quad \Delta H^o_f(C_2H_5OH) = \text{-277.6kJ/mol}$$

2.2. តារាងកម្ដៅកំណស្តង់ដារនៃសមាសធាតុមួយចំនួន

Standard Enthalpy of Formation* for Various Compounds

Compound	ΔH^o_f (kJ/mol)	Compound	ΔH^o_f (kJ/mol)	Compound	ΔH^o_f (kJ/mol)	Compound	ΔH^o_f (kJ/mol)
$Ag_2O(s)$	−30.6	$C_2H_5OH(l)$	−277.6	$HCl(g)$	−92.3	$NH_4Cl(s)$	−315.4
$Ag_2S(s)$	−31.8	$C_2H_6(g)$	−84.7	$HF(g)$	−268.6	$NH_4NO_3(s)$	−365.1
$AgBr(s)$	−99.5	$C_3H_8(g)$	−103.8	$HgO(s)$	−90.7	$NiO(s)$	−244.3
$AgCl(s)$	−127.0	$n\text{-}C_4H_{10}(g)$	−124.7	$HgS(s)$	−58.2	$NO(g)$	+90.4
$AgI(s)$	−62.4	$n\text{-}C_5H_{12}(l)$	−173.1	$HI(g)$	+25.9	$NO_2(g)$	+33.9
$Al_2O_3(s)$	−1669.8	$CO(g)$	−110.5	$HNO_3(l)$	−173.2	$Pb_3O_4(s)$	−734.7
$BaCl_2(s)$	−860.1	$CO_2(g)$	−393.5	$KBr(s)$	−392.2	$PbBr_2(s)$	−277.0
$BaCO_3(s)$	−1218.8	$CoO(s)$	−239.3	$KCl(s)$	−435.9	$PbCl_2(s)$	−359.2
$BaO(s)$	−558.1	$Cr_2O_3(s)$	−1128.4	$KClO_3(s)$	−391.4	$PbO(s)$	−217.9
$BaSO_4(s)$	−1465.2	$Cu_2O(s)$	−166.7	$KF(s)$	−562.6	$PbO_2(s)$	−276.6
$Ca(OH)_2(s)$	−986.6	$CuO(s)$	−155.2	$Mg(OH)_2(s)$	−924.7	$PCl_3(g)$	−306.4
$CaCl_2(s)$	−795.0	$CuS(s)$	−48.5	$MgCl_2(s)$	−641.8	$PCl_5(g)$	−398.9
$CaCO_3(s)$	−1207.0	$CuSO_4(s)$	−769.9	$MgCO_3(s)$	−1113	$SiO_2(s)$	−859.4
$CaO(s)$	−635.5	$Fe_2O_3(s)$	−822.2	$MgO(s)$	−601.8	$SnCl_2(s)$	−349.8
$CaSO_4(s)$	−1432.7	$Fe_3O_4(s)$	−1120.9	$MgSO_4(s)$	−1278.2	$SnCl_4(l)$	−545.2
$CCl_4(l)$	−139.5	$H_2O(g)$	−241.8	$MnO(s)$	−384.9	$SnO(s)$	−286.2
$CH_3OH(l)$	−238.6	$H_2O(l)$	−285.8	$MnO_2(s)$	−519.7	$SnO_2(s)$	−580.7
$CH_4(g)$	−74.8	$H_2O_2(l)$	−187.6	$NaCl(s)$	−411.0	$SO_2(g)$	−296.1
$CHCl_3(l)$	−131.8	$H_2S(g)$	−20.1	$NaF(s)$	−569.0	$SO_3(g)$	−395.2
$C_2H_2(g)$	+226.7	$H_2SO_4(l)$	−811.3	$NaOH(s)$	−426.7	$ZnO(s)$	−348.0
$C_2H_4(g)$	+52.3	$HBr(g)$	−36.2	$NH_3(g)$	−46.2	$ZnS(s)$	−202.9

* All standard enthalpy values are at 25°C and 1 atmosphere of pressure.

2.3. វិធានគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមីតាមរយៈកម្តៅកំណ

ឧទាហរណ៍៖ គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $AB + CD \rightarrow ABC + D \quad \Delta H^o_{rxn}$

គេឱ្យសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្មគីមី

$$A+B \rightarrow AB \qquad \Delta H^o_f(AB) \ (1)$$

$$C+D \rightarrow CD \qquad \Delta H^0_f(CD) \ (2)$$

$$A+B+C \rightarrow ABC \qquad \Delta H^o_f(ABC) \ (3)$$

ដំណោះស្រាយ

$$AB \rightarrow A+B \qquad -\Delta H^o_f(AB)(1)$$

$$CD \rightarrow C+D \qquad -\Delta H^o_f(CD) \ (2)$$

$$A + B + C \rightarrow ABC \quad \Delta H^o_f(ABC) \ (3) \qquad +$$

$$AB+CD \rightarrow ABC+D \quad \Delta H^0_{rxn} = -\Delta H^o_f(AB) - \Delta H^o_f(CD) + \Delta H^o_f(ABC)$$

ដូច្នេះ

$$\boxed{\Delta H_{rxn} = \Delta H^o_f(ABC) - (\Delta H^o_f(AB) + \Delta H^o_f(CD)}$$

រូបមន្តកម្តៅនៃប្រតិកម្ម = $\sum \Delta H^o_f$ (កម្តៅកំណអង្គធាតុកកើត) - $\sum \Delta H^o_f$ (កម្តៅកំណអង្គធាតុប្រតិករ)

3. កម្តៅចំហេះ

3.1. និយមន័យ

កម្តៅចំហេះ គឺជាកម្តៅប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម 1mol របស់អង្គធាតុទោលឬអង្គធាតុសមាសដោយអុកស៊ីសែន រហូតដល់អុកស៊ីតខ្ពស់បំផុតដែលត្រូវនឹងវា។

ឧទាហរណ៍៖ សមីការចំហេះសព្វមេតាន(CH_4)

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Com}(CH_4) = -890.3kJ/mol$$

ឧទាហរណ៍៖ សមីការចំហេះសព្វអ៊ីដ្រូសែន(H_2)

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Com}(H_2) = -241.8kJ/mol$$

3.2. វិធានគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មគីមីតាមកម្តៅចំហេះ

ឧទាហរណ៍៖ គណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្ម $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6 \quad \Delta H_{rxn}$

គេឱ្យសមីការចំហេះ ដូចខាងក្រោម

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H^0_{Com}(H_2) = -286kJ/mol$$

$$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Com}(C_2H_4) = -1411kJ/mol$$

$$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) \quad \Delta H^o_{Com}(C_2H_6) = -1560kJ/mol$$

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow H_2O(g) \qquad \Delta H^o_{Com}(H_2)$$

$$C_2H_4(g)+3O_2(g)\rightarrow 2CO_2(g)+2H_2O(g) \qquad \Delta H^o_{Com}(C_2H_4)$$

$$2CO_2(g)+3H_2O(g)\rightarrow C_2H_6(g)+\frac{7}{2}O_2(g) \qquad -\Delta H^o_{Com}(C_2H_6) \quad +$$

$$C_2H_4+H_2\rightarrow C_2H_6 \qquad \Delta H_{rxn}=\Delta H^o_{Com}(H_2)+\Delta H^o_{Com}(C_2H_4)-\Delta H^o_{Com}(C_2H_6)$$

4. វិធានគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មដោយផ្អែកតាមថាមពលសម្ព័ន្ធគីមី

4.1. ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធ

ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធ គឺជាថាមពលកម្តៅចាំបាច់ត្រូវផ្តល់ឱ្យដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធណាមួយក្នុង1mol នៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

ឧទាហរណ៍ទី១៖ ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអ៊ីដ្រូសែន

$$H_2(g)\rightarrow H(g)+H(g) \qquad \Delta H^o = 436.4kJ$$

សមីការនេះឱ្យយើងដឹងថាដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ក្នុង1molនៃឧស្ម័នត្រូវការថាមពលចាំបាច់ 436.4kJ។

ឧទាហរណ៍ទី២៖ ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីក្លរ

$$Cl_2(g)\rightarrow Cl(g)+Cl(g) \qquad \Delta H^o=242.7kJ$$

ចំពោះម៉ូលេគុលឌីក្លរមិនសូវមានស្ថិរភាពទេ ដូច្នេះថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធគឺ 242.7KJ។

ឧទាហរណ៍ទី៣៖ថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ

$$HCl(g)\rightarrow H(g)+Cl(g) \qquad \Delta H^o=431.9kJ$$

ថាមពលសម្ព័ន្ធអាចត្រូវបានវាស់ដោយផ្ទាល់ចំពោះម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលមានធាតុខុសគ្នាដូចជា HCl វាក៏មានលក្ខណៈដូចគ្នាដែរចំពោះម៉ូលេគុលដែលមានសម្ព័ន្ធពីរជាន់និងសម្ព័ន្ធបីជាន់។

$$O{=}O(g)\rightarrow O(g)+O(g) \qquad \Delta H^o=497.7kJ$$

$$N\equiv N(g)\rightarrow N(g)+N(g) \qquad \Delta H^o=941.4kJ$$

4.2. ការវាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម

ឧទាហរណ៍៖ ការវាស់បានបង្ហាញថា ថាមពលត្រូវការដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធទី១របស់O-H គឺខុសពីថាមពលដែលត្រូវការដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធ O-H លើកទី2។ ក្នុងករណីនីមួយៗសម្ព័ន្ធ O-H ត្រូវបានផ្តាច់ ប៉ុន្តែដំណាក់កាលទី1 ស្រូប (ត្រូវការ) កម្តៅច្រើន ជាងដំណាក់កាលទី2។ ភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃទាំងពីរឱ្យដឹងថាសម្ព័ន្ធ O-H ទី2ទទួលរងបម្រែបម្រួលដោយសារបម្រែបម្រួលនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានគីមីជុំវិញ។ពេលនេះយើងយល់ហើយ

ថា ហេតុអ្វីបានជាថាមពលសម្ព័ន្ធ O-H ដូចគ្នានៅក្នុងម៉ូលេគុលពីរ ខុសគ្នាដូចជាមេតាណុល (CH_3OH) និងទឹក (H_2O) នឹងមិនដូចគ្នាដោយសារមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញរបស់វាខុសគ្នា។ ដូច្នេះចំពោះម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម យើងអាចនិយាយពីថាមពលសម្ព័ន្ធណាមួយគឺជាថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យម។ យើងអាចវាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធ O-H នៅក្នុងម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម ចំនួន10ខុសៗគ្នា ហើយយើងទទួលបានថាមពលសម្ព័ន្ធ O-H មធ្យមដោយការចែកថាមពលសម្ព័ន្ធសរុបនឹង10។ តារាងខាងក្រោមជាការបង្ហាញពីថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឌីអាតូម និងប៉ូលីអាតូមមួយចំនួន។ តាមការអះអាងពីមុនសម្ព័ន្ធបីជាន់ខ្លាំងជាង សម្ព័ន្ធពីរជាន់ ហើយសម្ព័ន្ធពីរជាន់ក៏ខ្លាំងជាងសម្ព័ន្ធទោលដែរ។

តារាង4.3: ថាមពលសម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូមមួយចំនួននិងថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម

សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)
H – H	436.4	C – S	255
H – N	393	C = S	477
H – O	460	N – N	193
H – S	368	N = N	418
H – P	326	N ≡ N	941.4
H – F	568.2	N – O	176
H – Cl	431.9	N – P	209
H – Br	366.1	O – O	142
H – I	298.3	O = O	498.7
សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)	សម្ព័ន្ធ	ថាមពលសម្ព័ន្ធ (kJ/mol)
C – H	414	O – P	502
C – C	347	O = S	469
C=C	620	P – P	197
C ≡ C	812	P = P	489
C – N	276	S – S	268
C = N	615	S = S	352
C ≡ N	891	F – F	156.9
C – O	351	Cl – Cl	242.7
C = O*	745	Br-Br	192.5
C – P	263	I – I	151

5. ការប្រើប្រាស់ថាមពលសម្ព័ន្ធក្នុងទែម៉ូគីមី

ការប្រៀបធៀបបម្រែបម្រួលទែម៉ូគីមី ដែលកើតឡើងក្នុងកំឡុងពេលប្រតិកម្មមួយចំនួនបង្ហាញពីបម្រែបម្រួលខុសគ្នាយ៉ាងខ្លាំងក្នុងអង់តាល់ពី (enthalpies) នៃប្រតិកម្មផ្សេងៗគ្នា។

ឧទាហរណ៍ទី១៖ ចំហេះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន(H_2)ដោយឧស្ម័នអុកស៊ីសែន(O_2)ជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ៖

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g) \quad \Delta H^o_{rxn} = -234.25kJ$$

ឧទាហរណ៍ទី២៖ ការបង្កើតគ្លុយកូស ($C_6H_{12}O_6$) ពីទឹកនិងកាបូនឌីអុកស៊ីតទទួលបានលទ្ធផលល្អបំផុតដោយរស្មីសំយោគ គឺជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ៖

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \quad \Delta H^o_{rxn} = 2801kJ$$

យើងដឹងពីបម្រែបម្រួលខុសៗគ្នាទាំងនេះ ដោយមើលពីកំរិតស្ថិរភាពនៃប្រតិកម្មផ្សេងៗគ្នា និងម៉ូលេគុលផលិតផល។ បន្ទាប់ពីនោះប្រតិកម្មគីមីភាគច្រើនទាក់ទងទៅនឹងការបង្កើតសម្ព័ន្ធនិងការផ្តាច់សម្ព័ន្ធ។ ដូច្នេះការយល់ដឹងពីថាមពលសម្ព័ន្ធនឹងចេញពីកំរិតស្ថិរភាពម៉ូលេគុលអាចប្រាប់យើងអំពីធម្មជាតិទែម៉ូគីមីនៃប្រតិកម្ម ដែលម៉ូលេគុលនោះទទួលរងប្រតិកម្ម។ក្នុងករណីជាច្រើន យើងអាចទស្សន៍ទាយបានពីតម្លៃប្រហែលនៃអង់តាល់ពីរបស់ប្រតិកម្មដោយ ប្រើថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យម ពីព្រោះជាទូទៅថាមពលត្រូវការជាចាំបាច់ដើម្បីផ្តាច់សម្ព័ន្ធគីមី និងបង្កើតសម្ព័ន្ធគីមីតែងតែជាប់ទាក់ទងទៅនឹងការបញ្ចេញថាមពល។ យើងអាចប៉ាន់ស្មានពីអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មដោយការរាប់ចំនួនសម្ព័ន្ធសរុបដែលត្រូវបានផ្តាច់ និងចំនួនសម្ព័ន្ធសរុបត្រូវបានបង្កើតនៅក្នុងប្រតិកម្ម និងការគិតពីបម្រែបម្រួលថាមពលដែលទាក់ទង។

6. រូបមន្តបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មក្នុងផាសឧស្ម័ន

($\Delta H^o = \Sigma BE$ (អង្គធាតុប្រតិករ) $- \Sigma BE$ (អង្គធាតុកកើត) (1)

ដែលBE តាងឱ្យថាមពលសម្ព័ន្ធមធ្យម និងΣ ជាសញ្ញាណផលបូក។ ដោយយោងទៅ តាមសមីការទី(1) សូមយកចិត្តទុកដាក់ចំពោះសញ្ញារបស់ ΔH^o_{rxn} ដែលទទួលបាន។ ដូច្នេះបើសិនថាមពលសរុបដែលត្រូវផ្តល់ឱ្យធំជាងថាមពលដែលបញ្ចេញ នោះតម្លៃ ΔH^o_{rxn} វិជ្ជមានគឺប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ (endothermic) ។ ប៉ុន្តែបើសិនថាមពលបញ្ចេញច្រើនជាងថាមពលស្រូប នោះម្លៃ ΔH^o_{rxn} អវិជ្ជមានគឺប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ (exothermic) ។ បើសិនអង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផល គឺជាម៉ូលេគុលឌីអាតូមទាំងអស់ នោះសមីការទី(1)នឹងផ្តល់លទ្ធផលបានជាក់លាក់ ពីព្រោះថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូមត្រូវបានដឹងយ៉ាងច្បាស់លាស់។ បើសិនអង្គធាតុប្រតិករនិងផលិតផលមួយចំនួន ឬទាំងអស់ជាម៉ូលេគុលប៉ូលីអាតូម នោះសមីការទី(1)នឹងផ្តល់លទ្ធផលជាតម្លៃប្រហែលប៉ុណ្ណោះ ពីព្រោះថាមពលសម្ព័ន្ធ ដែលប្រើនឹងត្រូវកំណត់ជាតម្លៃមធ្យម។

ឧទាហរណ៍ទី១៖ ចូរប្រើសមីការទី(1)ដើម្បីគណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីនៃប្រតិកម្មចំពោះដំណើរការខាងក្រោម:

$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g) \quad \Delta H_{rxn}$ (បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មឬកម្តៅនៃប្រតិកម្ម)

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ដំណាក់កាលដំបូងគឺត្រូវដឹងពីចំនួនសម្ព័ន្ធដែលត្រូវផ្តាច់និងចំនួនសម្ព័ន្ធដែលត្រូវកើតឡើង នេះជាវិធីល្អបំផុត ដោយបង្កើតតារាងមួយ។ ដោយយោងទៅតាមតារាងថាមពលសម្ព័ន្ធចំពោះថាមពលផ្តាច់សម្ព័ន្ធរបស់ម៉ូលេគុលឌីអាតូមដែលត្រូវនឹងសមីការតុល្យការខាងលើ។

ប្រភេទសម្ព័ន្ធផ្ដាច់	ចំនួនសម្ព័ន្ធផ្ដាច់	ថាមពលសម្ព័ន្ធ(kJ/mol)	បម្រែបម្រួលថាមពល(kJ)
H-H	1	436.4	436.4
Cl-Cl	1	242.7	242.7
ប្រភេទសម្ព័ន្ធកកើត	ចំនួនសម្ព័ន្ធកកើត	ថាមពលសម្ព័ន្ធ(kJ/mol)	បម្រែបម្រួលថាមពល(kJ)
H-Cl	2	431.9	863.8

បន្ទាប់មកយើងទទួលបានថាមពលស្រូបសរុប និងថាមពលបញ្ចេញសរុបថាមពលស្រូបសរុប= 436.4kJ + 242.7kJ = 679.1 kJ ថាមពលបញ្ចេញសរុប = 863.8 kJ

ដូច្នេះ តម្លៃបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មគឺ ΔH^{o}_{rxn} = -184.7kJ (ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ)

យើងអាចគណនាកម្តៅនៃប្រតិកម្មតាមកម្តៅកំណ (បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មតាមកម្តៅកំណ)។

ΔH^{o}_{rxn} = $\sum n\Delta H^{o}_{f}$ (អង្គធាតុកកើត)- $\sum n\Delta H^{o}_{f}$ (អង្គធាតុប្រតិករ) (2)

$\Delta H^{o}_{rxn} = 2\Delta H^{o}_{f}(HCl) - [\Delta H^{o}_{f}(H_2) + \Delta H^{o}_{f}(Cl_2) = (2\ mol)(-92.3\ kJ/mol) - 0 - 0 = -184.6\ kJ$

ឧទាហរណ៍ទី២៖ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ស្តង់ដានៃប្រតិកម្មចំហេះឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនតាមសមីការតុល្យការ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

ដំណោះស្រាយ

ដូចគ្នានឹងឧទាហរណ៍ខាងលើដែរ យើងបង្កើតតារាងដូចខាងក្រោមនេះ

ប្រភេទសម្ព័ន្ធផ្ដាច់	ចំនួនសម្ព័ន្ធផ្ដាច់	ថាមពលសម្ព័ន្ធ(kJ/mol)	បម្រែបម្រួលថាមពល(kJ)
H-H	2	436.4	872.8
O=O	1	498.7	498.7
ប្រភេទសម្ព័ន្ធកកើត	ចំនួនសម្ព័ន្ធកកើត	ថាមពលសម្ព័ន្ធ(kJ/mol)	បម្រែបម្រួលថាមពល(kJ)
H-O	4	460	1840

បន្ទាប់មកទៀត យើងទទួលបានថាមពលស្រូបសរុប ថាមពលបញ្ចេញសរុប ថាមពលស្រូបសរុប = 872.8kJ + 498.7kJ = 1372kJ ថាមពលបញ្ចេញសរុប = 1840kJ

ដោយប្រើសមីការ (2) ដូច្នេះ បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មគឺ $\Delta H^{o}_{rxn} = -468kJ$ (ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ)

******

មេរៀនទី 5 ច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច

1. សេចក្តីផ្តើម

បាតុភូតជាច្រើនដែលកើតឡើង ជុំវិញខ្លួនយើងចែកចេញជាបីប្រភេទដូចខាងក្រោមនេះ៖

1. បាតុភូតដែលប្រព្រឹត្តទៅដោយទាមទារនូវការចំណាយកម្មន្តពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅក្នុងបរិមាណដែលសមាមាត្រទៅនឹងការប្រែប្រួលនេះតែម្តង។ ឧទាហរណ៍ៈដូចជាការលើកវត្ថុមួយពីនីវ៉ោទាបទៅនីវ៉ោខ្ពស់។
2. បាតុភូតដែលប្រព្រឹត្តទៅក្នុងរយៈពេលនោះមិនទាមទារ នូវការចំនាយកម្មន្តពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅហើយក្នុងលទ្ធផលរបស់វាក៏មិនទទួលបានកម្មន្តដែលប្រឆាំងនឹងមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅឬសម្ពាធខាងក្រៅ។ឧទាហរណ៍ៈការធ្វើចលនាទៅមក របស់គ្រាប់ឃ្លីនៅលើផ្ទៃរាបស្មើ។
3. បាតុភូតដែលប្រព្រឹត្តទៅដោយឯកឯង ដោយមិនបាច់ទាមទាពីកម្មន្តខាងក្រៅ ហើយក្នុងលទ្ធផលរបស់វា យើងអាចទទួលបាននូវកម្មន្តប្រឆាំងនឹងកំលាំងខាងក្រៅ ដោយមានបរិមាណសមាមាត្រទៅនឹងការប្រែប្រួលនោះ។

ឧទាហរណ៍ៈប្រតិកម្មបន្សាបរវាងអាស៊ីតខ្លាំងនិងបាសខ្លាំង។

- បាតុភូតរបស់ក្រុម (1) ជាបាតុភូតអវិជ្ជមាន
- បាតុភូតរបស់ក្រុម(3)ជាបាតុភូតវិជ្ជមាន

យើងបានឃើញថា ចេញពីច្បាប់គ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិចទី I គេនិយាយអំពីការស្ថិតស្ថេររបស់ថាមពលក្នុងដែលមានក្នុងប្រព័ន្ធឯកោនិងនិយាយអំពីសមមូលនៃលក្ខណៈថាមពលខុសៗគ្នាហើយការប្រែប្រួលរបស់ប្រព័ន្ធមានទំនាក់ទំនងទៅនឹងកម្តៅនិងកម្មន្តរបស់ប្រព័ន្ធ។ ប៉ុន្តែច្បាប់ទី I មិនបាននិយាយពីលក្ខណៈ លទ្ធភាពនិងទិសដៅរបស់បាតុភូតដែលអាចកើតឡើងបានឬមិនបានឡើយ។

ច្បាប់ទី II គឺកំណត់ដំបូងបំផុត បាតុភូតដែលប្រព្រឹត្តទៅក្នុងលក្ខណៈនៃសីតុណ្ហភាព សម្ពាធ កំហាប់ដែលអាចកើតឡើងបានដោយឯកឯង គឺមិនបាច់ទាមទារកម្មន្តពីខាងក្រៅ។

ច្បាប់ទីIIបានផ្តល់នូវលទ្ធភាពចំពោះដំណើរការវិវឌ្ឍន៍ប្រតិកម្មស្ថានភាពលំនឹងគីមី។ ក្នុងធម្មជាតិភាពប្រែប្រួលប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរតាមទិសដៅពិតប្រាកដតែមួយគត់ គឺពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងចុង។ឧទាហរណ៍ ការចម្លងកម្តៅពីអង្គធាតុក្តៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់។ ឧទាហរណ៍៖ ការបន្ធូរសម្ពាធ ពីសម្ពាធធំទៅសម្ពាធតូច។ប៉ុន្តែនៅក្នុងជីវិតជាក់ស្តែង គេឃើញមានបាតុភតខ្លះ៖ ទាំងបាតុភូតរូបនិងទាំងបាតុភូតគីមី ដែល ប្រព្រឹត្តទៅដោយឯកឯងហើយមានទិសដៅមួយយ៉ាងជាក់លាក់។

2. កន្សោមគណិតវិទ្យានៃច្បាប់ទី II

កម្តៅមិនអាចផ្ទេរដោយឯកឯងពីអង្គធាតុត្រជាក់ជាង ទៅអង្គធាតុក្តៅជាងបានឡើយ។ មិនអាចមានបាតុភូត ដែលលទ្ធផលរបស់វាកើតឡើងដោយសារ ការប្រែប្រួលពីកម្តៅទៅកម្មន្តទាំងស្រុងបានឡើយ។ ទិន្នផលកម្តៅដែលបានបំប្លែងទៅកម្មន្ត $\eta=\frac{W}{Q_c}=\frac{Q_h-Q_c}{Q_h}=1-\frac{Q_c}{Q_h}<1$ (1) តាមទំនាក់ទំនងនេះបានបង្ហាញឱ្យឃើញថា

មានតែផ្នែកណាមួយណាកម្ដៅតែប៉ុណ្ណោះដែលបានប្រើប្រាស់ក្លាយជាកម្មន្ត។ តម្លៃទិន្នផលកម្ដៅដែលបានបំប្លែងទៅជាកម្មន្តអាចសរសេរម្យ៉ាងទៀត $\eta=\frac{T_1-T_2}{T_1}=1-\frac{T_2}{T_1}<1$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង(1) និង (2) គេបាន

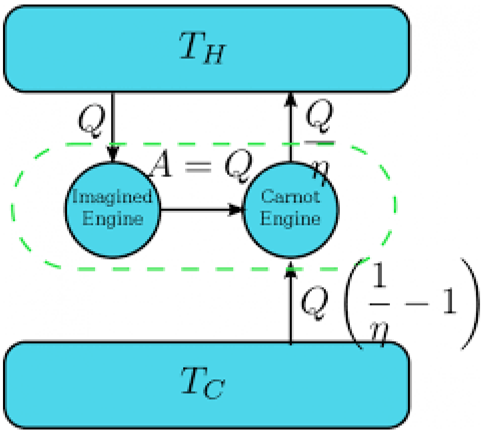
$$1-\frac{Q_2}{Q_1}=1-\frac{T_2}{T_1}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q_2}{Q_1}=\frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_2}{T_2}=\frac{Q_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{Q_1}{T_1}-\frac{Q_2}{T_2}=0$$

ទំហំ $\frac{Q}{T}$ គេហៅថាអង់ត្រូពី។



រូបភាពទី(13) បង្ហាញពីច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច

- ផលបូកអង់ត្រូពី នៃលំនាំអដ្យាប៉ាទិចមានតម្លៃស្មើសូន្យ $\sum_{1}^{i}\frac{Q}{T}=0$ ។

ឧទាហរណ៍៖ បើប្រភពផ្ដល់កម្ដៅមានសីតុណ្ហភាព 400K ឯប្រភពទទួលកម្ដៅមាន 300K ។ នោះគេបានទិន្នផលកម្ដៅបំប្លែងជាកម្មន្ត $\eta=\frac{400-300}{400}=0.25$ ។តាមន័យនេះយើងមានបរិមាណកម្ដៅច្រើន ប៉ុន្តែមានតែ 25% ប៉ុណ្ណោះដែលអាចក្លាយជាកម្មន្តនៅពេលជាមួយគ្នានេះដែរ 75% ទៀតស្ថិតនៅក្នុងភាពជាកម្ដៅដដែលពុំអាចយកទៅប្រើប្រាស់កើតទេ។បើប្រភពទាំងពីរមានសីតុណ្ហភាពដូចគ្នានោះ $\eta=0$ បានន័យថាក្នុងករណីនេះមានថាមពលយ៉ាងច្រើន។ ប៉ុន្តែគ្មានផ្នែកណាមួយនៃថាមពលនោះបានបំលែងទៅជាកម្មន្តឡើយ។ យើងមើលប្រភពផ្ដល់កម្ដៅទាំងពីរក្នុងប្រព័ន្ធឯកោ។ តាមរយៈការផ្ទេរ កម្ដៅជាបន្តបន្ទាប់ ប្រភពផ្ដល់ កម្ដៅចាប់ចុះត្រជាក់ ឯប្រភពទទួលកម្ដៅកើនកម្ដៅឡើង ធ្វើឱ្យសីតុណភាព T_1 និង T_2 ខិតជិតគ្នា។ ដូចនេះផលសងរវាង T_1 និង T_2 កាន់តែតូច នាំឱ្យថាមពលបម្រែបម្រួលជាកម្មន្ត ថយចុះជានិច្ច ព្រោះថាមពល នេះអាស្រ័យ ទៅនឹងសីតុណ្ហភាពខុសគ្នារវាង T_1 និង T_2 ។ ផ្ទុយទៅវិញថាមពលដែល មិនអាចក្លាយជាកម្មន្ត បានហាក់បីដូចជា ថាមពលជាប់ចំណង កាន់តែកើនឡើងទៅតាមពេលវេលា។

3. អង់ត្រូពី

កម្ដៅអាចកំនត់បានដោយកត្តាពីរៈ

- កត្តាដែលកំនត់ក្នុងបាតុភូតផ្លាស់ប្ដូរពីអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងទៅអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបជាង ។
- កត្តាសីតុណ្ហភាព ទិសដៅ ព្រមទាំងលទ្ធភាពរបស់បាតុភូតនោះ។

នៅពាក់កណ្ដាលសតវត្សទី19 (1865) អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជនជាតិអាលឺម៉ង់ មួយរូបឈ្មោះClausius បានបង្ហាញឱ្យឃើញថាមានតម្លៃមួយនៅក្នុងទែម៉ូឌីណាមិច ដែលជាអនុគមន៍ភាព ហើយគាត់បាន ឱ្យឈ្មោះតម្លៃនោះថា អង់ត្រូពី ដែលគេតាងដោយអក្សរ S ។

3.1. និយមន័យ

អង់ត្រូពី គឺជាទំហំរូបនៃប្រព័ន្ធបិទ និងជាតម្លៃឌីផេរង់ស្យែលពេញលេញរបស់ប្រតិកម្មទោមកហើយមានតម្លៃស្មើនឹង $\frac{\delta Q}{T}$ ។

ក. តម្លៃអង់ត្រូពី នៃប្រព័ន្ធមិនទោមក (ចំពោះប្រតិកម្មសព្វ) $dS > \frac{\delta Q}{T}$ (1) ។

ខ. តម្លៃអង់ត្រូពី នៃប្រព័ន្ធទោមក (ចំពោះប្រតិកម្មលំនឹងគីមី) $dS = \frac{\delta Q}{T}$ (2) ។

តាមទំនាក់ទំនង(1)និង (2)ខាងលើយើងអាចសរសេរ $\boxed{dS \geq \frac{\delta Q}{T}}$

ច្បាប់ទី II ទែម៉ូឌីណាមិចចំពោះប្រព័ន្ធឯកោ លំនាំកេតីឡើងដោយឯកឯងតាមទិសដៅកើនឡើងនៃអង់ត្រូពី។

3.2. សមីការឌីផេរង់ស្យែលច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិចរបស់លំនាំទោមក

ក. លំនាំអ៊ីសូទែម (T= ថេរ)

រូបមន្តបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីលំនាំអ៊ីសូទែម $\Delta S_T = \left(\frac{Q}{T}\right)$

ខ. លំនាំអ៊ីសូបារ(P= ថេរ)

$C_p = \frac{\delta Q}{dT} \Rightarrow \delta Q = C_p.dT$ (1) និង $dS_p = \frac{\delta Q_p}{T}$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង(1) និង(2)យើងអាចសរសេរ $dS_p = \frac{C_p.dT}{T} = C_p \times \frac{dT}{T}$

យើងធ្វើអាំងតេក្រាលអង្គទាំងពីរខាងលើយើងបាន $\int_1^2 dS_p = C_p \int_1^2 \frac{dT}{T}$

ដូចនេះ: $\boxed{\Delta S_p = C_p.\ln\frac{T_2}{T_1}}$

គ. លំនាំអ៊ីសូករ (V=ថេរ)

$C_v = \frac{\delta Q}{dT} \Rightarrow \delta Q = C_v.dT$ (1) និង $dS_V = \frac{\delta Q_V}{T}$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង (1) និង (2) យើងអាចសរសេរ $dS_p = \frac{C_p.dT}{T} = C_p \times \frac{dT}{T}$

យើងធ្វើអាំងតេក្រាលអង្គទាំងពីរយើងបាន $\int_1^2 dS_p = C_p.\int_1^2 \frac{dT}{T}$

ដូចនេះ $\boxed{\Delta S_p = C_p.\ln\frac{T_2}{T_1}}$

4. វិធីសាស្ត្រគណនាអង់ត្រូពីនៃលំនាំមួយចំនួន

4.1. បម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីបំលែងផាស

លំនាំបំលែងផាសដូចជា កម្តៅរលាយ កំណក ចំហាយ.....គឺជាលំនាំអ៊ីសូទែម។ ដូចនេះបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីបំលែងផាសត្រូវគណនាតាមរូបមន្ត $\Delta S = \int\frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T}\int\delta Q = \frac{Q}{T}$

$Q = n.L$, n គឺជាចំនួនម៉ូលនៃប្រព័ន្ធ និងL គឺជាឡាតង់កម្តៅបំលែងផាសគិតជា cal/mol ឬ J/mol

ឧទាហរណ៍៖ គណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីនៃលំនាំកំណក1mol បង់សែន។ គេដឹងថាឡាតង់កម្តៅកំណកបង់សែននៅសីតុណ្ហភាព 278K គឺ L= - 9927J/mol ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$Q = n\times L = 1mol\times 9927J/mol = -9927J$ និង $T = 278K$

ដូចនេះ $\Delta S = \frac{Q}{T} = -\frac{9927J}{278K} = -35.710J/K$

ចំណាំ $\Delta S = S_s - S_l = -35.719J/K$ មានន័យថាអង់ត្រូពីបង់សែនរឹងតូចជាងអង់ត្រូពីបង់សែនរាវនាំឱ្យភាពឥតសណ្តាប់ធ្នាប់នៃម៉ូលេគុលបង់សែនថយចុះ។

4.2. សមីការឌីផេរង់ស្យែលច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិចរបស់លំនាំមិនទៅមក

$$dS > \left(\frac{\delta Q}{T}\right) \Leftrightarrow \Delta S > \left(\frac{Q}{T}\right)$$

4.3. លក្ខណៈរបស់អង់ត្រូពីក្នុងប្រព័ន្ធសុញ្ញភាស

លក្ខណៈអង់ត្រូពីក្នុងលំនាំអាដ្យាបាទិចនៃលំនាំទៅមក $\Delta S = 0$

លក្ខណៈអង់ត្រូពីក្នុងលំនាំអាដ្យាបាទិចនៃលំនាំមិនទៅមក $\Delta S > 0$

5. សំណួរនិងលំហាត់

1. ប្រព័ន្ធមួយដាក់បញ្ចូលទៅក្នុងបរិយាកាសដែលមានសីតុណ្ហភាព $25^{\circ}C$ វាបានទទួលនូវបរិមាណកម្តៅ Q=400J ។ គណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពី ΔS របស់ប្រព័ន្ធ។
2. ទឹក100g ចុះត្រជាក់ពីសីតុណ្ហភាព $80^{\circ}C$ មក $25^{\circ}C$ ពេលដែលគេដាក់ក្នុងប្រព័ន្ធមួយមានសីតុណ្ហភាព $25^{\circ}C$ គណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពី ΔS របស់ប្រព័ន្ធ។

3. ឡាតង់កម្តៅរលាយរបស់ទឹកកកនៅ 0^0C ស្មើនឹង 335J/g ។ គណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពី ΔS ពេលដែលទឹកកករលាយចំនួន1g។

4. គេដុតកម្តៅទឹក 10g នៅសីតុណ្ហភាព 25^0C រហូតដល់ 100^oC ។ គេឱ្យកម្តៅម៉ាសទឹករាវ $C_p = 1cal/g.^oC$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពី ΔS របស់ប្រព័ន្ធ។

* * * * * *

មេរៀនទី6 សំយោគច្បាប់ទី I និងច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច

1. សំយោគច្បាប់ទី I និងច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច

កន្សោមច្បាប់ទី I នៃទែម៉ូឌីណាមិច $dU = \delta Q - \delta W \Rightarrow \delta Q = dU + \delta W$ (1)

កន្សោមច្បាប់ទី II នៃទែម៉ូឌីណាមិច $dS \geq \frac{\delta Q}{T} \Rightarrow \delta Q \leq T.dS$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង (I) និង (II) យើងបាន $dU + \delta W \leq T.dS \Rightarrow dU \leq T.dS - \delta W$ នេះគឺជាកន្សោមសំយោគច្បាប់ទី Iនិង II នៃទែម៉ូឌីណាមិច។

2. កម្មន្តក្នុងលំនាំទៅមកជាកម្មន្តអតិបរមា

dS និងdU ជាអនុគមន៍ភាពគឺអាស្រ័យនិងភាពដើមនិងភាពចុង។ ប៉ុន្តែ δW អាស្រ័យនិងលំនាំប្រព្រឹត្តរបស់ប្រព័ន្ធ។

លំនាំទៅមក: $dU = TdS - \partial W_{\text{ទ.ម}}$ (1) លំនាំមិនទៅមក: $dU \prec TdS - \partial W_{\text{ម.ទ.ម}}$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង (1) និង (2) គេបាន $TdS - \partial W_{\text{ទ.ម}} \prec TdS - \partial W_{\text{ម.ទ.ម}}$ នាំឱ្យគេបាន $\partial W_{\text{ទ.ម}} \succ \partial W_{\text{ម.ទ.ម}}$ ដូចនេះកម្មន្តនៃលំនាំទៅមកមានតម្លៃអតិបរមា។

3. កម្មន្តអតិបរមាក្នុងលំនាំមួយចំនួន

គេចែកកម្មន្តអតិបរមាជាពីរ គឺកម្មន្តបន្ទូរមាឌ និង កម្មន្តបានការ $\delta W_{max} = pdV + \delta W'_{max}$ យកតម្លៃនេះជំនួសចូលក្នុងរូបមន្តខាងលើគេបាន៖

$$\delta W_{max} = p.dV + \delta W'_{max} = T.dS - dU$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta W'_{max} = TdS - dU - pdV}$$

3.1. លំនាំអ៊ីសូករ-អង់ត្រូពី (V=ថេរនិងS=ថេរ)

$$\boxed{\delta W'_{max} = -dU_{S,V} \Leftrightarrow W'_{max} = -\Delta U_{S,V}}$$

3.2. លំនាំអ៊ីសូបា-អង់ត្រូពី (p=ថេរនិងS=ថេរ)

$\delta W'_{max} = -(dU + pdV) = -d(U + pV)_{S,p}$ តែ $U + pV = H$

ដូចនេះ $\boxed{\delta W'_{max} = -d(U+pV)_{S,p} = -dH_{S,p} \Leftrightarrow W'_{max} = -\Delta H_{S,p}}$

3.3. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូករ(T=ថេរនិងV=ថេរ)

$\delta W'_{max} = T.dS - dU = -d(U-ST)_{T,V}$ គេតាង $U - ST = F$ ដែល F គេហៅថាជាអនុគមន៍អែល អុល វាជាអនុគមន៍ភាព។

ដូចនេះ $\boxed{\delta W'_{max} = -d(U-ST)_{T,V} = -dF_{T,V} \Leftrightarrow W'_{max} = -\Delta F_{T,V}}$

3.4. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបារ(T=ថេរនិងp=ថេរ)

$\delta W'_{max} = -(dU - T.dS + p.dV) = -d(U - T.S + p.V)$ គេតាង $U-T.S+p.V=G$ ដែល G គេហៅថាអនុគមន៍ស៊ីបវាជាអនុគមន៍ភាព។ ដោយ $U - T.S = F$ នាំឱ្យ $G=F + p.V$ និងម្យ៉ាងទៀត $U + p.V=H$ នាំឱ្យ $G = H - T.S$ ។

ដូចនេះ $\boxed{\delta W'_{max} = - dG_{T,p} \Leftrightarrow W'_{max} = - \Delta G_{T,p}}$

4. ប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច

អនុគមន៍U,H,F និង G ក្នុងករណីខាងលើនេះគេហៅថាប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច។ ប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច ជាអនុគមន៍ភាពមួយ ដែលកំរិតតំហាយរបស់វាស្ថិតក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង កំនត់ណាមួយ ស្មើនឹងកម្មន្តបានការអតិបរមាដែលបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធ ក្នុងលំនាំទៅមក។

5. លក្ខខ័ណ្ឌលំនឹង និងលក្ខខ័ណ្ឌស្វ័យប្រព្រឹត្តក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច

ក្នុងករណីលំនាំមិនទៅមក $\delta W'_{max} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad T.dS - dU - p.dV = 0 \Rightarrow dU = T.dS - p.dV \quad (1)$

5.1. លំនាំអ៊ីសូអង់ត្រូពី-អ៊ីសូករ (S=ថេរនិងV=ថេរ)

តាមសមីការ (1) គេបាន $dU_{S,V} = 0$ ជាលំនាំទៅមក។ ប៉ុន្តែបើ $dU_{S,V} < 0$ ជាលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត។

5.2. លំនាំអ៊ីសូអង់ត្រូពី-អ៊ីសូបារ(S=ថេរនិងp=ថេរ)

គេមានអនុគមន៍អង់តាល់ពី $H=U+pV$ នាំឱ្យគេបាន $dH= d(U + p.V) = dU + p.dV + V.dp \quad (2)$

យើងយកតម្លៃ dU ក្នុង (1) ជំនួសក្នុង (2) គេបាន $dH= T.dS - p.dV + p.dV + V.dp=T.dS + V.dp$

បើ $dH_{S,p} = 0$ ជាលំនាំទៅមក។ ប៉ុន្តែបើ $dH_{S,p} < 0$ ជាលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត។

5.3. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូករ (T=ថេរនិងV=ថេរ)

គេមានអនុគមន៍អែលអុល $F= U-TS$ នាំឱ្យគេបាន $dF = dU -T.dS - S.dT \quad (3)$

យកតម្លៃ **dU** ក្នុង (1) ជំនួសក្នុង (3)គេបាន $dF=TdS-p.dV -T.dS -S.dT= -p.dV - S.dT=-(p.dV+S.dT)$

បើ $dF_{T,V} = 0$ ជាលំនាំទៅមក។ ប៉ុន្តែបើ $dF_{T,V} < 0$ ជាលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត។

5.4. លំនាំអ៊ីសូទែម-អ៊ីសូបារ(T=ថេរនិងp=ថេរ)

គេមានអនុគមន៍ស៊ីប $G=U + p.V - T.S$ នាំឱ្យគេបាន $dG = dU + p.dV + V.dp -T.dS - S.dT \quad (4)$

យកតម្លៃ dU ក្នុង (1) ជំនួសក្នុង (4) គេបាន $dG=T.dS - p.dV + p.dV + V.dp - T.dS - S.dT=V.dp-S.dT$

បើ $dG_{T,p} = 0$ ជាលំនាំទៅមក។ ប៉ុន្តែបើ $dG_{T,p} < 0$ ជាលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត។

គេអាចផ្អែកតាមប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច U,H,F និង G ដើម្បីពិនិត្យទិសដៅនៃលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត កើតឡើងតាមទិសតំហយចុះ នៃប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច ពេលដល់ភាពលំនឹងបណ្ដាប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិច U,H,F និង G មានតម្លៃអតិបរមា។
ចំណាំៈ ប៉ូតង់ស្យែលទែម៉ូឌីណាមិចទាំងបួនខាងលើនេះ គឺមានតែអនុគមន៍ G ដែលយើងតែងតែជួបប្រទះជាងគេ ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌ T, p ថេរ។

5.5. ប្រព័ន្ធសុញ្ញកាស

បើ $\Delta S_{S,V} = 0$ ជាលំនាំទៅមក។ ប៉ុន្តែបើ $\Delta S_{S,V} > 0$ ជាលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្ត។ ក្នុងប្រព័ន្ធសុញ្ញកាសលំនាំស្វ័យប្រព្រឹត្តកើតឡើងតាមទិសដៅកើនឡើងនៃ S របស់ប្រព័ន្ធ។ ពេលដល់លំនឹងអង់ត្រូពីរមានតម្លៃអតិបរមា។

6. ប៉ូតង់ស្យែលគីមី

បណ្ដាកន្សោមដែលយើងបានបង្កើតខាងលើ ត្រូវនឹងប្រព័ន្ធដែលមាន សមាសភាពមិនប្រែប្រួល (ចំនួនម៉ូលនៃប្រព័ន្ធមិនប្រែប្រួល)។ ពេលសមាសភាពនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួលនោះទំហំ U,H,Fនិង Gក៏ប្រែប្រួលដែរ។ គេតាង $n_1,n_2,\ldots\ldots\ldots n_i$ ជាចំនួនម៉ូលនៃធាតុបង្កទី 1,2..........។

6.1. ថាមពលក្នុង U

គេតាងអនុគមន៍ $U=f(S,V,n_1,n_2\ldots\ldots\ldots n_i)$ ឌីផេរង់ស្យែលទាំងស្រុងនៃអនុគមន៍នេះគេអាចសរសេរដូចខាងក្រោមនេះ $dU=\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V,n_1,n_2,\ldots\ldots n_i} dS+\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S,n_1,n_2\ldots\ldots n_i} dV+\left(\frac{\partial U}{\partial n_1}\right)_{S,V,n_2,\ldots\ldots n_i} dn_1+\ldots$ បើគេតាង $n_1,n_2,\ldots\ldots\ldots n_i=N$ នោះសមីការឌីផេរង់ស្យែលខាងលើអាចសរសេរ

$$dU=\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V,N} dS+\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S,N} dV+\left(\frac{\partial U}{\partial n_1}\right)_{S,V,n_1,n_2,\ldots n_i} dn_1+\ldots$$ គេតាង $$\mu_1=\left(\frac{\partial U}{\partial n_1}\right)_{S,V,n_2,\ldots\ldots n_i} dn_1$$

ដែលគេហៅថា ប៉ូតង់ស្យែលគីមីធាតុទី 1។ ដូច្នេះ កន្សោមសមីការឌីផេរ៉ង់ស្យែលនៃអនុគមន៍ខាងលើអាចសរសេរថា៖

$$dU=\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V,N} dS+\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S,N} dV+\sum\mu_i \Leftrightarrow \boxed{dU= T.dS-p.dV+\sum\mu_i}$$

6.2. អង់តាល់ពី H

គេតាងអនុគមន៍អង់តាល់ពី $H = f(S,p,n_1,n_2\ldots n_i)$ កន្សោមសមីការឌីផេរង់ស្យែលនៃអនុគមន៍ខាងលើអាចសរសេរ $dH=\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_{p,N} dS+\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_{S,N} dp+\sum\mu_i \Leftrightarrow \boxed{dH = T.dS - V.dp + \sum\mu_i}$

6.3. អែលអុល F

គេតាងអនុគមន៍អែលអុលពី $F = f(T,V,n_1,n_2...n_i)$ កន្សោមសមីការឌីផេរ៉ង់ស្យែលនៃអនុគមន៍ខាងលើអាចសរសេរ $dF = \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{V,N} dT + \left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_{T,N} dV + \sum \mu_i \Leftrightarrow \boxed{dF = -S.dT - p.dV + \sum \mu_i}$

6.4. ស៊ីប G

គេតាងអនុគមន៍ស៊ីបពី $G = f(T,p,n_1,n_2...n_i)$ កន្សោមសមីការឌីផេរ៉ង់ស្យែលនៃអនុគមន៍ខាងលើអាចសរសេរ $dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p,N} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T,N} dp + \sum \mu_i \Leftrightarrow \boxed{dG = -S.dT + V.dp + \sum \mu_i}$

7. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. មានឧស្ម័នតែមួយដែលនៅសល់បន្ទាប់ពីកាបូន15.5g ត្រូវបានគេដាក់ឱ្យប៉ះខ្យល់25L នៅ 25^oC និងសម្ពាធ5.5atm ។ (សន្មត់ថាខ្យល់មានអុកស៊ីសែន 19%, អាសូត 80%, កាបូនឌីអុកស៊ីត 1%)។ គណនាកម្ដៅនៃលំនាំនេះ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ចំនួនម៉ូលកាបូន $= (15.5g)\left(\frac{1mol\ C}{12g\ C}\right) = 1.292mol\ C$

$n_{O_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{(5.5atm)(0.19)(25L)}{(0.0821L.\ atm/mol.K)(298K)} = 1.068mol\ O_2$

សមីការចំហេះកាបូន $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ចំនួនម៉ូល $CO_2 = xmol$

សមីការចំហេះកាបូន $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$ ចំនួនម៉ូល $CO = (1.292-x)mol$

ចំនួនអាតូមអុកស៊ីសែនសរុបស្មើនិងផលបូកចំនួនម៉ូលមុននិងក្រោយប្រតិកម្ម

$2x + (1.292-x) = 2(1.068)$

ក្រោយពេលដោះស្រាយសមីការខាងលើគេបាន

ចំនួនម៉ូល $CO_2 = x = 0.844mol$ និងចំនួនម៉ូល $CO = 0.448mol$

កម្ដៅចំហេះកាបូនក្លាយជា $CO_2 = (0.844mol)(-94.05kcal/mol) = -79.4kcal$

កម្ដៅចំហេះកាបូនក្លាយជា $CO = (0.448mol)(-29.41kcal/mol) = -11.8kcal$

ដូច្នេះ កម្ដៅនៃលំនាំនេះ -91.2kcal

2. តាមការគណនានៃវិធីអាំងតេក្រាល។ គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីប្រតិកម្មនៃកាបូន 1mol ជាមួយ H_2O ក្នុងប្រតិកម្មនេះទឹកជាចំហាយនៅ 600^oC ។ ចំណុះកម្ដៅគិតជា cal/K របស់អ៊ីដ្រូសែន កាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត ចំហាយទឹក និង កាបូន ដែលបានផ្ដល់ក្នុងសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយគឺ

H_2 : $Cp = 6.95 - (0.0001999)T + (4.8\times10^{-7})T^2$

CO : $Cp = 6.42 + (0.001665)T - (1.96\times10^{-7})T^2$

H_2O: $Cp = 7.256 + (2.298\times10^{-3})T + (2.83\times10^{-7})T^2$

C : $Cp = 2.04$

3. គណ $\Delta H_f^o(Cl^-)$ពីទិន្នន័យ:

$\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow HCl(g) \qquad \Delta H_f^o = -22.1kcal$

$HCl(g) + nH_2O \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) \ \Delta H_{298} = -17.9kcal$

ដំណោះស្រាយ

(nH_2O សល់ច្រើននៃម៉ូលេគុល H_2O, H^+ និង Cl^- តាងឱ្យអ៊ីយ៉ុងក្នុងបរិមាណទឹកលើស) ។

បូកសមីការទាំងពីរ $\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Cl_2(g) + nH_2O \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) \quad \Delta H_{208} = -40kcal$

ចំណាំ៖ អង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មខុសគ្នាពី អង់តាល់ពីកំណានិង គេសន្មតថា អង់តាល់ពីរបស់ H_2O នៃសមីការត្រូវបានលុបចោល។

$-40kcal = \Delta H_f^o(H^+) + \Delta H_f^o(Cl^-) - \frac{1}{2}\left[\Delta H_f^o(H_2) + \Delta H_f^o(Cl_2)\right] \Leftrightarrow -40kcal = 0 + \Delta H_f^o(Cl^-) - 0 - 0$

ដូច្នេះ $\Delta H_f^o(Cl^-) = -40\,kcal$

4. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្ម: $2H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$

5. គណនា ΔH នៃប្រតិកម្ម:

ក. $Ag_2O(s) + C(S) \rightarrow CO(g) + 2Ag(g)$

ខ. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2HCl(aq)$

6. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី នៃប្រតិកម្មនីមួយៗនៅសីតុណ្ហភាព 25^oC ?

ក. $Ba^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightarrow BaCO_3(s)$

ខ. $Ag^+(aq) + Br^-(aq) \rightarrow AgBr(s)$

ដំណោះស្រាយ

ΔH_{rxn} កម្តៅនៃប្រតិកម្មមានភាពខុសគ្នារវាង ΔH_f^o កំណអង្គធាតុកើតនិង ΔH_f^o កំណអង្គធាតុប្រតិករ។រួមទាំងករណីនីមួយៗប្រតិករកើតជា អ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុង ។

ក. $\Delta H_{rxn} = [(-290.8)-(-128.67)-(-161.63)]\ kcal = -0.5kcal$

ខ. $\Delta H_{rxn} = [(-23.8)-(+25.31)-(-28.1)]kcal = -20.2kcal$

7. គណនា ΔH_{rxn} នៃដំណើរនៅ 25^oC នៃការបំបែក KCl 1mol ក្នុងទឹកលើស: $KCl(s) \rightarrow K^+(aq) + Cl^-(aq)$ តើដំណើរការនេះតំណាងឱ្យប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មដែរឬទេ? ចូរពន្យល់?

ដំណោះស្រាយ

$$\Delta H_{rxn} = \Delta H_f^o(K^+(aq))+\Delta H_f^o(Cl^-(aq))-\Delta H_f^o(KCl) = [(-60.04+(-40)-(-104.18)]kcal = 4.1kcal$$

ប្រតិកម្មនេះតំណាងឱ្យដំណើរការរលាយក្នុងសូលុយស្យុង មិនមែនជាប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មទេ ។ KCl រឹងមុនពេលបំបែកក៏ដូចជាក្រោយពេលរំលាយ។

8. គណនា ΔH_{rxn} នៃប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោម៖

ក. $BaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ខ. $AgNO_3(aq)+NaCl(aq) \rightarrow NaNO_3(aq)+AgCl(s)$

គ. $HNO_3(aq)+NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq)+H_2O(l)$

ឃ. $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$

ង. $LiOH(aq) + HClO_3(aq) \rightarrow LiClO_3(aq) + H_2O(l)$

ដំណោះស្រាយ

តម្លៃ ΔH_{rxn} បានពីសមីការអ៊ីយ៉ុងនិចមានភាពងាយស្រួល ។ តម្លៃ ΔH_f^o នៃអំបិលក្នុងទឹកមិនស្មើ និង តម្លៃ ΔH_f^o ជាសណ្ឋានអំបិលរឹងសុទ្ធទេ ។

ក. $\Delta H_{rxn} = \Delta H_f^o(Ba^{2+}) + \Delta H_f^o(CO_2) + \Delta H_f^o(H_2O) - \Delta H_f^o(BaCO_3) - 2\Delta H_f^o(H^+)$

$\Delta H_{rxn} = [(-128.67) + (-94.05) + (-68.32) - (-209.8) - 2(O)]kcal = -0.2kcal$

ខ. $\Delta H_{rxn} = [(-30.36)-(25.31)-(-40)]kcal = -15.7kcal$

(គ) (ឃ) និង (ង) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ $\quad \Delta H_{rxn} = [(-68.32)-(0)-(-54.96)]kcal = -13.36kcal$

9. គណនាកម្ដៅគិតជា kJ ដែលទាក់ទងក្នុងការបង្កើត 22.4L នៅ STP(1mol) នៃ H_2S ពី FeS និង អាស៊ីតក្លរីឌ្រិចរាវ?

ដំណោះស្រាយ

$$FeS(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2S(g)$$

ΔH_f^o	-95.4	0	-87.9	-20.6

ដោយ HCl និង $FeCl_2$ ជាអេឡិចត្រូលីតខ្លាំង អ៊ីយ៉ុងរបស់វាមានតែមួយទេដែលចាំបាច់សម្រាប់សរសេរ៖

$\Delta H^0_{rxn} = -(87.9+20.6)+95.4 = -13.1kJ/mol\ H_2S$

10. តើលំនាំនៃការរំលាយឧស្ម័ន H_2S ក្នុង H_2O ជាលំនាំស្រូបកម្ដៅឬបញ្ចេញកម្ដៅ?

ដំណោះស្រាយ

$H_2S(g) \rightarrow H_2S(aq)$ $\Delta H^o_{rxn} = \Delta H_f^o(aq)-\Delta H_f^o(g) = [-9.5-(-4.8)]kcal = -4.7kcal$ ជាលំនាំបញ្ចេញកម្ដៅ

11. គណនាកម្ដៅសម្រាប់រំលាយ 1mol HCl(g) ក្នុង H_2O ដែលមានបរិមាណលើស? (HCl បំបែកជាអ៊ីយ៉ុងសព្វពេលដែលពង្រាវក្នុងសូលុយស្យុង) ។

ដំណោះស្រាយ

$HCl(g) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

$\Delta H^o_{rxn}=\Delta H^o_f(H_3O^+)+\Delta H^o_f(Cl^-)-\Delta H^o_f(HCl)=[0.00+(-40)-(-22.06)]=kcal/mol=-17.94kcal/mol$ HCl

12. ក្នុងកាឡូរីម៉ែត្រទឹកកកមួយសមីការប្រតិកម្មគីមីគិតតាមចរន្តដែលទាក់ទង់នឹងកម្តៅជាមួយនិងល្បាយទឹករាវនិងទឹកកក នៅ 0^oC ។ កម្តៅដែលបញ្ចេញដោយប្រតិកម្មត្រូវបានប្រើដើម្បីរំលាយទឹកកកខ្លះ។ បម្រែបម្រួលតម្លៃនៃល្បាយទឹករាវនិងទឹកកកបង្ហាញចនួនៃការរំលាយ ។ ពេលដែលសូលុយស្យុងមាន 1 mmol នៃ $AgNO_3$ និង NaCl លាយក្នុងកាឡូរីម៉ែត្រនោះ សូលុយស្យុងទាំងពីរ នេះមានភាព ត្រជាក់ដើម 0^oC, 0.2g នៃទឹកកក ដែលបានរលាយ។ ឧបមាថាប្រតិកម្មក្នុងការពិសោធន៍គឺ $Ag^+(aq)+Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$? តើ ΔH_{rxn} នៃប្រតិកម្មស្មើប៉ុន្មាន?

ដំណោះស្រាយ

$$(0.2g\,H_2O(s))(\frac{-80cal}{1gH_2O(s)})=-16cal$$

កម្តៅសម្រាប់ 1mmol នៃ AgCl កកើត -16cal/mmol=-16kcal/mol

13. កម្តៅដែលទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបន្សាបនៃ CsOH ជាមួយអាស៊ីតខ្លាំងគឺ 13.4kcal/mol ។ កម្តៅដែល ទាក់ទងនឹងប្រតិកម្មបន្សាបនៃ CsOH ជាមួយអាស៊ីតខ្សោយ HF គឺ 16.4kcal/mol ។ គណនា ΔH^o_{rxn} ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្ម HF ក្នុង H_2O ។

ដំណោះស្រាយ

(1) $OH^- + H^+ \rightarrow H_2O \quad \Delta H^o_{rxn}=-13.4kcal$

(2) $OH^- + HF \rightarrow H_2O + F^- \quad \Delta H^o_{rxn}=-16.4kcal$

(2)-(1) $HF \rightarrow H^+ + F^- \quad \Delta H^o_{rxn}=-3kcal$

14. បរិមាណកម្តៅដែលទាក់ទង នឹងការរំលាយ $CuSO_4$ គឺ 17.9kcal/mol ។ តើ ΔH^o_f សម្រាប់ $SO_4^{2-}(aq)$?

ដំណោះស្រាយ

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

$\Delta H^o = \Delta H^o_f(Cu^{2+}) + \Delta H^o_f(SO_4^{2-}) - \Delta H^o_f(CuSO_4)$

$\Leftrightarrow -17.9kcal/mol=(+15.4kcal/mol)+\Delta H^o_f(SO_4^{2-}) - (-184.03kcal/mol)$

$\Delta H^o_f(SO_4^{2-}) = -217.3kcal/mol$

15. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មបន្សាបរវាងអាស៊ីតខ្លាំង-បាសខ្លាំងក្នុងទឹក។ កម្តៅដែលបញ្ចេញក្នុងប្រតិកម្ម HCN (អាស៊ីតខ្សោយ) ដោយ NaOH គឺ 2.9kcal/mol ។ គណនាកម្តៅដែល 1mol HCN ស្រូបក្នុងទឹក គិតជា kcal ?

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្មប្រតិកម្មបន្សាបគឺ៖

$$H^+(aq) \;+\; OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$
$$\Delta H^o_f \quad 0 \qquad -55kcal \qquad -68.3kcal$$

ដូចនេះ $\Delta H^o_{rxn} = -68.3 - (-55) = -13.3kcal$ ប្រតិកម្មបន្សាបសូលុយស្យុង HCN ដោយសូលុយស្យុង NaOH ជាផលបូកនៃដំណើរពីរគឺលំនាំអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃHCN និង ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃ $H^+(aq)$ ជាមួយ $OH^-(aq)$។ ដោយ NaOH ជាបាសខ្លាំង NaOH បញ្ជាក់នូវការបំពេញអ៊ីយ៉ុងកម្ម ខុសពីសមីការទែម៉ូគីមីសម្រាប់ប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មដែល មិនចាំបាច់សរសេរ ។ យើងនឹងធ្វើការត្រឡប់ទែរម៉ូគីមី ខាងក្រោម៖

$HCN(aq) \rightarrow H^+(aq)+CN^-(aq)$ $\qquad \Delta H^o_{rxn}$ (អ៊ីយ៉ុងកម្ម) = x

$H^+(aq)+OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$ $\qquad \Delta H^o_{rxn}$ =-13.3kcal

---

$HCN(aq)+OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)+CN^-(aq)$ ΔH^o_{rxn} (ការពិសោធន៍) = -2.9kcal

ΔH^o_{rxn} (ការពិសោធ) អវិជ្ជមានជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅ។

តាមគោលការណ៍នៃការបូក៖ $x + (-13.3) = -2.9 \Rightarrow x = 10.4kcal$ លំនាំអ៊ីយ៉ុងកម្មនេះជាលំនាំស្រូបកម្តៅដើម្បីឱ្យបានតម្លៃ 10.4kcal/mol

16. សូលុយស្យុង $CaCl_2.6H_2O$ ក្នុងបរិមាណទឹកលើសជាលំនាំស្រូបកម្តៅ ដើម្បីបានតម្លៃ 35kcal/mol ។ សម្រាប់ប្រតិកម្ម:$CaCl_2(s) + 6H_2O(l) \rightarrow CaCl_2.6H_2O(s)$ $\Delta H^o_{rxn} = -23.2kcal$ ។គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃ $CaCl_2$ (ស្ងួត) រលាយក្នុងបរិមាណទឹក?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$CaCl_2.6H_2O(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$ $\qquad \Delta H^o_{rxn}$ =3.5kcal

$CaCl_2 + 6H_2O \rightarrow CaCl_2.6H_2O$ $\qquad \Delta H^o_{rxn} = -23.2kcal$

បូកសមីការ: $CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)$ $\qquad \Delta H^o_{rxn} = -19.7kcal$

17. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពី ΔH^o_{298} សម្រាប់ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងអាក់គីខាងក្រោម: $HS^-(aq) \rightarrow H^+(aq) + S^{2-}(aq)$ និង $OH^-(aq)+HS^-(aq) \rightarrow S^{2-}(aq) + H_2O(l)$ បញ្ចូលទិន្នផលទាំងពីរដើម្បីឱ្យបានបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្ម $H^+(aq)+OH^-(aq) \rightarrow H_2O$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$HS^-(aq) \rightarrow H^+(aq) + S^{2-}(aq)$ (1) $\qquad \Delta H^o_{rxn} = 10 + 0 - (-4.22) = 14.22kcal$

$OH^-(aq) + HS^-(aq) \rightarrow S^{2-}(aq) + H_2O(l)$ (2) $\Delta H^0_{rxn} = -68.32 + 10 - (-54.96) - (-4.22) = +0.86kcal$

ដកសមីការទី(1) (តម្លៃ ΔH^o_{rxn} របស់វា) ពីសមីការទី (2) ជាលទ្ធផលយើងបានសមីការតុល្យការខាងក្រោម៖

$OH^-(aq)+H^+(aq) \rightarrow H_2O(l)$ $\qquad \Delta H^o_{rxn}$ =0.86-14.22=-13.36kcal

18. សម្រាប់សមីការតាងប្រតិកម្ម $A(g)+B(g) \rightarrow E(g)$ នៅ 298K ។ គេឱ្យ ΔU=-3kcal និង ΔS=-10cal/K គណនា ΔG ទាញថាប្រតិកម្មកើតឡើងដោយឯកឯង ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV) - \Delta U + \Delta(nRT) = \Delta U + (\Delta n)RT$$

$\Delta H=(-3000cal) + (-1mol)(1.987cal/mol.K)(298K) = -3592cal$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -3592-298(10) = -612cal$

ដោយ ΔG អវិជ្ជមាន, ដូច្នេះប្រតិកម្មដែលសរសេរនេះកើតឡើងដោយឯកឯង។

19. សសម្រាប់សមីការតាងប្រតិកម្ម $2A+B \rightarrow C$ នៅ 298K។ គេឱ្យ $\Delta H=100kcal$ និង $\Delta S=0.05kcal/K$ ។ សន្មត់ថា ΔH និង ΔS មានកំរិតសីតុណ្ហភាពថេរ។ តើសីតុណ្ហភាពណានឹងធ្វើប្រតិកម្មក្លាយជាប្រតិកម្មដែលកើតដោយឯកឯងបានដែរឬទេ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ដើម្បីឱ្យប្រតិកម្មនេះកើតឯងលុះត្រាតែ $\Delta G=0$

តាមរូបមន្ត $\Delta G = \Delta H-T\Delta S \Leftrightarrow 0= \Delta H-T\Delta S \Rightarrow \Delta H=T\Delta S$

នាំឱ្យគេបាន $T = \dfrac{\Delta H}{\Delta S} = \dfrac{100kcal}{0.05kcal/K} = 2000K$

20. គេមានប្រតិកម្ម $2Cl(g) \rightarrow Cl_2(g)$ ។ តើ ΔH និង ΔS មានសញ្ញាដូចម្ដេច?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ΔH អវិជ្ជមាន(ថាមពលប្រតិកម្មកំណសម្ព័ន្ធ)

ΔS អវិជ្ជមាន (មានចំនួនម៉ូលេគុល តិចជាចំនួនអាតូម)

21. បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មមួយមាន $\Delta H= -40kcal$ នៅសីតុណ្ហភាព 400K ។ នៅសីតុណ្ហភាពនេះប្រតិកម្មកើតឯង។ ប៉ុន្តែបើសីតុណ្ហភាពទាបជាងនេះ គឺប្រតិកម្មមិនអាចកើតមានទេ ។ គណ ΔG និង ΔS នៅ 400K ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ប្រតិកម្មកើតឯងគេបានតម្លៃ $\Delta G = 0$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \Leftrightarrow 0= \Delta H - T\Delta S$ នៅ 400K

ដូច្នេះ $\Delta S = \dfrac{\Delta H}{T} = \dfrac{-40.000cal/K}{400K} = -100cal/K$

22. គណនា ΔG^o នៅសីតុណ្ហភាព 298K ដែលត្រូវនឹងប្រតិកម្មៈ $CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$\Delta G^o=[\Delta G_f^o(CO_2)+2\Delta G_f^o(H_2O)]-[\Delta G_f^o(CH_4)+2\Delta G_f^o(O_2)]$

$\Delta G^o =[-94.3+(-113.4)]kcal-[(-12.14)+0]kcal=-195.6kcal$

23. ដោយមិនចាំបាច់ពិភាក្សាតាមតារាង។ចូរកំណត់សញ្ញា ΔS សម្រាប់លំនាំនីមួយៗខាងក្រោមៈ

ក. $O_2(g) \rightarrow 2O(g)$

ខ. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

គ. $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$

ឃ. $Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)$

ង. $N_2(g,\ 10\,atm) \rightarrow N_2(g,\ 1atm)$

ច. ការបំបាត់ជាតិប្រៃនៃទឹកសមុទ្រ

ឆ. $C(s,$ ធ្យូងថ្ម$) \rightarrow C(s,$ ពេជ្រ$)$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ក. វិជ្ជមានព្រោះចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័នកើនឡើង។

ខ. អវិជ្ជមានព្រោះចំនួនម៉ូលនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នថយចុះ។

គ. វិជ្ជមានព្រោះចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន កើន។

ឃ. វិជ្ជមានព្រោះអង់ត្រូពី S ជាឧស្ម័នល្អជាងអង្គធាតុរាវរបស់វា ។

ង. វិជ្ជមានព្រោះអង់ត្រូពីកើន។

ច. អវិជ្ជមានព្រោះ ការបន្សាបសូលុយស្យុង ។

ឆ. អវិជ្ជមានព្រោះ ពេជ្រជាអង្គធាតុរឹងមួយដែលរឹងជាងគេ។

24. នៅចំណុចរលាយរបស់ទឹកនៅ 0^oC និងអង់តាល់ពីនៃការរំលាយរបស់ទឹកគឺ 1.435kcal/mol ។ តើបម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីជាម៉ូលនៃការរំលាយទឹកនៅ 0^oC ស្មើប៉ុន្មាន?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

នៅសីតុណ្ហភាព 0^oC លំនាំកើតឯង $\Delta G = 0$

នាំឱ្យគេបាន $\Delta S = \dfrac{\Delta H}{T} = \dfrac{1435cal/mol}{273K} = 5.26cal/mol.K$

25. គណនា ΔS នៃចំហាយទឹក នៅនៅសីតុណ្ហភាព 100^oC ។ គេឱ្យកម្តៅចំហាយ $\Delta H(vap) = 40.7kJ/mol$ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$Q_p = \Delta H_p$ ក្នុងលំនាំអ៊ីសូបា

ដោយចំហាយទឹកនៅ 100^oC អាចកំណជាញើសបាននោះ $\Delta G = 0$

នាំឱ្យគេបាន $\Delta S = \dfrac{Q_{rev}}{T} = \dfrac{4.07 \times 10^4 J/mol}{373.1K} = 109.1J/mol.K$

26. តើស្តង់ដានៃបម្រែបម្រួលថាមពលសេរីសម្រាប់ការរំលាយនៃ 3mol H_2O នៅ 0^oC ស្មើប៉ុន្មាន? កំណត់បម្រែបម្រួលនៃលំនាំ។ តើអង់ត្រូពីណាល្អជាងរវាងអម្គធាតុរាវ និងអង្គធាតុរឹង?

$\Delta H_{fus} = 1.435kcal/mol$ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$\Delta G^o = 0$ នៃលំនាំទៅមក ។

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \Leftrightarrow 0 = \Delta H - T\Delta S \Rightarrow \Delta S = \dfrac{\Delta H}{T} = \dfrac{1435cal/mol}{273K} = 5.26cal/mol.K$

$\Delta S_{Total} = (5.26cal/mol.K)(3mol) = 16cal/K$ អង់ត្រូពី ដែលល្អគឺអង្គធាតុរាវមាន ΔS សញ្ញាវិជ្ជមាន និងគិតថាវារំលាយបានល្អសម្រាប់អង្គធាតុរឹង ។

27. គណនា $\Delta S^o_{298^oK}$ នៃប្រតិកម្ម 100g នៃ N_2 ជាមួយ O_2 ទៅតាមសមីការ ៖ $N_2(g)+2O_2(g)\rightarrow 2NO_2(g)$ ។

ដំណោះស្រាយ

1mol N_2 ដែលបានប្រើ:

$\Delta H^o=2\Delta H^o_f=2mol\times 8.09kcal/mol=16.2kcal$

$\Delta G^o=2\Delta G^o_f=2mol\times 12.4kcal/mol=24.8kcal$

$\Delta S^o=(\Delta H^o-\Delta G^o)/T=(16.2-24.8)/298=-20cal/K$

ក្នុង 100g នៃ N_2 មានចំនួនម៉ូល$=(100g\ N_2)\left(\frac{1mol\ N_2}{28g\ N_2}\right)=3.57mol\ N_2$

ដូច្នេះ $\Delta S^o=3.57\times(-29)=-100cal/K$

28. គណនាកម្តៅកំណនៃអេតាណុល ($\Delta H^o_f(C_2H_5OH)$)នៅ 25ºC ?

ដំណោះស្រាយ

សម្រាប់លំនាំនៃការបង្កើតសារធាតុនីមួយៗក្នុងភាពស៊ប់ត្រូវបានបង្កើតពីអង្គធាតុទោលក្នុងភាពស៊ប់ ដែលត្រូវនឹងវា $\Delta G^o_f=\Delta H^o_f-T\Delta S^o_f$ ។

សរសេរតុល្យសមីការនៃកំណ $C_5H_5OH(g)$ និងសរសេរ nS^o នូវតម្លៃសារធាតុនីមួយៗខាងក្រោម៖

$$2C(s)\ +\ 3H_2(g)\ +\ \frac{1}{2}O_2(g)\ \rightarrow\ C_2H_5OH(g)$$

$$nS^o\quad 2(5.74)\quad 3(130.57)\quad \frac{1}{2}(205.04)\quad 274.2$$

សម្រាប់លំនាំ $\Delta S^o=274.2-2[5.74)-3(130.57)-\frac{1}{2}(205.04)=-231.5J/K$

ដូចនេះ $\Delta S^o_f=\frac{-231.5J/K}{1mol\ C_2H_5OH}=-231.5J/mol.K$

$\Delta H^o_f=\Delta G^o_f+T\Delta S^o_f=-168.57kJ/mol+(298K)(-0.2315J/mol.K)=-237.6kJ/mol$

29. ក. តើតម្លៃ ΔG^o ស្មើប៉ុន្មានសម្រាប់ប្រតិកម្ម $H_2(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons H_2O(g)+CO(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 25ºC ?

ខ. តើ ΔG ស្មើប៉ុន្មាន នៅ 25ºC និងក្រោមលក្ខខណ្ឌសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ H_2, CO_2, H_2O និង CO មានតម្លៃរៀងគ្នា 10, 20, 0.02 និង 0.01 atm ?

ដំណោះស្រាយ

តាមតារាង $(n\Delta G^o_f)$ នៃសារធាតុនីមួយៗខាង (ក្នុងករណី n=1mol សម្រាប់សារធាតុនីមួយៗ)

$$H_2(g)+CO(g)\ \rightleftarrows\ H_2O(g)\ +\ CO(g)$$

$$n\Delta G^o_f\quad 0\quad -394.37\quad -228.58\quad -137.15kJ$$

ក. កំណត់តម្លៃ ΔG^o តាមតម្លៃ ΔH^o

$\Delta G^o=(-228.58-137.15)-(0-394.37)=28.64kJ$

ខ. $\Delta G=\Delta G^o+2.303RT\ logK$

$$\Delta G^o = (28.64\text{kJ}) + (8.314 \times 10^{-3}\text{kJ})(298^o\text{K})\left[2.303\log\frac{P(H_2O)P(CO)}{P(H_2)P(CO_2)}\right]$$

$$\Delta G^o = 28.64 + 5.708\log\frac{(0.02)(0.01)}{(10)(20)} = -5.61\text{kJ}$$

ចំណាំ៖ ប្រតិកម្មមិនអាចកើតមានកាលណា $\Delta G < 0$ នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌនៃការពិសោធន៍ ។ ក្នុងករណីនេះ K គឺជាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម គណនាតាមសម្ពាធដោយផ្នែក។ ដោយ ΔG^o ត្រូវបានកំណត់នៅក្នុងភាពស្តង់ដានៃ 1 atmសម្រាប់សារធាតុឧស្ម័ននីមួយៗ ។

30. គណនាអង់ត្រូពីនៃកំណមេតាណុល $S_f^o(CH_3OH)$ នៅ 25^oC ។

ដំណោះស្រាយ

$CH_3OH(g)$, ΔG_f^o របស់សារធាតុក្នុងតារាងនិងតម្លៃ ΔH_f^o ក្នុងតារាង និងតម្លៃ S^o នៃធាតុផ្សំដើម្បីឱ្យបានសមាសធាតុផលិតផលដែលចង់បាន។

$$\Delta S_f^o = \frac{\Delta H_f^o - \Delta G_f^o}{T} = \frac{(-200.7+162.0)\text{kJ/mol}}{298.1\text{K}} = -129.8\text{J/mol.K}$$

ពីសមីការកំណ 1mol នៃ $CH_3OH(g)$ ក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា៖

$$C(s) + 2H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$$

យើងអាចសរសេរ៖

$$-129.8\text{J/k} = (1\text{mol})[S^o(CH_3OH)] - (1\text{mol})[S^o(C)] - 2\text{mol}[S^o(H_2)] - \frac{1}{2}\text{mol}[S^o(O_2)]$$

$$= (1\text{mol})\left[S^o(CH_3OH)\right] - [5.7 + 2(130.6) + \frac{1}{2}(205)]\text{J/K}$$

ដូច្នេះ $S^o(CH_3OH) = 239.6\text{J/mol.K}$

30. បម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីនៃប្រតិកម្មនៅសីតុណ្ហភាព 298K គឺ -15kcal/mol ។ បម្រែបម្រួលអង់ត្រូពីក្រោមលក្ខខណ្ឌ -72.10^{-1}cal/mol ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលសេរីនៃប្រតិកម្ម។ តើប្រតិកម្ម នេះអាចកើតឡើងដោយឯកឯងបានដែរឬទេ?

ដំណោះស្រាយ

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = (-15000\text{cal/mol}) - (298\text{K})(-7.2\text{cal/mol.K}) = -12.9\text{kcal/mol}$$

ដោយតម្លៃ ΔG អវិជ្ជមាន, ដូចនេះ ប្រតិកម្មនេះប្រព្រឹត្តទៅដោយខ្លួនឯង។

31. គេឱ្យសមីការតុល្យការនៃប្រតិកម្ម: $2A(g) + B(g) \rightarrow 2D(g)$ ។

ទិន្នន័យ $\Delta U^o_{298K} = -2.5$ cal និង $\Delta S^o_{298K} = -10.5\text{cal/K}$ ។ គណនា ΔG^o_{298K} នៃប្រតិកម្មកំណត់នេះ។ តើប្រតិកម្មកើតឡើងដោយឯកឯងដែរឬទេ?

ដំណោះស្រាយ

$$\Delta G^o = \Delta H - T\Delta S^o = \Delta U^o + \Delta(pv) - T\Delta S^o$$

សន្មតថាជាឧស្ម័ន

$\Delta G^o = \Delta U^o + (\Delta n)RT - T\Delta S^o$

ដោយប្រើតម្លៃ R=1.987cal/mol.K ដែល 2mol នៃឧស្ម័ន (D) ដែលទទួលបានមកពី 3mol (2A+B) ។

$(\Delta n)RT=(-1mol)(1.987cal/mol.K)(298K) = -592cal$

$\Delta G^o = -2500cal+(-592cal)-(298K)(-10.5cal/K)= -3.09kcal + 3.13kcal = 0.04kcal$

ដោយតម្លៃ ΔG^oវិជ្ជមាន ដូចនេះប្រតិកម្មមិនអាចប្រព្រឹត្តទៅដោយខ្លួនឯងបានឡើយ ។

32. កំណត់សីតុណ្ហភាពរំពុះធម្មតានៃ PCl_3 ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

នៅសីតុណ្ហភាពរំពុះធម្មតានោះ ΔG^oនៃប្រតិកម្មស្មើសូន្យៈ $PCl_3(l) \rightleftarrows PCl_3(g)$ ។ ប្រតិកម្មនេះមិនប្រព្រឹត្តទៅដោយឯកឯងទេនៅសីតុណ្ហភាព 25°C, តាមតារាង ៖

$\Delta G^o=(1mol)[\Delta G_f^o(PCl_3,g)]-(1mol)[\Delta G_f^o(PCl_3,l)]= -267.8 + 272.4 = 4.6kJ$

ប្រសិនបើយើងសន្មតថា ΔH^o និង ΔS^o ប្រែប្រួលតាមសីតុណ្ហភាព នោះ ΔG^oក៏ប្រែប្រួលតាម T

ប្រសិនបើ ΔH^o និង ΔS^o ដែលស្គាល់ តាមតារាង 25°C, T ត្រូវបានគណនាក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃ $\Delta G^o=0$ ។

$$\Delta G^o=\Delta H^o-T\Delta S^o=0 \quad \Rightarrow \quad T(bp)=\frac{\Delta H^o}{\Delta S^o}$$

$\Delta S^o = (1mol)[S^o(g)]-(1mol)[S^o(l)] = 311.7 - 217.1 = 94.6J/K$

តាមតារាង

$\Delta H^o=(1mol)[\Delta H_f^o(g)]-(1mol)[\Delta H_f^o(l)]=-287-(-319.7)=32.7kJ$

ដូច្នេះ $T(bp)=\frac{\Delta H^o}{\Delta S^o}=\frac{32.8\times 10^3 J}{94.6J/K}=347K$

សីតុណ្ហភាព 347K= 74°C

ដូច្នេះសីតុណ្ហភាពរំពុះ76 °C

តម្លៃរបស់វានៅក្បែរ 74 °C ។ តម្លៃប្រហែលនេះអាចប្រើបាន តែមិនល្អដូចតម្លៃថេរនៃ ΔS^o និង ΔH^o ។ ក្នុងករណីទូទៅ គំលាតសីតុណ្ហភាពតូចជាងនៃការទង្វើ ។

33. សម្រាប់ប្រតិកម្ម $X_2O_4(l) \rightarrow 2XO_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 25°C ។គេឱ្យ ΔU=21kcal និង ΔS=20cal/K ។ ចូរគណនា ΔG នៃប្រតិកម្ម ។ តើប្រតិកម្មនេះកើតឡើងដោយឯងដែរឬទេ?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$\Delta G= \Delta H - T\Delta S= \Delta U+ \Delta(pV) -T\Delta S$ ដោយអង្គធាតុរាវ ដែលមិនសង្កត់ដោយសម្ពាធក្នុងប្រព័ន្ធមានការកើនឡើង 2mol នៃឧស្ម័ន $\Delta(pV)=(\Delta n)RT=2RT$

ដូច្នេះ

$\Delta G= \Delta E + 2RT - T\Delta S = (2.1kcal) + 2(1.99cal/mol.K)(298K) - (298K)(20cal/K)= -2.7kcal$

ដោយតម្លៃ ΔG អវិជ្ជមាន ប្រតិកម្មកើតដោយខ្លួនឯកឯង

34. ចូរពន្យល់តាមទែម៉ូឌីណាមិច ហេតុអ្វីបានជាកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ក្នុងករណីបំបែកនៃ $CaCO_3$ ទៅជា CaO និង CO_2 ប្រព្រឹត្តទៅដោយឯកឯង។

ដំណោះស្រាយ

សមីការបំបែកកាល់ស្យូមកាបូណាតនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ការកើននៃ T លំនាំបង្កើតផលិតផលកើន។ ដោយ ΔS អាចធ្វើប្រតិកម្មបំបែកបាន ទំហំនៃការកើនឡើងនៃ $T\Delta S$ ក្នុងករណី ΔG ក្លាយជាអវិជ្ជមាននៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។ ដូច្នេះ ការបំបែកនៃ $CaCO_3$ នេះប្រព្រឹត្តទៅដោយឯកឯង ។

35. គណនា $\Delta S_f^o(PCl_2)$ នៅ 25^oC ?

ដំណោះស្រាយ

ΔH_f^o=-374.9kJ/mol និង ΔG_f^o=-305kJ/mol

$\Delta G^o = \Delta H^o - T\Delta S^o$

$$\Delta S_f^o = \frac{\Delta H_f^o - \Delta G_f^o}{T} = \frac{[(-374.9)-(-305)]kJ/mol}{298K} = -235J/mol.K$$

36. គណនាអង់ត្រូពីកំណ $S_f^o(PCl_5)$ នៅសីតុណ្ហភាព 25^oC ។

ដំណោះស្រាយ

ចំណាំថា S^o និង ΔS_f^o គឺមិនដូចគ្នាទេ ដោយតម្លៃ S^o នៃធាតុនីមួយៗនៅសីតុណ្ហភាព 25^oC ខុសពីសូន្យ។ ដូចនេះយើងមើលលើប្រតិកម្ម (ដែលមានក្នុងទិន្នន័យនីមួយៗ)

$$PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightarrow PCl_5(g)$$

$$\Delta H^o = \Delta H_f^o(PCl_5) - \Delta H_f^o(PCl_3) = [(-374.9)-(-287)]kJ/mol = -87.9kJ/mol$$

$$\Delta G^o = \Delta G_f^o(PCl_5) - \Delta G_f^o(PCl_3) = [(-305)-(-267.8)]kJ/mol = -37.2kJ/mol$$

$$\Delta S^o = \frac{\Delta H^o - \Delta G^o}{T} = S^o(PCl_5) - S^o(PCl_3) - S^o(Cl_2) \Leftrightarrow \frac{-50.7kJ/mol}{298k} = S^o(PCl_5) - 311.7J/mol.K - 223J/mol.K$$

ដូច្នេះ $S_f^o(PCl_5) = [(-170)+(311.7)+(223)]J/mol.K = 364.7J/mol.K$

37. ពិនិត្យចំពោះផលិតផលនៃចំហាយទឹកតាមសមីការតុល្យការ $C(s)$ (ធ្យូងថ្ម) $+H_2O(g) \rightleftarrows CO(g) + H_2(g)$

ក. ចូរគណនា ΔG^o នៃប្រតិកម្មនេះនៅ 25^oC ។

ខ. កំណត់សីតុណ្ហភាពពេលដែល $\Delta G^o = 0$ នៃប្រតិកម្ម។

ដំណោះស្រាយ

ក. $\Delta G^o = \Delta G_f^o(CO) - \Delta G_f^o(H_2O) = [(-137.15) - (-228.58)]kJ/mol = 91.43kJ/mol$

ខ. ពេល $\Delta G^o = 0 \Leftrightarrow \Delta H^o - T\Delta S^o = 0 \Rightarrow \Delta H^o = T\Delta S^o$

គេសន្មតថា ΔH^o ថេរគ្រប់សីតុណ្ហភាពក្នុងសមីការ

$\Delta H^o = [(-110.53) - (-241.81)]kJ/mol = +131.28kJ/mol$

$\Delta S^o = S^o(CO) + S^o(H_2) - S^o(C) - S^o(H_2O) = (197.56+130.57-5.74-188.724) = 133.67J/mol.K$

ដូច្នេះ $T=\frac{\Delta H^o}{\Delta S^o}=\frac{131.28\times10^3 J/mol}{133.67 J/mol.K}=982K$ ។ សម្រាប់ការឧបមានេះ ត្រូវបានប្រើរយៈពេលយូរនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ដែលវាសំខាន់ចំពោះភាពលម្អៀងនៃការគិតទុក។ ប៉ុន្តែ តម្លៃនៃការពិសោធពិតគឺ 947K ។ តម្លៃនេះមិនឆ្ងាយពីការឧបមាទេ។

38. ចូរគណនាអង់តាលកំណ $\Delta H_f^o(Cl_2O)$ នៅសីតុណ្ហភាព 25°C ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការតុល្យការកំណ (Cl_2O) $Cl_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\rightarrow Cl_2O(g)$

$$\Delta S^o=S^o(Cl_2O)-S^o(Cl_2)-\frac{1}{2}S^o(O_2)=[266.1-222.96-\frac{1}{2}(205.04)]J/mol.K==-59.38J/mol\,K$$

$$\Delta G^o=\Delta G_f^o=97.9k/mol \quad \Delta H^o=\Delta G^o+T\Delta S^o=97.000J/mol+(298K)(-59.38J/mol.K)=80.2kJ/mol$$

38. កំណត់សីតុណ្ហភាពបំប្លែងផាសសម្រាប់ការបំលែងផាសពីពណ៌ប្រផេះទៅស នៃសំណប៉ាហាំងដោយ ប្រើតម្លៃលេខក្នុងតារាងទិន្នន័យ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការបំប្លែងផាស $Sn_{(ប្រផេះ)}\rightarrow Sn_{(ស)}$

នៅពេលមានលំនឹងគេបាន $\Delta G^o=0 \Leftrightarrow \Delta H^o-T\Delta S=0\Rightarrow \Delta H^o=T\Delta S$

នៅសីតុណ្ហភាព 25°C

$$\Delta H^o=\Delta G^o+T\Delta S^o=(-120J/mol)+(298K)[(51.5-44.1)J/mol.K]=2.1kJ/mol$$

សន្មតថា ΔH^o និង ΔS^o ថេរគ្រប់តម្លៃសីតុណ្ហភាព $T=\frac{\Delta H^o}{\Delta S^o}=\frac{2100J/mol}{7.4J/mol.K}=280K$

សីតុណ្ហភាព286K ដែលបានគណនានេះវាមានតម្លៃក្បែរសមរម្យ ។

39. ΔG_f^o សម្រាប់កំណនៃ HI(g) ពីអង្គធាតុទោលដែលត្រូវនឹងឧស្ម័ននេះគឺ -10.10kJ/mol នៅសីតុណ្ហភាព 500K ។ ពេលដែលសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ HI មាន 10 atm និង $I_2=0.001atm$ ។ តើសម្ពាធដោយផ្នែករបស់អ៊ីដ្រូសែនស្មើប៉ុន្មាននៅសីតុណ្ហភាពនេះ ដើម្បីបញ្ចុះតម្លៃនៃ ΔG ទៅស្មើ 0 នៃប្រតិកម្ម?

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការតុល្យការកំណ (HI)

$$\frac{1}{2}H_2(g)+\frac{1}{2}I_2(g)\rightarrow HI(g) \qquad \Delta G^o=-10.1kJ$$ នៅនៅសីតុណ្ហភាព 500K

នៅពេលមានលំនឹងគេបាន $\Delta G=0$ សមីការសមមូល $-\Delta G^o=RT\ln K=2.303RT\log K$

$$\log K=\frac{-\Delta G^o}{2.303RT}=\frac{10.1\times10^3J}{(2.303)(8.31J/K)(500K)}=1.055$$

$$K=11.36=\frac{P(HI)}{[P(H_2)]^{1/2}[P(I_2)]^{1/2}}=\frac{10}{10^{-3/2}[P(H_2)]^{1/2}}$$

[ការលុបចោលនៃខ្នាត mol^{-1} ពីថេរឧស្ម័នចាំបាច់សម្រាប់បង្កើត $\log K$ និង K]

ដូច្នេះ $P(H_2)=\dfrac{100}{(10^{-3})(11.36)^2}=775\ atm$

40. គណ ΔS^o សម្រាប់ចំហេះ 1mol គ្លុយគូសនៅ 25^oC ។ អង់តាល់ពីនៃចំហេះនៅសីតុណ្ហភាពនោះ -673kcal/mol និងទិន្នន័យក្នុងតារាង ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការចំហេះសព្វគ្លុយកូស $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ នាំឱ្យគេបាន $\Delta S = \dfrac{\Delta H - \Delta G}{T} = \dfrac{[(-673)-(-691)]kcal}{298K} = 60.4cal/K$

41. ដោយប្រើទិន្នន័យក្នុងតារាងចូរកំណត់តម្លៃមួយនៃប្រតិកម្មខាងក្រោម ដែលអាចទទួលបាននៅ 298K ជាមួយនឹងគ្រប់ភាពស្តង់ដារបស់វា។

ក. $Cl_2O(g) \rightarrow Cl_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$ ខ. $ClO_2(g) \rightarrow \frac{1}{2}Cl_2(g) + O_2(g)$

គ. $Cl_2O(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow 2ClO_2(g)$ ឃ. $CCl_4(g) + 5O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 4ClO_2(g)$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ក. $\Delta G^o = b\Delta G_f^o(Cl_2)b + b\frac{1}{2}\Delta G_f^o(O_2) - \Delta G_f^o(Cl_2O) = -23.4kcal$ ។ ដោយ ΔG^o មានតម្លៃអវិជ្ជមានប្រតិកម្មនេះជាប្រតិកម្មកើតឯង។

ខ. ΔG^o អវិជ្ជមាន - 25kcal ជាប្រតិកម្មកើតឯង។

គ. $\Delta G^o = 2\Delta G_f^o(ClO_2) - \Delta G_f^o(Cl_2O) - \frac{3}{2}\Delta G_f^o(O_2) = 2(29.5) - (23.4) = 35.6kcal$

$\Delta G^o > 0$ ដូចនេះប្រតិកម្មនេះមិនអាចប្រព្រឹត្តដោយឯកឯងបានទេ។

ឃ. $\Delta G^o = [(-93.3) + 4(29.5) - (-33.3)]kcal = 57kcal$ $\Delta G^o > 0$ ប្រតិកម្មមិនអាចប្រព្រឹត្តិដោយឯកឯងបានទេ។

42. ក្រោមលក្ខខណ្ឌនៃការបំបែក Ag_2O ទៅជា Ag និង O_2 ត្រូវបានកើតឡើងដោយឯកឯងនៅ 25^oC

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$AgO_2(s) \rightarrow 2Ag(s) + \frac{1}{2}O_2(g)$ $\Delta G^o = -\Delta G_f^o = +1121kJ$

ការបំបែកដោយខ្លួនឯកឯង តំរូវឱ្យ $\Delta G < 0$

$\Delta G = \Delta G^o + 2.303\log[P(O_2)]^{1/2} \times RT$

$\Leftrightarrow O = +11210J + 2.303(8.31J/K)(298K)\log[P(O_2)]^{1/2}$

ក្រោយដំណោះស្រាយសមីការគេបាន $P(O_2) = 0.000116\,atm = 0.089\,torr$

43. វាអាចប្រព្រឹតប្តានសម្រាប់កម្តៅដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពរបស់សារពាង្គកាយទៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។ ពន្យល់ក្រោមលក្ខខណ្ឌនៃដំណើរការ ?

ដំណោះស្រាយ

ជាមួយនឹងថាមពលដែលបញ្ចេញដូចជាក្នុងសីតុណ្ហភាព ដែលអាចទទួលបានសីតុណ្ហភាពដែលកើនខ្ពស់សម្រាប់សារពាង្គកាយ ។

44. គណនាបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្ម?

$SiO_2(s) + 4HF(g) \rightarrow SiF_4(g) + 2H_2O(g)$

$SiO_2(s) + 4HCl(g) \rightarrow SiCl_4(g) + 2H_2O(g)$

ចូរពន្យល់ ហេតុអ្វីបានជាអ៊ីដ្រូភ្លុយអ័រីទ្រិច អាចបំបែកកែវបានប៉ុន្តែសូលុយស្យុង HCl មិនអាចធ្វើបាន។

ដំណោះស្រាយ

ក្នុង 1mol នៃ SiO_2

$\Delta H = -361.29 + 2(-57.79) - (-209.9) - 4(-64.2) = -10.17kcal$

$\Delta H = -145.7 + 2(-57.79) - (-209.9) - 4(-22.02) = 36.7kcal$

ប្រតិកម្មនៃ HF បើប្រៀបធៀប ΔS មានតម្លៃទាបជាង ΔG នៅសីតុណ្ហភាពដែលផ្តល់ឱ្យ HF អាចបំបែកកែវបានយ៉ាងលឿន (មាន SiO_2)។

45. ប្រតិកម្មដែលឱ្យខាងក្រោមជាមួយនឹងបម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីរបស់វា:

$N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ (1) $\Delta H_{298} = 16.18kcal$

$N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ (2) $\Delta H_{298} = 2.31kcal$

ចូរគណនាអង់តាល់ពីកំណ NO_2 ។ តើស្ថេរភាពនៃ N_2O_4 យ៉ាងដូចម្តេច? ចូរពន្យល់ដំណោះស្រាយរបស់អ្នក?

ដំណោះស្រាយ

សារជាតុនៃសមីការទី(1) បានពីសមីការទី(2)

$2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$ $\Delta H_{298K} = -13.87kcal$

តម្លៃនៃ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ គឺធំដើម្បីសល់តម្លៃអវិជ្ជមាននៅសីតុណ្ហភាពទាបប៉ុន្តែវាក្លាយជាវិជ្ជមាននៅពេលសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ ។ ប្រតិកម្មអាចកើតឡើងដោយខ្លួនឯងលុះត្រាតែសីតុណ្ហភាពទាប ។

លំហាត់

1. ស៊ីឡាំងមួយមានចំនុះ 560mLមានដាក់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតានៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធ។

2. គេបណ្តែនឧស្ម័ននេះតាមលំនាំអ៊ីសូទែមរហូតបានមាឌ 200mL។

   ក. គណនាកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធរបស់លំនាំនេះគិតជា cal។

   ខ. គណនាកម្តៅនៃប្រព័ន្ធរបស់លំនាំនេះគិតជា cal។

3. នៅ $25^{o}C$ គេឱ្យ 10g នៃលោហៈសូដ្យូមមានអំពើជាមួយទឹកគឺ គេទទួលបានកម្តៅ $\Delta H_1 = -19099cal$ ។ ម៉្យាងទៀតបើគេឱ្យ $20g$ នៃ Na_2O មានអំពើទឹកគេទទួលបានកម្តៅ $\Delta H_2 = -18345cal$ ។ ក្នុងករណីទាំងពីរនេះ ទឹកប្រើមានបរិមាណលើស។ ចូរគណនាកម្តៅកំណរបស់ Na_2O គិតជា cal/mol ($\Delta H^o_f(Na_2O)$) ។ គេឱ្យកម្តៅកំនរបស់ទឹកស្មើនឹង -68317cal/mol ។

4. គេបញ្ចូលល្បាយឧស្ម័ន H_2 និង O_2 ទៅក្នុងប៊ីស្តុងមួយដែលមានកំលាំងសង្កត់ 49N ។ ក្រោយពេលប្រតិកម្មបន្ទុះកើតឡើងប៊ីស្តុងលោតឡើងបានកំពស់ 12m និងពេលនោះ ប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅបាន 875cal។ គណនាបម្រែបម្រួលថាពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

5. គេរំលាយ 50g នៃទឹកកកនៅ $0^{0}C$ ទៅក្នុង 100g នៃទឹកនៅ $100^{0}C$ ។ គណនាសីតុណ្ហភាពសំរេចនៃទឹក។ គេឱ្យឡាតង់កម្តៅរលាយទឹកកក 79.7cal/g និងកម្តៅម៉ាសទឹក 1cal/g ។

6. គេដុតកម្តៅ 1mol NaCl (s) នៅសីតុណ្ហភាព $25^{0}C$ រហូតដល់ $820^{o}C$ ។ គេដឹងថាសីតុណ្ហភាពរលាយ របស់ NaCl នៅ $800^{0}C$ ។ គេឱ្យ $C_p(s) = 12.12cal/mol.K$ $C_p(l) = 15.9cal/mol.K$ និងឡាតង់កម្តៅរលាយ របស់វាគឺ $\Delta H = 7220cal/mol$ ។ គណនា ΔS របស់ប្រព័ន្ធ។

7. គណនា ΔS របស់ប្រព័ន្ធពេលគេដាក់ទឹកកក10gនៅ $0^{o}C$ ទៅក្នុង50gនៃទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $40^{o}C$ ។ គេឱ្យឡាតង់កម្តៅរលាយរបស់ទឹកកក $\Delta H=79.7cal/g$ និងកម្តៅម៉ូលរបស់ទឹករាវ $C_p=18cal/mol.K$ ។

8. នៅក្នុងធុងបិទជិតមួយមានសន្ទះខ័ណ្ឌ គេចែកចេញជាពីផ្នែកស្មើគ្នាដែលផ្នែកនីមួយៗមានមាឌ 30L។ ផ្នែកទី I មានដាក់ឧស្ម័នអាសូត 28gនិងផ្នែកទី II មានដាក់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន 32g។ គណនា ΔS ពេលដែលគេដកសន្ទះខ័ណ្ឌចេញដើម្បីឱ្យឧស្ម័នទាំងពីរបន្សាយចូលគ្នា។

*****

មេរៀនទី 7 ប្រព័ន្ធមានធាតុបង្គមួយ

1. ផាស (ភាពរូប)

និយមន័យ៖ ផាស គឺជាលក្ខណៈរូប រឹង(s) ឬរាវ(l) ឬឧស្ម័ន(g)របស់អង្គធាតមួយឬល្បាយមួយ។ **ឧទាហរណ៍៖** ទឹកកកជាផាសរឹងគេកំណត់សរសេរ $H_2O(s)$ ទឹករាវជាផាសរាវគេកំណត់សរសេរ $H_2O(l)$ ចំហាយទឹកជាផាសឧស្ម័នគេកំណត់សរសេរ $H_2O(g)$ ។

2. បំប្លែងផាសប្រភេទI

និយមន័យ៖ បំប្លែងផាសប្រភេទI គឺជាការបំប្លែងផាសអង្គធាតុសុទ្ធតាមវិធីទៅមកពីផាសមួយទៅផាសមួយផ្សេងទៀត នៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធឥតប្រែប្រួលប៉ុន្តែប្រព័ន្ធទទួលឬបញ្ចេញកម្ដៅនិងមានភាពបម្រែបម្រួលមាឌតាមផ្នែក។ ឧទាហរណ៍៖ $H_2O(l,0^0C,1atm) \rightarrow H_2O(g,0^0C,1atm)$ ។

3. បង្កើតសមីការប្រភេទ I ឬសមីការ Clapeyron Clausius

3.1. សណ្ឋានទូទៅសមីការប្រភេទ I

នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌ T,p ថេរ យើងមានផាសពីរគឺ α និង β ។ នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌលំនឹងរបស់ប្រព័ន្ធដែលមានធាតុបង្គមួយគេបាន $\mu_\alpha = \mu_\beta$ ដែលក្នុងនោះ $\mu = G(1mol)$ ។ដូច្នេះ ផាសទីមួយក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌ T,p ថេរ គេបាន $G_\alpha = G_\beta$ ។

ផាសទីពីរក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌ (T+dT),(p+dp) គេបាន $G_\alpha + dG_\alpha = G_\beta + dG_\beta$ ឬ $dG_\alpha = dG_\beta$ (1) និងម៉្យាងទៀត $dG=-S.dT + V.dp$ ។ ដូច្នេះសមីការ (1) អាចសរសេរ $-S_\alpha dT + V_\alpha dp = -S_\beta dT + V_\beta dp$ នាំឱ្យគេបាន $S_\beta dT - S_\alpha dT = V_\beta dp - V_\alpha dp \Leftrightarrow (S_\beta - S_\alpha)dT = (V_\beta - V_\alpha)dp$

$$\Leftrightarrow \Delta S dT = \Delta V dp \Rightarrow \boxed{\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S}{\Delta V}} \quad (2),$$

ម៉្យាងទៀត $\Delta S = \left(\frac{Q}{T}\right) = \frac{L}{T}$ ដែលក្នុងនោះ L គឺជាឡាតង់កម្ដៅបំប្លែងផាស។ ដូច្នេះសមីការ (2) ខាងលើអាចសរសេរ $\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T\Delta V}$ កន្សោមនេះគេហៅសមីការបំប្លែងផាសប្រភេទ I ។ T សីតុណ្ហភាពបំប្លែងផាស ឡាតង់កម្ដៅបំប្លែងផាសក្នុង 1mol ឬ ក្នុង1g ΔV បម្រែបម្រួលមាឌត្រូវនឹង 1mol ឬ 1g p សម្ពាធមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅមានឥទ្ធិពលលើផាសទាំងពីរ។ **ចំណាំ៖** បើសម្ពាធគិតជា atm នោះ V ត្រូវគិតជា L។

3.2. សណ្ឋានខាយទី 1 សមីការបំប្លែងផាសប្រភេទ I

ចំពោះរំហួត (ផាសរាវទៅជាផាសចំហាយ) ឬរំហើរ (ផាសរឹ ទៅផាសចំហាយ) នោះបម្រែបម្រួលមាឌរបស់ប្រព័ន្ធត្រូវគណនា $\Delta V = V_{(g)} - V_{(l)} \approx V_{(g)}$ ឬ $\Delta V = V_{(g)} - V_{(s)} \approx V_{(g)}$,

ដូច្នេះ សមីការបំប្លែងផាសប្រភេទ I អាចសរសេរ៖ $\boxed{\dfrac{dp}{dT}=\dfrac{L}{TV_{(g)}}}$

3.3. សណ្ឋានខាយទី2នៃសមីការបំប្លែងផាសប្រភេទ I

បើសិនចំហាយជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ យើងបានpV=RT ចំពោះ n = 1 mol នោះគេបាន $V_{(g)}=\dfrac{RT}{p}$ យើងយកតម្លៃនេះមកជំនួសក្នុងសមីការបំប្លែងផាសខាងលើគេបាន $\dfrac{dp}{dT}=\dfrac{L}{TV_{(g)}}=\dfrac{L.p}{R.T^2}$ ។ អាំងតេក្រាលសមីការបំប្លែងផាសប្រភេទ I $\dfrac{dp}{dT}=\dfrac{L.p}{R.T^2}\Rightarrow\dfrac{dp}{p}=\dfrac{L}{R}\times\dfrac{dT}{T^2}$

ដោយធ្វើអាំងតេក្រាលអង្គទាំងពីររបស់សមីការ យើងបាន $\ln\dfrac{p_2}{p_1}=\dfrac{L}{R}\left(\dfrac{T_2-T_1}{T_1.T_2}\right)$

4. លំហាត់គំរូ

1. គណនាឡាតង់កម្តៅរលាយម៉ូលរបស់ឌីផេនីលអាមីន បើឡាតង់កម្តៅរលាយនៅសីតុណ្ហភាពរលាយ 50^0C ។ អនុលោមតាម កំនើន មាឌគឺ 95.8mL/Kg និងភាពបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពរលាយគឺ 0.027K/atm ។ គេឱ្យម៉ាសម៉ូលឌីផេនីលអាមីន 169g/mol ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

គណនាឡាតង់កម្តៅរលាយគិតជាម៉ូល

តាមសមីការបំប្លែងផាស

$$\frac{dp}{dT}=\frac{L}{T\Delta V}\Rightarrow L=\frac{T\Delta V.dp}{dT}=\frac{T\Delta V}{\frac{dT}{dp}}=\frac{323K\times95.8\times10^{-6}L/g}{0.027K/atm}=1.15atm.L/g$$

ដូច្នេះ $L = 169g/mol\times1.15atm.L/g\times24.4Cal/atm.L = 4742.14Cal/mol$

2. តើគេអាចកម្តៅសំណបាហាំង 10Kg ក្នុងផើងមួយដែលមានមាឌ 1.5L ឱ្យរលាយបានដែរឬទេ? បើគេដឹងថា ឡាតង់កម្តៅរលាយរបស់សំណបាហាំងនៅ 232^0C គឺ 14.2Cal/g និងម៉ាសមាឌ Sn(s) គឺ 7.18g/mL និង បម្រែបម្រួល $\dfrac{dT}{dp}=0.0033K/atm$ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

គណនាមាឌសំណបាហាំងផាសរាវ $V_{(l)}$

តាមសមីការ $\frac{dp}{dT}=\frac{L}{T\Delta V}\Rightarrow \Delta V=\frac{L}{T}\times\frac{dT}{dp}\Leftrightarrow \Delta V=\frac{14.2\times10^4}{24.4}\text{atm.L}\times\frac{1}{505\text{K}}\times0.0033\text{K/atm}=0.0382\text{L}$

ម៉្យាងទៀត $\mu_{(s)}=\frac{m_{(s)}}{V_{(s)}}\Rightarrow V_{(s)}=\frac{m_{(s)}}{\mu_{(s)}}=\frac{10000\text{g}}{7.18\text{g/mL}}=1390\text{mL}=1.39\text{L}$

ដោយ $V_{(l)}-V_{(s)}=\Delta V\Rightarrow V_{(l)}=\Delta V+V_{(s)}=0.0382+1.39=1.4282\text{L}<1.5\text{L}$

ដូច្នេះ គេអាចប្រើកម្តៅរលាយសំណបាហាំងក្នុងផើងនេះបាន។

* * * * *

ជំពូកទី 2 កំហាប់សូលុយស្យុង

មេរៀនទី 8 សូលុយស្យុង

1. សូលុយស្យុង

សូលុយស្យុង គឺជាល្បាយស្មើសាច់ដែលមានធាតុបង្កពីរឬច្រើន និងសមាសភាពរបស់វាអាចបម្រែបម្រួល ជាប់នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌកំនត់មួយ។ សូលុយស្យុងអាចជាផាសរឹង ឬផាសរាវ ឬផាសឧស្ម័ន ។

សូលុយស្យុងនីមួយៗមានផាសតែមួយប៉ុណ្ណោះនិងមានសមាសភាពគីមីនិងលក្ខណៈរូបនៅគ្រប់ចំណុចដូចគ្នា។ប្រភេទគីមីបង្កសូលុយស្យុងមានភាគល្អិតជាម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុង។

2. កំហាប់សូលុយស្យុង

2.1. កំហាប់ភាគរយ ឬកំហាប់សតភាគ(C%)

កំហាប់ភាគរយ (C%) គឺជាបរិមាណនៃអង្គធាតុរលាយ Aគិតជាក្រាម(g)ដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង100g។

រូបមន្តកំហាប់សតភាគនៃសូលុយស្យុងA $C\% = \frac{m_A \times 100}{m_s}$

- C% កំហាប់ភាគរយមានខ្នាតគិតជា(%)
- m_A ម៉ាសអង្គធាតុរលាយA មានខ្នាតគិតជា (g)
- m_S ម៉ាសសូលុយស្យុងA មានខ្នាតគិតជា(g)។

2.2. កំហាប់ជាម៉ាស Cg/L

កំហាប់ជាម៉ាស $C_{g/L}$ គឺជាបរិមាណនៃអង្គធាតុរលាយ Aគិតជាក្រាម(g)ដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង1L។

រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ាសនៃសូលុយស្យុងA $C_{g/L} = \frac{m_A}{V_s}$

- $C_{g/L}$ មានខ្នាតគិតជា (g/L)=($g.L^{-1}$)
- m_A ម៉ាសអង្គធាតុរលាយA មានខ្នាតគិតជា (g)
- V_S មាឌសូលុយស្យុងA មានខ្នាតគិតជា(L)

2.3. កំហាប់ជាម៉ូល [A]=C_M

កំហាប់ជាម៉ូល [A]=C_M គឺជាចំនួនម៉ូល(mol)នៃអង្គធាតុរលាយ Aដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង1L។

រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងA $[A] = C_M = \frac{n_A}{V_s}$

- $[A]=C_M$ មានខ្នាតគិតជា (mol/L)=(mol.L^{-1})ឬ (M)
- n_A គឺជាចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយA មានខ្នាតគិតជា (mol)
- V_s មាឌសូលុយស្យុងA មានខ្នាតគិតជា(L)។

2.4. កំហាប់សមមូលឬកំហាប់ណរម៉ាល់ (C_N)

កំហាប់ណរម៉ាល់ C_N គឺជាចំនួនសមមូលនៃធាតុរលាយ Aដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង1L។
រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងA

$$C_N = \frac{\frac{m}{E_q}}{V_s} = \frac{m}{E_q.V_s} = \frac{m}{\frac{M}{x}.V_s} = x \times \frac{m}{M.V_s} = x \times \frac{n}{V_s} = x \times C_M$$

3. បកស្រាយទំនាក់ទំនង C_N និង C_M

3.1. សមមូលលោហៈ E_q (លោហៈ)

សមមូលលោហៈ E_q (លោហៈ) គឺជាផលធៀបរវាងម៉ាសម៉ូលលោហៈជាមួយវ៉ាឡង់របស់វា ឬចំនួន អេឡិចត្រុង។

ឧទាហរណ៍៖ $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$ $E_q(Cu) = \frac{64}{2} = 32 g/eq$

3.2. សមមូលអាស៊ីតE_q (អាស៊ីត)

សមមូលអាស៊ីត E_q (អាស៊ីត) គឺជាផលធៀបរវាងម៉ាសម៉ូលអាស៊ីតជាមួយចំនួនប្រូតុងអាស៊ីតដែល បានបោះបង់។

ឧទាហរណ៍: $HCl \rightleftarrows H^+ + Cl^-$ $E_q(HCl) = \frac{36.5}{1} = 36.5 g/eq$

$H_2SO_4 \rightleftarrows 2H^+ + SO_4^{2-}$ $E_q(H_2SO_4) = \frac{98}{2} = 49 g/eq$

3.3. សមមូលបាសE_q (បាស)

សមមូលបាស E_q (បាស) គឺជាផលធៀបរវាងម៉ាសម៉ូលបាសជាមួយចំនួនអ៊ីយ៉ុងOH^- ដែលមាននៅ ក្នុង ម៉ូលេគុល។

ឧទាហរណ៍៖ $NaOH \rightleftarrows Na^+ + OH^-$ $E_q(NaOH) = \frac{NaOH}{1} = 40 g/eq$

$Ca(OH)_2 \rightleftarrows Ca^{2+} + 2OH^-$ $E_q(Ca(OH)_2) = \frac{74}{2} = 37 g/eq$

3.4. សមមូលអំបិល E_q (អំបិល)

សមមូលអំបិល E_q (អំបិល) គឺជាផលបូកសមមូលលោហៈជាមួយសមមូលរ៉ាឌីកាល់អាស៊ីត។

ឧទាហរណ៍៖ $FeSO_4 \rightleftarrows Fe^{2+} + SO_4^{2-}$ $\quad E_q(FeSO_4)=E_q(Fe^{2+})+E_q(SO_4^{2-})=\frac{56}{2}+\frac{96}{2}=76g/eq$

$KMnO_4 \rightleftarrows K^+ + MnO_4^-$ $\quad E_q(KMnO_4)=E_q(K^+)+E_q(MnO_4^-)=\frac{39}{1}+\frac{119}{5}=62.8g/eq$

កន្លះសមីការអេឡិចត្រូនិច $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O$

3.5. ចំនួនសមមូល

ចំនួនសមមូល គឺជាផលធៀបរវាងម៉ាសនៃសារធាតុគីមីជាមួយសមមូលនៃសារធាតុគីមីនោះ។

រូបមន្ត ចំនួនសមមូល $=\frac{m}{E_q}=\frac{m}{\frac{M}{x}}=x\times\frac{m}{M}=x\times$ ចំនួនម៉ូល

ចែកអង្គទាំងពីរនឹង V_s គេបាន $\quad \frac{\text{ចំនួនសមមូល}}{V_s}=x\times\frac{\text{ចំនួនម៉ូល}}{V_s}$

$$\Leftrightarrow \boxed{C_N = x \times C_M}$$

ដែលក្នុងនោះតម្លៃ x ដូចបានពន្យល់ខាងលើ C_N គឺកំហាប់ណរម៉ាលីតេនៃសូលុយស្យុង A មានខ្នាតគិតជា(N)

4. កំហាប់ម៉ូឡាលីតេ C_m

កំហាប់ម៉ូឡាលីតេ C_m គឺជាចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ A ដែលមានក្នុងធាតុរំលាយ 1kg។

រូបមន្តកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងA $\boxed{C_m=\frac{n_A}{m_{H_2O}}}$

ដែលក្នុងនោះ n_A ជាចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយ A

m_{H_2O} គិតជា(kg) C_m មានខ្នាតគិតជា (m)

5. កំហាប់ប្រភាគម៉ូល X_i

កំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i គឺជាផលធៀបរវាងចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុបង្ក i ជាមួយផលបូកចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុបង្កសរុបដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង។

រូបមន្តកំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i $\boxed{x_i=\frac{n_i}{\sum n}<1}$

x_i ជាទំហំគ្មានខ្នាតនិងផលបូក $x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_i = 1$

ឧទាហរណ៍៖ នៅក្នុងសូលុយស្យុងមួយឃ្លុមមាន NaCl 2mol រលាយក្នុងទឹក 10mol។ គណនាកំហាប់ប្រភាគម៉ូលនៃ NaCl និងកំហាប់ប្រភាគម៉ូលនៃ H_2O ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្ត $x_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{\sum n} = \frac{2mol}{(2+10)mol} = 0.17$ និង $x_{H_2O} = 1-0.17 = 0.83$

6. ទំហំម៉ូលដោយផ្នែក

សូលុស្យុងមួយតែងតែត្រូវបានសំគាល់ដោយទំហំបី គឺសម្ពាធ សីតុណ្ហភាព និងសមាសភាព។ រាល់ភាព បម្រែបម្រួលរបស់ប្រព័ន្ធ សុទ្ធតែអនុលោមទៅនឹងអថេរទាំងនេះ។

ឧទាហរណ៍៖ $100mL\ CH_3CH_2OH + 100mL H_2O < 200mL$

$100mL\ \ CH_3CH_2I + 100mL CH_3COOC_2H_5 > 200mL$

ក្នុងករណីមានភាពបម្រែបម្រួលមាឌបែបនេះគេអាចសរសេរ $V = f(T,p,n_1,n_2,\dots\dots,n_i)$

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p,n_1,\dots,n_i} dT + \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{T,n_1,\dots,n_j} dp + \left(\frac{\partial V}{\partial n_1}\right)_{T,p,n_2,\dots,n_j} dn_1 + \dots + \left(\frac{\partial V}{\partial n_j}\right)_{T,p,n_1,\dots,n_i} dn_j$$

ឬ

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_{p,n_1,\dots,n_i} dT + \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_{T,n_1,\dots,n_j} dp + \sum \left(\frac{\partial V}{\partial n_j}\right)_{T,p,n_1,\dots,n_i} dn_j$$

n_i គឺជាចំនួនម៉ូលជាតុបង្គ i និង n_j គឺជាចំនួនម៉ូលជាតុបង្គ j

ក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌ T,p ថេរនោះគេបាន $dV = \sum \left(\frac{\partial V}{\partial n_j}\right)_{T,p,n_i} dn_j$ គេតាង $\left(\frac{\partial V}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_j} = \overline{V}_i$

ដូច្នេះនាំឱ្យគេបាន $dV = \sum \overline{V}_i dn_i$ ដែល $\overline{V}_i$ សំដែងនូវភាពបម្រែបម្រួលមាឌរបស់ប្រព័ន្ធសូលុយស្យុងកាលណាគេប្តូរជាតុបង្គ i របស់សូលុយស្យុង។ បើគេគិតចំពោះ 1molនៃអង្គជាតុបង្គ i គេហៅថា $\overline{V}_i$ មាឌម៉ូលដោយផ្នែករបស់អង្គជាតុបង្គ i ។ ជាមួយគ្នានេះដែរ អនុគមន៍U,H,F និង G ក៏មានភាពបម្រែបម្រួលដែរ ។

$$\overline{U}_i = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} dn_i\ ,\ \overline{H}_i = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S,p,n_j} dn_i\ ,\ \overline{F}_i = \left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{T,V,n_j} dn_i \text{ និង } \overline{G}_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_j} dn_i$$

បើយើងប្រៀបធៀបទំហំនេះទៅនឹងប៉ូតង់ស្យែលគីមីយើងបាន

$$\mu_i = \left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{S,V,n_j} = \left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{S,p,n_j} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_j}$$

ដូច្នេះ បម្រែបម្រួលមាឌរបស់សូលុយស្យុង

$$\boxed{\Delta V = \sum n_i \overline{V}_i - \sum n_i \overline{V}_i^0}$$

7. ល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

ល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាល្បាយឧស្ម័នរាវខ្លាំងស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធទាបនិងអាចចោលបាននូវអន្តរកម្មរវាងឧស្ម័ននីមួយៗក្នុងល្បាយឧស្ម័ននោះឬគេអាចនិយាយបានម្យ៉ាងទៀតថាល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាល្បាយឧស្ម័នដែលផ្ទៀងផ្ទាត់នឹងសមីការភាព: $pV=RT$ (ចំពោះល្បាយ 1mol) និង $pV= nRT$ (ចំពោះល្បាយ n mol)។

8. ច្បាប់ដាល់តុននិសម្ពាធដោយផ្នែក

8.1. សម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ន i (p_i)

ពំនោលច្បាប់ដាល់តុនៈសម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ន i (p_i) សមាមាត្រជាមួយសម្ពាធសរុប(p)របស់ប្រព័ន្ធជាមួយនឹងកំហាប់ប្រភាគម៉ូល។ រូបមន្តសម្ពាធដោយផ្នែកឧស្ម័ន i $\boxed{p_i = p.x_i}$

8.2. សម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ(p)

ពំនោលច្បាប់ដាល់តុនៈ សម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ (p) ស្មើនឹងផលបូកសម្ពាធដោយផ្នែករបស់ធាតុបង្ក។ រូបមន្តសម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ $\boxed{p = p_1 + p_2 +...+ p_i}$

9. លំហាត់និងដំណោះស្រាយ

1. គេមានសូលុយស្យុង CH_3COOH នៅកំហាប់ជាម៉ាស 80.8g/L និងមានដង់ស៊ីតេ d = 1.0097។

ក. គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីត។

ខ. គណនាកំហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីត។

គ. គណនាកំហាប់ផលធៀបម៉ូលនៃសលូយុស្យុងអាស៊ីត។

ឃ.គណនាកំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីត។

ង.គណនាកំហាប់សមមូលនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីត។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

ក. គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុង

ម៉ាសម៉ូល $CH_3COOH = 60g.mol^{-1} = M$

ចំនួនម៉ូល $CH_3COOH = \dfrac{80.8g}{60g.mol^{-1}} = 1.34mol$ និង $V_s = 1L$

ដូច្នេះ $C_M = \dfrac{n_{CH_3COOH}}{V_s} = \dfrac{1.34mol}{1L} = \boxed{1.34M}$

ខ. គណនាកហាំប់ម៉ូឡាលីតេនៃសូលុយស្យុង

$$d=\frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = V_s \times d_s = 1000mL \times 1.0097g/mL = 1009.7g$$

ម៉ាសធាតុរំលាយទឹក$= m_1 = 1009.7 - 80.8 = 928.9g$

ដូច្នេះ $C_m = \frac{n_2 \times 1000}{m_1} = \frac{1.34 \times 1000}{928.9} = \boxed{1.44m}$

គ. គណនាកំហាប់ផលធៀបម៉ូលៃនសូលុយស្យុង

ចំនួនម៉ូលទឹក= $\frac{928.9g}{18g/mol} = 51.6mol$

ដូច្នេះកំហាប់ប្រភាគម៉ូល $x_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} = \frac{1.34}{51.6 + 1.34} = \boxed{0.025}$

ម្យ៉ាងទៀត $x_1 + x_2 = 1 \Rightarrow x_1 = 1 - x_2 = 1 - 0.025 = \boxed{0.725}$

ឃ. គណនាកំហាប់ភាគរយៃនសូលុយស្យុង

$C\% = \frac{m_2 \times 100}{m_s} = \frac{80.8 \times 100}{1009.7} = \boxed{8\%}$

ង. គណនាកំហាប់សមមូលៃនសូលុយស្យុង

ដោយ CH_3COOH ជាម៉ូណូអាស៊ីតគេបាន $C_N = C_M = \boxed{1.34N}$

2. នៅលើស្លាកដបអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់ដែលលក់នៅទីផ្សារមានសរសេរកំហាប់ភាគរយ 98% និង d=1.84។

ក. គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់។

ខ. គណនាមាឌសូលុយស្យុងអាស៊ីតខាងលើចាំបាច់ដែលត្រូវប្រើដើម្បីទធ្វើ1Lនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចនៅកំហាប់0.1M។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចខាប់។

របៀបទី 1

$C_M = \frac{n_{H_2SO_4}}{V_s}$ បើ $V_s = 1L = 1000mL$

នាំឱ្យគេបាន $m_s = d \times V_s = 1.84 \times 1000 = 1840g$

តាមរូបមន្ត $C\% = \frac{m_{H_2SO_4} \times 100}{m_s} \Rightarrow m_{H_2SO_4} = \frac{C\% \times m_s}{100} = \frac{98 \times 1840}{100} = 98 \times 18.4g$

និង $M_{H_2SO_4} = 98g/mol$

តាមរូបមន្ត $n_{H_2SO_4} = \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} = \frac{98 \times 18.4g}{98g/mol} = 18.4mol$

ដូច្នេះ $C_M = \frac{18.4mol}{1L} = \boxed{18.4M}$

របៀបទី 2

សូលុយស្យុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចនៅកំហាប់ 98%

តាមនិយមន័យគេបាន $m_s = 100g = 0.1kg$ និង $m_{H_2SO_4} = 98g$

$$d = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{m_s}{d} = \frac{0.1}{1.84} L$$

$M_{H_2SO_4}$ =98g/mol នាំឱ្យគេបាន $n_{H_2SO_4} = \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} = \frac{98g}{98g/mol} = 1mol$

ដូច្នេះ $C_M = \frac{n_{H_2SO_4}}{V_s} = \frac{1mol}{\frac{0.1}{1.84}L} = 18.4M$

<u>របៀបទី3</u>

$$C_M = \frac{C\% \times 10 \times d}{M_{H_2SO_4}} = \frac{98 \times 10 \times 1.84}{98} = 18.4M$$

ខ. គណនាមាឌសូលុយស្យុងអាស៊ីតខាងលើ

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i} = \frac{0.1M \times 1000mL}{18.4M} = 5.43mL$$

* * * * *

មេរៀនទី 9 សូលុយស្យុងរាវ និង សូលុយស្យុងរាវអានន្ត

1. ចំហាយឆ្អែតនៃសូលុយស្យុងរាវ

ចំហាយលំនឹងដែលត្រូវនឹងសូលុយស្យុងរាវ គេហៅថាចំហាយឆ្អែតនៃសូលុយស្យុង។

និយមន័យ៖ បើសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធខាងក្រៅថេរ សូលុយស្យុងរាវស្ថិតក្នុងភាពលំនឹងជាមួយនឹងចំហាយរបស់វា គឺបានន័យថាចំនួនម៉ូលហើរចេញពីផាសរាវទៅផាសចំហាយស្មើនឹងចំនួនម៉ូលកំណជាញើសពីផាសចំហាយមកផាសរាវ ក្នុងមួយខ្នាតពេល។

2. ច្បាប់រ៉ាអ៊ូលស្តីពីតំហាយសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរំលាយរបស់សូលុយស្យុងមួយ

ពំនោលច្បាប់៖ ចំពោះសូលុយស្យុងរាវអានន្តសម្ពាធចំហាយឆ្អែត (p_1) របស់អង្គធាតុរំលាយសមាមាត្រជាមួយកំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i នៃអង្គធាតុរំលាយដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង។

តាមពំនោលច្បាប់គេបាន រូបមន្តសម្ពាធចំហាយឆ្អែត (p_1) របស់អង្គធាតុរំលាយ $p_1=K_1.x_1$ ពេល $x_1=1$ បានន័យថា សូលុយស្យុងរាវខ្លាំងជាធាតុរំលាយសុទ្ធនាំឱ្យ $p_1=K_1=p_1^o$ ។ ដូច្នេះ មេគុណសមាមាត្រ K_1 គឺជាសម្ពាធចំហាយរបស់ធាតុរំលាយសុទ្ធ។ រូបមន្តសម្ពាធចំហាយឆ្អែត (p_1) របស់អង្គធាតុរំលាយ $p_1=K_1.x_1$ បើប្រព័ន្ធមានធាតុបង្កពីរ យើងបាន $x_1+x_2=1 \Rightarrow x_1=1-x_2$ យើងយកតម្លៃ x_1 ជំនួសក្នុងសមីការខាងលើយើងបាន៖

$p_1=p_1^o(1-x_2)=p_1^o-p_1^o.x_2$ នាំឱ្យគេបាន $\boxed{x_2=\frac{p_1^o-p_1}{p_1^o}=\frac{\Delta p}{p_1^o}}$

$\Delta p=p_1^o-p_1$ គេហៅថាតំហាយដាច់ខាតសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃធាតុរំលាយ(Δp អាចគិតជា atm, CmHg, mmHg)

$\frac{\Delta p}{p_1^o}$ គេហៅថាកំរិតតំហាយដាច់ខាតនៃសម្ពាធចំហាយឆ្អែតរបស់ធាតុរំលាយហើយគេតែងតែគិតជាភាគរយ។

ឧទាហរណ៍៖ $\Delta p=p_1^o-p_1=760CmHg-750CmHg=10CmHg$ ។ ដូច្នេះ

$\%\frac{\Delta p}{p_1^o}=\frac{10}{760}\times100=\boxed{1.315\%}$

និយមន័យ៖ កំរិតតំហាយដាច់ខាតនៃសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរំលាយរបស់សូលុយស្យុងមួយស្មើនឹងកំហាប់ប្រភាគម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ (x_2) ដែលមានក្នុងសូលុយស្យុង។

បើ n_2 ជាចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយែដលមានក្នុងធាតុរំលាយ 1000g ។ នោះគេបាន $n_2=C_m$ (កំហាប់ម៉ូលឡាលីតេ)។ គេបាន $n_1=\frac{1000}{M_1}mol$ ។ $x_2=\frac{n_2}{n_1+n_2}$ ដោយ $n_1\gg n_2$ ។ ដូច្នេះ គេបាន៖

$$\boxed{x_2=\frac{n_2}{n_1}=\frac{C_m}{\frac{1000}{M_1}}=\frac{M_1.C_m}{1000}}$$

គេតាង $K_1=\frac{M_1}{1000}$ គេហៅថា ថេរសម្ពាធរបស់ធាតុរំលាយ។ ដូច្នេះ $\boxed{\frac{\Delta p}{p_1^o}=x_2=K_1.C_m}$

3. ច្បាប់ហង់រីចំពោះសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរលាយ

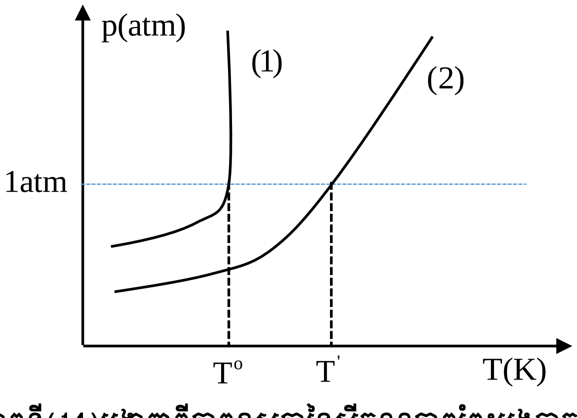
ពំនោលច្បាប់: សូលុយស្យុងរាវអានន្តធាតុរលាយក៏អាចក្លាយជាចំហាយបានដែរ ហើយសម្ពាធចំហាយឆ្អែតរបស់វាអនុលោមតាមច្បាប់ហង់រី។ សម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរលាយសមាមាត្រជាមួយនឹងកំហាប់ប្រភាគម៉ូលរបស់វាក្នុងសូលុយស្យុង។ រូបមន្តសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃអង្គធាតុរលាយ $p_2=K_2.x_2$ ។ K_2 មេគុណសមាមាត្រអាស្រ័យនឹង T និង p មជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ($K_2 \# p_2^o$) ព្រោះ p_2^0 ជាសម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃធាតុរលាយ។

4. កំណើនសីតុណ្ហភាពរំពុះសូលុយស្យុងរាវអានន្តដែលមានធាតុរលាយមិនហើរ

4.1. សីតុណ្ហភាពរំពុះនៃផាសរាវ

- គ្រប់អង្គធាតុរាវពេលសម្ពាធចំហាយឆ្អែតស្មើនឹងសម្ពាធខាងក្រៅនោះអង្គធាតុរាវចាប់ផ្តើមពុះ។
- បើសម្ពាធខាងក្រៅស្មើនឹង 1atm សីតុណ្ហភាពរំពុះនេះគេហៅថា សីតុណ្ហភាពរំពុះណរម៉ាល់។
- អង្គធាតុសុទ្ធមានសីតុណ្ហភាពរំពុះថេរជានិច្ច បើសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួល។
- សូលុយស្យុងមានសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលជាប់ជានិច្ច ទោះបីសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួល ក៏ដោយ។
- សូលុយស្យុងមានសីតុណ្ហភាពរំពុះខ្ពស់ជាង សីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់អង្គធាតុរំលាយជានិច្ច។

4.2. ក្រាហ្វតាងសីតុណ្ហភាពរំពុះអង្គធាតុសុទ្ធ និងសូលុយស្យុង



រូបភាពទី(14)បង្ហាញពីភាពខុសគ្នានៃសីតុណ្ហភាពរំពុះអង្គធាតុសុទ្ធនិងសូលុយស្យុង

ខ្សែកោងទ (1) តាងភាពបម្រែបម្រួលសតុណ្ហភាពរពុះរបសអង្គធាតុរលាយសុទ្ធសីតុណ្ហភាពរំពុះថេរ។ ខ្សែកោងទី(2)តាងភាពបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់សូលុយស្យុងសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលជាប់។ ចងចាំ កាលណាកំហាប់សូលុយស្យុងកាន់តែធំ សីតុណ្ហភាពរំពុះសូលុយស្យុងកាន់តែខ្ពស់។ ដើម្បីកំនត់សីតុណ្ហភាពរំពុះណរម៉ាល់ យើងត្រូវគូសបន្ទាត់អ៊ីសូបាដែលត្រូវនឹងសម្ពាធ 1atm។ បន្ទាត់នេះកាត់ខ្សែកោង ទី (1) និងទី (2) ដែលត្រូវនឹងសីតុណ្ហភាពរំពុះ T^o និង T' ។ T^0 សីតុណ្ហភាពរំពុះធាតុរំលាយសុទ្ធ និង T' សីតុណ្ហភាព រំពុះរបស់សូលុយស្យុង។ $T'-T^0$ កាន់តែធំកាលណាសូ.មានកំហាប់កាន់តែធំ។

4.3. កំណើនសីតុណ្ហភាពរំពុះ

កម្រិតកើនសីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់សូលុយស្យុងសមាមាត្រជាមួយនឹងកំហាប់ម៉ូឡាលីតេរបស់អង្គធាតុរលាយក្នុងសូលុយស្យុង។ រូបមន្តកំណើនសីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់សូលុយស្យុង

$$\Delta T = T' - T^0 = K.C_m$$

K មេគុណរំពុះពិសោធន៍ដែលក្នុងនោះ $K=\frac{R(T^0)^2}{1000.L}$ R ថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ L ឡាតង់កម្តៅចំហាយ 1g នៃធាតុរំលាតសុទ្ធ

មេគុណរំពុះ K ប្រែប្រួលទៅតាមអង្គធាតុរំលាយ

4.4. វិធានគណនាម៉ាសម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយតាមពិសោធន៍

តាង m_2 ជាម៉ាសធាតុរលាយនិងតាង m_1 ជាម៉ាសធាតុរំលាយគិតជា(g)

គេបាន $C_m = \frac{n_2}{m_1}\times 1000 = \frac{\frac{m_2}{M_2}}{m_1} = \frac{m_2}{M_2.m_1}\times 1000$

ដូច្នេះរូបមន្តម៉ាសម៉ូលនៃធាតុរលាយ

$$\Delta T = T'-T^0 = K.C_m = K.\frac{m_2}{M_2.m_1}\times 1000 \Rightarrow M_2 = K.\frac{m_2.1000}{m_1.\Delta T}$$

5. តំហាយចុះនៃសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុង

5.1. លំនឹងសូលុយស្យុងរាវ

ពេលសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួល កំរិតតំហាយចុះនៃសីតុណ្ហភាពរបស់សូលុយស្យុង រហូតដល់ខណៈមានកំណកក្រាមអង្គធាតុរលាយចាប់ផ្តើមកកើត។ សីតុណ្ហភាពនេះគេហៅថាសីតុណ្ហភាពកំនក។

- បើសម្ពាធខាងក្រៅ 1atm សីតុណ្ហភាពកំណកនេះគេហៅថាសីតុណ្ហភាពកំណកណរម៉ាល់។
- សីតុណ្ហភាពកំណក T^0 របស់អង្គធាតុសុទ្ធឥតប្រែប្រួល បើសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួល
- សីតុណ្ហភាពកំណក T' របស់សូលុយស្យុងប្រែប្រួលជាប់ជានិច្ចគឺថយចុះសន្សឹមៗពេលចាប់ផ្តើមកំណក ទោះបីសម្ពាធខាងក្រៅមិនប្រែប្រួលក៏ដោយ។
- សីតុណ្ហភាពកំណកT' របស់សូលុយស្យុងតូចជាងសីតុណ្ហភាពកំណករបស់ធាតុរំលាយសុទ្ធជានិច្ច $T'<T^0$ ។

5.2. តំហាយចុះសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុងរាវ

តំហាយចុះសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុងរាវសមាមាត្រជាមួយនឹងកំហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃអង្គធាតុរលាយរបស់សូលុយស្យុង។ រូបមន្តតំហាយចុះសីតុណ្ហភាពកំណករបស់សូលុយស្យុង

$$\Delta T = T^0 - T' = K.C_m$$

ΔT តំហយចុះសីតុណ្ហភាពកំណកបស់សូលុយស្យុង K មេគុណកំណកពិសោធន៍ដែល $K=\dfrac{R(T^0)^2}{1000.L}$ និង L ឡាតង់រលាយ 1g នៃធាតុរំលាយសុទ្ធ។

5.3. វិធានគណនាម៉ាសម៉ូលនៃអង្គធាតុរលាយ

គេមាន $C_m=\dfrac{m_2\times 1000}{M_2\times m_1}$ មកជំនួសក្នុងរូបមន្តខាងលើយើងបាន

$$\boxed{M_2=K\times\frac{m_2\times 1000}{m_1\times\Delta T}}$$

6. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. គណនាកំហាប់ភាគរយរបស់ស្ករ $C_{12}H_{22}O_{11}$ ដែលមានក្នុងសូលុយស្យុងទឹក បើគេដឹងថាសូលុយស្យុងនេះកកនៅសីតុណ្ហភាព -0.8^0C ។ គេឱ្យមេគុណកំនក $K=1.86$ ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្តកម្រិតតំហយចុះនៃសីតុណ្ហភាពកំណកសូលុយស្យុង $\Delta T=K.C_m$ ដែល $\Delta T=T'-T^o$ ក្នុងនោះ T^0 ជាសីតុណ្ហភាពកំណករបស់ទឹកគឺ 0^0C ។ T' ជាសីតុណ្ហភាពកំនករបស់សូលុយស្យុងគឺ -0.8^0C

នាំឱ្យ $C_m=\dfrac{\Delta T}{K}=\dfrac{0.8}{1.86}=0.43m$ ម៉ាសម៉ូលស្ករ=342g/mol ម៉ាសស្ករ=342g/mol$\times$ 0.43mol=147g

ដូច្នេះ កំហាប់ភាគរយនៃសូលុយស្យុងស្ករ ($C_{12}H_{22}O_{11}$) $C\%=\dfrac{147\times 100}{1000+147}=\boxed{12.82\%}$

2. សីតុណ្ហភាពរំពុះនៃសូលុយស្យុងរាវណាប់តាឡែន $C_{10}H_8$ ក្នុងអេទែ $(C_2H_5)_2O$ ខ្ពស់ជាងសីតុណ្ហភាពរំពុះរបស់ អេទែសុទ្ធ 0.5^0C ។ គណនាកម្រិតតំហយដាច់ខាតនៃសម្ពាធចំហាយរបស់ធាតុរំលាយក្នុងសូលុយស្យុង (គិតជាភាគរយ) គេឱ្យម៉ាសម៉ូលអេទែ 74.08g/mol និងមេគុណរំពុះ K=2 ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្រិតតំហយដាច់ខាតនៃសម្ពាធចំហាយរបស់ធាតុរំលាយក្នុងសូលុយស្យុង

តាមរូបមន្តកម្រិតតំហយដាច់ខាតគេបាន $\dfrac{\Delta p}{p_1^o}=K.C_m$ (1)

ម្យ៉ាងទៀតតាមរូបមន្តកំរិតកើនសីតុណ្ហភាពរំពុះ $\Delta T=K'.C_m\Rightarrow C_m=\dfrac{\Delta T}{K'}$ (2)

តាមទំនាក់ទំនង (1) នឹង (2) គេបាន

$$\frac{\Delta p}{p_1^0}=K\times\frac{\Delta T}{K'}=\frac{M_1}{1000}\times\frac{\Delta T}{K'}\times=\boxed{0.01825}$$ ដូច្នេះ $\%\dfrac{\Delta p}{p_1^0}=\boxed{1.825\%}$

3. កំណត់បម្រែបម្រួលអង់តាល់ពីនៃប្រតិកម្មរវាង 96g ស្ពាន់ធរទ្រីអុកស៊ីតជាមួយបារ្យូមអុកស៊ីតលើសដើម្បីទទួលបានផលិតផលបារ្យូមស៊ុលផាត នៅសីតុណ្ហភាព 298K ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតុល្យការគោងប្រតិកម្ម $SO_3(g) + BaO(s) \rightarrow BaSO_4(s)$

$$\Delta H^o_{rxn} = \Delta H^o_f(BaSO_4) - \Delta H^o_f(BaO) - \Delta H^o_f(SO_3)$$

$$\Delta H^o_{rxn} = [(-350.2) - (-133.5)-(-94.45)\text{kcal/mol} = -122.25\text{kcal/mol}$$

ដូច្នេះ $\Delta H_{rxn} = (96g)\left(\dfrac{1\text{mol } SO_3}{80g}\right)\left(\dfrac{-122.25\text{kcal}}{\text{mol}}\right) = \boxed{-146.7\text{kcal}}$

* * * * *

មេរៀនទី 10 សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ

1. និយមន័យតាមប៉ូតង់ស្យែលគីមី

សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ គឺជាសូលុយស្យុងដែលក្នុងនោះប៉ូតង់ស្យែល μ_i របស់អង្គធាតុបង្កសំដែងចេញជាមួយគ្រប់តម្លៃ x_i តាមសមីការ $\mu_i = \mu_i^o(T,p) + RT\ln x_i$ ។ដែលក្នុងនោះ x_i ជាកំហាប់ប្រភាគម៉ូលជាតុបង្ក i ។ បើ $x_i = 1$ នាំឱ្យ $\mu_i = \mu_i^0(T,p)$ ។ $\mu_i^o(T,p)$ គេហៅថាប៉ូតង់ស្យែលគីមីអង្គធាតុបង្ក i សុទ្ធនៅសីតុណ្ហភាព T និងសម្ពាធ p របស់ធាតុបង្ក i ។

2. និយមន័យតាមច្បាប់រ៉ាអ៊ូល

សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ គឺជាសូលុយស្យុងដែលក្នុងនោះអង្គធាតុបង្ក i ណាមួយអនុលោមតាម ច្បាប់រ៉ាអ៊ូលគ្រប់កំហាប់និងសីតុណ្ហភាព $p_i = p_i^0.x_i$ ។

3. និយមន័យសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ

សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធគឺជាសូលុយស្យុង ដែលក្នុងនោះ កម្លាំងអន្តរម៉ូលេគុលដូចគ្នាស្មើនឹងកម្លាំងអន្តរវាងម៉ូលេគុលខុសគ្នា $E_{A-A} = E_{B-B} = E_{A-B}$ ។

4. សម្ពាធចំហាយឆ្អែតនៃសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ

ល្បាយនៃអង្គធាតុរាវពីរជាសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ លុះត្រាតែអង្គធាតុរាវទាំងពីរអាចក្លាយជាចំហាយ។ ផាសចំហាយមានលំនឹងជាមួយសូលុយស្យុងរាវ គឺជាល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។ ចំពោះសូលុយស្យុងនេះ សម្ពាធចំហាយឆ្អែតជាតុបង្ករបស់វាគឺ៖

$$p_1 = p_1^0.x_1 = p_1^o(1-x_2) = p_1^o - p_1^o.x_2 \quad (1)$$

$$p_2 = p_2^0.x_2 = p_2^o(1-x_1) = p_2^o - p_2^o.x_1 \quad (2)$$

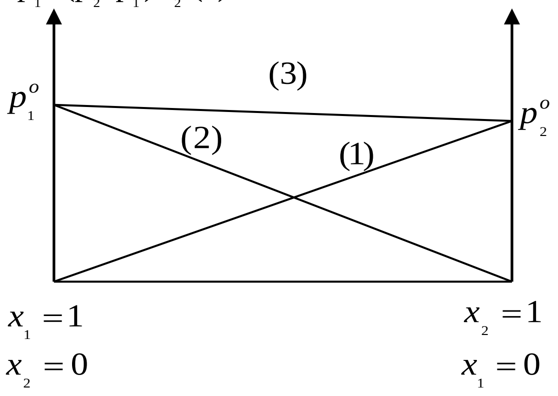
សម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធ $p = p_1 + p_2 = p_1^o - p_1^o x_2 + p_2^o x_2 = p_1^o + (p_2^o - p_1^o)x_2$ (3)

បន្ទាត់ p_1, p_2, p ជាសមីការដឺក្រេទីមួយ

បន្ទាត់ទី(1) ត្រូវនឹងសមីការ $p_2 = p_2^o.x_2$

បន្ទាត់ទី(2) ត្រូវនឹងសមីការ $p_1 = p_1^o.x_1$

បន្ទាត់ទី(3) ត្រូវនឹងសមីការ $p = (p_2^o - p_1^o)x_2 + p_1^o$



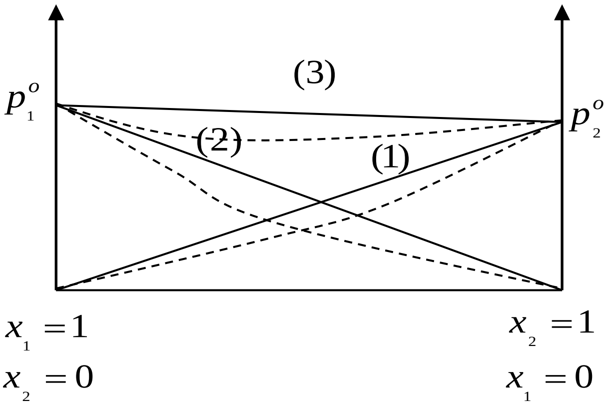
រូបភាពទី (15) បង្ហាញពីសម្ពាធចំហាយឆ្អែតសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ

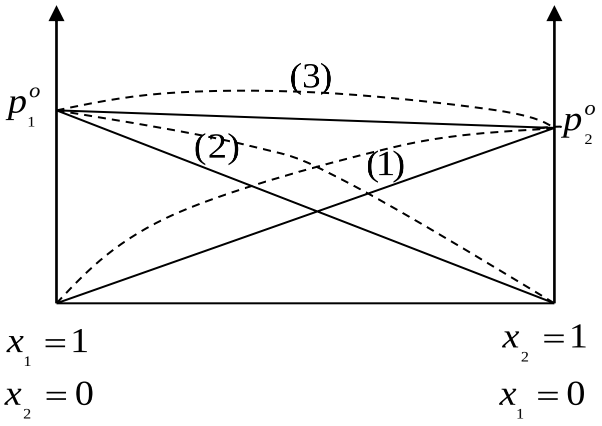
5. សូលុយស្យុងពិត គំលាតធៀបនឹងច្បាប់រ៉ាអ៊ូល

5.1. និយមន័យ

សូលុយស្យុងពិត បន្ទាត់ប៉ះតាងឱ្យសម្ពាធចំហាតផ្អែតនៃអង្គធាតុបង្គដូចបន្ទាត់តាងឱ្យសម្ពាធចំហាយផ្អែតសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធដែរ។ ប៉ុន្តែមានកម្រិតលំអៀងបន្តិចពីបន្ទាត់សូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ។ បើសម្ពាធចំហាយផ្អែតនៃសូលុយស្យុងពិតធំជាងបន្ទាត់សម្ពាធចំហាយផ្អែតសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធគេហៅថាកម្រិតលំអៀងវិជ្ជមាន

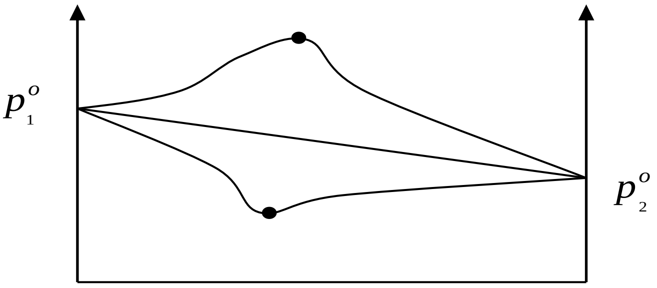
តែបើតូចជាងគេហៅថាកម្រិតលំអៀងអវិជ្ជមាន។





រូបភាពទី (16)ខ្សែកោងសូលុយស្យុងពិតកម្រិតលំអៀងអវិជ្ជមាន រូបភាពទី (17)ខ្សែកោងសូលុយស្យុងពិតកម្រិតលំអៀងវិជ្ជមាន

5.2. កម្រិតលំអៀងនៃច្បាប់រ៉ាអ៊ូល



រូបភាពទី (18)បង្ហាញកម្រិតលំអៀងអតិបរមា

សូលុយស្យុងពិតមានកម្រិតលំអៀងអតិមរមាឬអប្បរមាធៀបនឹងច្បាប់រ៉ាអ៊ូលចំពោះសម្ពាធសរុប។

6. អាក់ទីវីតេនិងមេគុណអាក់ទីវីតេ

6.1. និយមន័យ

ប៉ូតង់ស្យែលគីមីរបស់អង្គធាតុបង្គក្នុងសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធអនុលោមតាមកំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i នៃអង្គធាតុបង្គ i តាមរូបមន្ត $\mu_i = \mu_i^o(T,p) + RT\ln x_i$ ។

សូលុយស្យុងពិតដើម្បីឱ្យងាយដូចសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ គេបានប្តូរកំហាប់ប្រភាគម៉ូល x_i ដោយទំហំមួយផ្សេងទៀតដែលគេហៅថាអាក់ទីវីតេតាមរូបមន្ត $\mu_i = \mu_i^o(T,p) + RT\ln a_i$ ។

អាក់ទីវីតេគឺជាប្រភេទកំហាប់ម៉្យាងនៃអង្គធាតុបង្គសកម្ម។ ផលធៀបរវាងអាក់ទីវីតេជាមួយនឹងកំហាប់ប្រភាគ ម៉ូល ហៅថា មេគុណអាក់ទីវីតេ $\gamma = \frac{a_i}{x_i}$ ។

6.2. អាក់ទីវីតេនៃសម្ពាធចំហាយឆ្អែត

យើងពិនិត្យលំនឹងមួយរវាងផាសរាវ(សូលុយស្យុងពិត)និងផាសចំហាយ(ល្បាយឧស្ម័នបរិសុទ្ធ)គេបាន

$$\mu_i(l) = \mu_i(g)$$

$$\mu_i^o(l) + RT\ln a_i = \mu_i^o(g) + RT\ln p_i (1)$$

(សូ.ពិត) (សូ.បរិសុទ្ធ)

ចំពោះប្រព័ន្ធមានធាតុបង្គមួយ គេបាន $x_i = a_i = 1$ និង $p_i = p_i^o$ នាំឱ្យគេបាន

$$\mu_i^o(l) = \mu_i^o(g) + RT\ln p_i^o \quad (2)$$

យើងយក (1) - (2)គេបាន $RT\ln a_i = RT(\ln p_i - \ln p_i^o)$

ដោះស្រាយសមីការខាងលើយើងបាន $a_i = \frac{p_i}{p_i^o}$

បើយើងចែកអង្គទាំងពីរនឹង x_i គេបាន $\gamma = \frac{a_i}{x_i} = \frac{p_i}{p_i^o . x_i}$

ពិភាក្សា៖

បើ $\gamma = 1$ គឺជាសូលុយស្យុងបរិសុទ្ធ បើ $\gamma > 1$ គឺជាសូលុយស្យុងពិតមានគំលាតវិជ្ជមាន

បើ $\gamma < 1$ គឺជាសូលុយស្យុងពិតមានគំលាតអវិជ្ជមាន

7. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

គណនាកំដៅនៃប្រតិកម្មពេលដែល1 galនៃអុកតាន C_8H_{18} មានប្រតិកម្មជាមួយ O_2 ដើម្បីបង្កើតបានកាបូនម៉ូណូអុកស៊ីត និងចំហាយ H_2O នៅ 25^oC ។ (ដង់ស៊ីតេអុកតាន 0.7025g/mol; 1gal=3.785L) ។

ΔH_{comb} (C_8H_{18}) = -1302.7 kcal ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការចំហេះអុកតាន(សាំង) $C_8H_{18}(l) + \frac{17}{2}O_2(g) \rightarrow 8CO(g) + 9H_2O(g)$

ចំនួនម៉ូលអុកតាម= $(3785ml)\left(\frac{0.7025g}{ml}\right)\left(\frac{1mol}{114.2g}\right)$=23.28mol

$\Delta H_f^o(C_8H_{18})$ ត្រូវបានកំណត់ពី ΔH_{comb} របស់ប្រតិកម្ម $C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2}O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 9H_2O(g)$

ΔH_{comb}=-1302.7 kcal=8ΔH_f^o (CO_2)+9ΔH_f^o (H_2O)-ΔH_f^o (C_8H_{18})

ΔH_f^o (C_8H_{18})=1302.7+(-94.05)+9(-68.82)=-64.6 kcal

ΔH_{rxn} =8ΔH_f^o (CO) + 9ΔH_f^o (H_2O) - ΔH_f^o (C_8H_{18})

ΔH_{rxn} =8ΔH_f^o (CO)+9ΔH_f^o (H_2O) -ΔH_f^o (C_8H_{18})=[8(-26.4)+9(-57.79)-(-64.6)]kcal = -666.8 kcal/mol

ដូច្នេះ ΔH_{rxn} = (-666.8 kcal/mol) (23.28mol) = -15520kcal

* * * * *

មេរៀនទី 11 មេគុណអាក់ទីវីតេ និង អាក់ទីវីតេ

1. ឧបមាថាគេមានអេឡិចត្រូលីតខ្លាំង

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងសព្វទូទៅ

$M_{\gamma+}A_{\gamma-}(aq) \rightarrow (\gamma+)M^{+}(aq)+(\gamma-)A^{-}(aq)$ គេតាង $(\gamma+) + (\gamma-) = \gamma$

សមីការបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងសព្វនៃអំបិលអាលុយមីញ៉ូមស៊ុលផាត

$Al_2(SO_4)_3(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}(aq)$

$(\gamma+) = 2$ និង $(\gamma-)=3$ នាំឱ្យគេបាន $\gamma=2+3=5$

ភាពបម្រែបម្រួលអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមានទាក់ទងនឹងភាពបម្រែបម្រួលអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន និងមិនអនុលោមតាមសូលុយស្យុងទេ។ ដូចនេះ ប៉ូតង់ស្យែលគីមីនៃអ៊ីយ៉ុងដោយផ្នែកគឺជាអនុគមន៍គណិតវិទ្យាមួយដែលតាងដោយកន្សោមខាងក្រោម៖

$$\mu_{(+)} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_{(+)}}\right)_{TPn} \text{ និង } \mu_{(-)} = \left(\frac{\partial G}{\partial n_{(-)}}\right)_{TPn}$$

ប៉ូតង់ស្យែលគីមីនៃធាតុរលាយក្នុងសូលុយស្យុងមានរូបមន្តម្យ៉ាងទៀត

$$\mu_i = (\gamma+)\mu^0_{(+)} + RT\ln a_+^{\gamma+} + (\gamma-)\mu^0_{(-)} + RT\ln a_{(-)}^{\gamma-}$$
$$=(\gamma+)\mu^0_{(+)} + (\gamma-)\mu^0_{(-)} + RT\ln(a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-})$$
$$=\mu_i^0 + RT\ln(a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-})$$

នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធថេរ

$$\left.\begin{array}{l} \mu_{(+)}=\mu^0_{(+)} + RT\ln a_{(+)} \Leftrightarrow (\gamma+)\mu_{(+)} = (\gamma+)\mu^0_{(+)} + RT\ln a_{(+)}^{(\gamma+)} \\ \mu_{-}=\mu^0_{(-)} + RT\ln a_{(-)} \Leftrightarrow (\gamma-)\mu_{(-)} = (\gamma-)\mu^0_{(-)} + RT\ln a_{(-)}^{(\gamma-)} \end{array}\right] (2)$$

តាមទំនាក់ទំនង (1) និង (2) យើងបាន

$$\mu_i = (\gamma+)\mu^0_{(+)} + RT\ln a_+^{\gamma+} + (\gamma-)\mu^0_{(-)} + RT\ln a_{(-)}^{\gamma-}$$
$$=(\gamma+)\mu^0_{(+)} + (\gamma-)\mu^0_{(-)} + RT\ln(a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-})$$
$$=\mu_i^0 + RT\ln(a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-}) \quad (3)$$

ពេលដែលគេពិពណ៌នាលក្ខណៈរូបរបស់សូលុយស្យុង គេមិនដែលជួបប្រទះអាក់ទីវីតេអ៊ីយ៉ុងដោយផ្នែកទេ។ ដូចនេះ គេប្តូរនិមិត្តសញ្ញានេះមកជាអាក់ទីវីតេមធ្យមរបស់ធាតុរលាយអេឡិចត្រូលីតខ្លាំងវិញ ដែលតាងដោយនិមិត្តសញ្ញា $\boxed{a_{\pm} = (a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-})^{\frac{1}{\gamma}}}$ (4)

ចំពោះសូលុយស្យុងពិតប៉ូតង់ស្យែលគីមីនៃធាតុរលាយគឺ $\boxed{\mu_i=\mu_i^0(R,P)+RT\ln a}$ (5)

តាមទំនាក់ទំនង (3),(4) និង (5)គេបាន $a= a_{(+)}^{\gamma+}.a_{(-)}^{\gamma-} =a_{\pm}^{\gamma}$ (6)

តែអាក់ទីវីតេ $a = f.m$ នាំឱ្យយើងបាន $a_{(+)}^{\gamma+}=(f_{(+)}.m_{(+)})^{\gamma+}$ និង $a_{(-)}^{\gamma-}=(f_{(-)}.m_{(-)})^{\gamma-}$

និមិត្តសញ្ញា $f_{(+)}$ គឺជាមេគុណអាក់ទីវីតេអ៊ីយ៉ុង (+)និង $f_{(-)}$ គឺជាមេគុណអាក់ទីវីតេអ៊ីយ៉ុង (-)

$m_{(+)}$ គឺជាកំហាប់ម៉ូឡាលីតេអ៊ីយ៉ុង (+)និង $m_{(-)}$ គឺជាកំហាប់ម៉ូឡាលីតេអ៊ីយ៉ុង (-)

តាមទំនាក់ទំនង (6)គេអាចសរសេរ $a=(f_+.m_+)^{\gamma+}.(f_-.m_-)^{\gamma-}=a_\pm^\gamma=f_+^{\gamma+}.f_-^{\gamma-}.m_+^{\gamma+}.m_-^{\gamma-}=a_\pm^\gamma$ គេតាង $f_{(+)}^{\gamma+}.f_{(-)}^{\gamma-}=f_\pm^\gamma$ មេគុណអាក់ទីវីតេមធ្យមនិង $m_{(+)}^{\gamma+}\times m_{(-)}^{\gamma-}=m_\pm^\gamma$ កំហាប់ម៉ូឡាវីតេមធ្យម។ ដូចនេះ

$$\boxed{a=f_\pm^\gamma\times m_\pm^\gamma=a_\pm^\gamma}$$

2. ទ្រឹស្តី Debye Hackle ស្តីពីមេគុណអាក់ទីវីតេ

2.1. រូបមន្ត Debye Hackle

Debye hackle បានរកឃើញច្បាប់មួយស្តីពី មេគុណអាក់ទីវីតេតាមរូបមន្ត

$$\boxed{\lg f_\pm=-A\left|Z_{(+)}.Z_{(-)}\right|\sqrt{I}}\quad(1)$$

A គឺជាមេគុណអនុលោមទៅតាមធាតុរំលាយនិងសីតុណ្ហភាព $Z_{(+)},Z_{(-)}$ គឺជាបន្ទុកអ៊ីយ៉ុង (+) និង (-) ។

2.2. កម្លាំងអ៊ីយ៉ុង

កម្លាំងអ៊ីយ៉ុង គឺជាទំហំមួយសម្គាល់ឱ្យអាំងតង់ស៊ីតេដែនអគ្គីសនីបង្កើតដោយបណ្តាអ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុង។

រូបមន្តកម្លាំងអ៊ីយ៉ុង $\boxed{I=\frac{1}{2}\sum C_iZ_i^2}$ (2)

ដែលក្នុងនោះ C_i កំហាប់ម៉ូឡាលីតេនៃអ៊ីយ៉ុងនិង Z_i បន្ទុករបស់អ៊ីយ៉ុង។

ឧទាហរណ៍៖

$HCl(aq)\rightarrow H^+(aq)+Cl^-(aq)$ ដែល $Z_{(+)}=1$ និង $Z_{(-)}=1$ នាំឱ្យ $I=\frac{1}{2}\left((C_{H^+}\times1^2)+(C_{Cl^-}\times1^2)\right)=C$

$BaCl_2(aq)\rightarrow Ba^{2+}(aq)+2Cl^-(aq)$ ដែល $Z_{(+)}=2$ និង $Z_{(-)}=1$ នាំឱ្យ $I=\frac{1}{2}\left((C\times2^2)+(2C\times1^2)\right)=3C$

2.3. សូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត 1-1

រូបមន្ត មេគុណអាក់ទីវីតេតាមទ្រឹស្តី **Debye hackle**

$$\boxed{\lg f_\pm=-A\left|Z_{(+)}.Z_{(-)}\right|\sqrt{C}}\quad(1)$$

សមីការ **Debye hackle** នេះមានលក្ខណៈសុក្រិតក្នុងលក្ខខណ្ឌសូលុយស្យុងរាវនិងសូលុយស្យុងអេឡិចត្រូលីត **1-1** ។ ចំពោះអេឡិចត្រូលីតដែលមានវ៉ាឡង់ខ្ពស់ **Debye hackle** បានបង្កើតសមីការមួយទៀតគឺ

$$\boxed{\lg f_\pm=-A\left|Z_{(+)}.Z_{(-)}\right|\sqrt{I}\times\frac{1}{1+aB\sqrt{I}}}\quad(2)$$

A, B គឺជាមេគុណអនុលោមតាមធាតុរំលាយ សីតុណ្ហភាព និង**a** គឺជាចំងាយតូចបំផុតរវាងអ៊ីយ៉ុងទាំងពីរចំពោះសូលុយស្យុងខាប់កម្លាំងអ៊ីយ៉ុងស្មើ 1។

Debye Hackle បានបង្កើតសមីការមួយទៀតស្ដីពីភាពបម្រែបម្រួលមេគុណអាក់ទីវីតេ ដែលបង្កើតឡើង ដោយអ៊ីយ៉ុង $\boxed{\lg f_{\pm} = -\frac{A|Z_{(+)}.Z_{(-)}|\sqrt{I}}{1+aB\sqrt{I}} + C.I}$ ដែល **C** គឺជាមេគុណពិសោធន៍

3. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. គណនាអាក់ទីវីតេនិងអាក់ទីវីតេមធ្យមនៃសូលុយស្យុង $ZnSO_4$ នៅកំហាប់ 0.1m។ គេឱ្យ $f_{\pm}$=0.148 ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $ZnSO_4(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

0.1m 0.1m 0.1m

តាមរូបមន្តអាក់ទីវីតេ $a=a_{\pm}^{\gamma} = f_{\pm}^{\gamma}\times m_{(+)}^{\gamma+}.m_{(-)}^{\gamma-}$ ដែលក្នុងនោះ $\gamma=(\gamma+)+(\gamma-)=1+1=2$

ដូចនេះអាក់ទីវីតេនៃស័ង្កសីស៊ុលផាត $a_{ZnSO_4}=(0.148)^2\times(0.1)^2=\boxed{2.19\times10^{-4}}$

អាក់ទីវីតេមធ្យមនៃស័ង្កសីស៊ុលផាត $a_{\pm}=\sqrt[\gamma]{a}=\sqrt{1.48.10^{-4}}=\boxed{1.48.10^{-2}}$

2. គណនាអាក់ទីវីតេនិងអាក់ទីវីតេមធ្យម របស់សូលុយស្យុង $BaCl_2$ នៅកំហាប់ 0.1**m**។ គេឱ្យ $f_{\pm}$ = 0.501

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $BaCl_2(aq) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

0.1m 0.1m 0.2m

ដោយ γ=1+2=3

ដូចនេះអាក់ទីវីតេនៃបារ្យូមក្លរ $a_{BaCl_2}=f_{\pm}^3.m_{(+)}^{\gamma+}.m_{(-)}^{\gamma-}=(0.501)^3.(0.1).(0.2)^2=\boxed{5.03.10^{-4}}$

អាក់ទីវីតេមធ្យមនៃ $a_{\pm}=\sqrt[3]{a}=\sqrt[3]{5.03\times10^{-4}}=\boxed{7.962\times10^{-2}}$

3. តាមទ្រឹស្ដី Debye Hackle។ ចូរគណនាមេគុណអាក់ទីវីតេនៃសូលុយស្យុង $K_3Fe(CN)_6$ នៅកំហាប់ 0.00 ml។ គេឱ្យ **A**=0.509 ។

ដំណោះស្រាយ

តាមទ្រឹស្ដី **Debye Hackle** $\lg f_{\pm}=-A|Z_{(+)}\times Z_{(-)}|\sqrt{I}$

សមីការតាងប្រតិកម្ម $K_3Fe(CN)_6(aq) \rightarrow 3K^+(aq) + Fe(CN)_6^{3-}(aq)$

0.001m 0.003m 0.001m

ដំបូងយើងគណនាកម្លាំងអ៊ីយ៉ុង $I=\frac{1}{2}\sum C_i.Z_i^2 = \frac{1}{2}\left[(0,003\times1^2)+(0,001\times3^2)\right]=6.10^{-2}$

គេបាន $\lg f_{\pm}=-0.509|1\times3|\sqrt{6\times10^{-2}}=-0.374$ ។ ដូចនេះ៖ $f_{\pm}=10^{-0.374}=\boxed{0.4227}$

4. គណនាកម្លាំងអ៊ីយ៉ុងនៃសូលុយស្យុង $BaCl_2$ នៅកំហាប់ 0.005M ពេលដែលគេបន្ថែម KCl 0.02mol ទៅក្នុង1Lសូលុយស្យុងខាងលើ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $BaCl_2(aq) \rightarrow Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

$5\times10^{-3}M \quad 5\times10^{-3}M \quad 10\times10^{-3}M$

$KCl(aq) \rightarrow K^+(aq) + Cl^-(aq)$

$2\times10^{-3}M \quad 2\times10^{-3}M \quad 2\times10^{-3}M$

ដូចនេះ $I=\frac{1}{2}\left[(5.10^{-3}.2^2)+(2.10^{-2}.1^2)+(3.10^{-2}.1^2\right]=\boxed{35.10^{-3}}$

5. គណនាកម្លាំងអ៊ីយ៉ុងនៃសូលុយស្យុង និង អាក់ទីវីតេនៃអ៊ីយ៉ុងនីមួយៗ ដែលមានក្នុងល្បាយសូលុយស្យុង $CaCl_2$ នៅកំហាប់ $8.10^{-2}M$ និង HCl នៅកំហាប់ $6.10^{-2}M$ ។ គេឱ្យ A=0.5 ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $CaCl_2(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$

$8\times10^{-2}M \quad 8\times10^{-2}M \quad 16\times10^{-2}M$

$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$6\times10^{-2}M \quad 6\times10^{-2}M \quad 6\times10^{-2}M$

ដូចនេះ $I=\frac{1}{2}\left[(8\times10^{-2}\times2^2)+(22\times10^{-2}\times1^2)+(6\times10^{-2}\times1^2)\right]=\boxed{0.3}$

តាមទ្រឹស្តី Debye Hackle $\lg f_{Ca^{2+}}=-0.5\times2^2\times\sqrt{0.3}=-1.095$ ។ ដូចនេះ $f_{Ca^{2+}}=\boxed{0.08}$

តាមទ្រឹស្តី Debye Hackle $\lg f_{Cl^-}=-0.5\times1^2\times\sqrt{0.3}=-0.27$ ។ ដូចគ្នានេះដែរ $f_{H^+}=f_{Cl^-}=\boxed{0.538}$

6. ក្នុង 1Lនៃល្បាយសូលុយស្យុងមួយរួមមាន $AlCl_3$ នៅកំហាប់ 0.01M និង $MgSO_4$ នៅកំហាប់ 0.01M ។ គណនាកម្លាំងអ៊ីយ៉ុងនៃល្បាយសូលុយស្យុងនិងអាក់ទីវីតេនៃអ៊ីយ៉ុង។ តើកម្លាំងអ៊ីយ៉ុង I និងមេគុណអាក់ទីវីតេ f ប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេចបើគេបន្ថែមទឹក 1L ចូលទៅក្នុងល្បាយសូលុយស្យុងខាងលើ?

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម $AlCl_3(aq) \rightarrow Al^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq)$

$0.01M \quad 0.01M \quad 0.03M$

$MgSO_4(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

$0.01M \quad 0.01M \quad 0.01M$

ដូចនេះ $I=\frac{1}{2}\left[(0.01\times3^2)+(0.03\times1^2)+(0.01\times2^2)\right]=\boxed{0.1}$

តារាងមេគុណអាក់ទីវីតេនៃអ៊ីយ៉ុង

Z_i \ I	0.001	0.002	0.005	0.010	0.020	0.050	0.10	0.20
1	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.81	0.76	0.70
2	0.87	0.82	0.74	0.66	0.57	0.44	0.33	0.24
3	0.73	0.64	0.51	0.39	0.28	0.15	0.08	0.04
4	0.56	0.45	0.30	0.19	0.10	0.04	0.01	0.003

តាមតារាងខាងលើយើងបានមេគុណអាក់ទីវីតេ

I=0.1 និង Z=3 ដូចនេះ $f_{Al^{3+}} = \boxed{0.08}$

I=0.1 និង Z=3 ដូចនេះ $f_{SO_4^{2-}} = f_{Mg^{2+}} = \boxed{0.33}$

I=0.1 និង Z=1 ដូចនេះ $f_{Cl^-} = \boxed{0.76}$

គណនាអាក់ទីវីតេនៃអ៊ីយ៉ុង

$a_{Al^{3+}} = 0.08 \times 0.01 = \boxed{8.10^{-4}M}$

$a_{SO_4^{2-}} = a_{Mg^{2+}} = 0.33 \times 0.01 = \boxed{33 \times 10^{-4}M}$

$a_{Cl^-} = 0.76 \times 0.03 = \boxed{0.0228}$

តើ I និង f ប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្ដេច?

តាមរូបមន្តពង្រាវសូ.គេបាន $C_f = \dfrac{C_i \times V_i}{V_f} = \dfrac{C_i}{2}$

ដូចនេះកម្លាំង $I = \dfrac{0.1}{2} = 0.05$

តាមតារាងមេគុណអាក់ទីវីតេយើងបាន

I=0.05 និង Z=3 ដូចនេះ $f_{Al^{3+}} = 0.15$

I=0.05 និង Z=2 ដូចនេះ $f_{Mg^{2+}} = f_{SO_4^{2-}} = 0.44$

I=0.05 និង Z=1 ដូចនេះ $f_{Cl^-} = 0.81$

7. គេមានសូលុយស្យុងអាស៊ីតមេតាណូអ៊ិច 0.3M។ គណនាមេគុណអ៊ីយ៉ុងកម្ម α នៃអាស៊ីតនេះនិង $[H_3O^+]$
ដែលមានក្នុងសូលុយស្យុងនេះ។គេដឹងថាថេរអាស៊ីត $K_a = 2.1 \times 10^{-4}$

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

សមីការតាងប្រតិកម្មរវាង H-COOH ជាមួយទឹក

$$\text{H-COOH}(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows \text{H-COO}^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

	H-COOH	H-COO⁻	H_3O^+
t_o	C	0	0
t_{eq}	C(1-α)	αC	αC

តាមរូបមន្តថេរអាស៊ីត $K_a = \dfrac{[H_3O^+] \times [\text{H-COO}^-]}{[\text{H-COOH}]} = \dfrac{\alpha^2 C}{(1-\alpha)}$

បើ $\alpha \ll 1 \Rightarrow \alpha=\sqrt{\frac{K_a}{C}}=\sqrt{\frac{2.1\times10^{-4}}{0.3}}=2.64\times10^{-2}$ (សំនើពិត)

ដូចនេះ $[H_3O^+] = 0.3\times2.64\times10^{-2}=\boxed{7.9\times10^{-3}M}$

8. ក. គណនាមេគុណអ៊ីយ៉ុងកម្ម α និង $[H_3O^+]$ នៃសូលុយស្យុង HClO 0.1M ។ គេឱ្យថេរអាស៊ីត $K_a=5\times10^{-8}$ ខ. បើគេបន្ថែម 0.2mol នៃ NaClO ចូលទៅក្នុង 1L នៃសូលុយស្យុងខាងលើ តើ $[H_3O^+]$ ប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច?

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម

$$HClO(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + ClO^-(aq)$$

t_o	C	0	0
t_{eq}	$C(1-\alpha)$	αC	αC

តាមថេរអាស៊ីត $K_a=\frac{\alpha^2C}{(1-\alpha)}$ បើ $1\gg\alpha$

ដូចនេះ $\alpha=\sqrt{\frac{K_a}{C}}=\sqrt{\frac{5\times10^{-8}}{0.1}}=\boxed{7.07\times10^{-4}}$ និង $[H_3O^+]=\boxed{7.07\times10^{-5}M}$

9. តើកំហាប់ $[HS^-]$ ថយចុះប៉ុន្មានដង បើគេបន្ថែម 0.1mol នៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនក្លរួ(HCl) ចូលទៅក្នុង 1L នៃសូលុយស្យុង H_2S 0.1M ។ គេឱ្យមេគុណអាក់ទីវីតេ $f_{H^+}=0.76$ និងថេរអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីត $(K_1=10^{-7})$ ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតាងប្រតិកម្ម

$$H_2S(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$$

t_o	C	0	0
t_{eq}	$C(1-\alpha)$	αC	αC

យើងបានថេរអាស៊ីត $K_1=\frac{\alpha^2C}{(1-\alpha)}$ បើ $1\gg\alpha$ នាំឱ្យគេបាន $\alpha=10^{-3}M$ ។ ដូចនេះ $[HS^-]_i=10^{-4}M$

នៅពេលដែលគេបន្ថែម HCl ចូលទៅក្នុងសូលុយស្យុង H_2S នោះ $[H_3O^+]$ នៅក្នុងសូលុយស្យុងកើនឡើងនាំឱ្យលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលមកឆ្វេង។ ដូច្នេះ $[HS^-]$ ថយចុះ។

យើងតាង x ជាកំហាប់ $[HS^-]$ ពេលដែលមានលំនឹង

នោះ $[H_3O^+] = x + a_{H^+} = x + (0.1\times0.76)$

ថេរអាស៊ីត $K_1=\frac{[x+(76\times10^{-3})]\times x}{0.1}=10^7 \Rightarrow x^2+76\times10^{-3}x=10^{-8}$

បើ $x^2=0 \Rightarrow x=\frac{10^{-8}}{76.10^{-3}}=\frac{10^5}{76}M$ ។ ដោយសារ $\frac{[HS^-]_i}{[HS^-]_f}=\frac{10^{-4}}{\frac{10^{-5}}{76}}=\boxed{760}$

ដូច្នេះ $[HS^-]$ ថយចុះ 760 ដង

10. គណនាមេគុណអាក់ទីវីតេមធ្យមរបស់ធាតុរលាយនៃសូលុយស្យុងទឹក $0.001m$ ចំពោះ HBr , HNO_3 និង H_2SO_4 បើ $A=0.54$ ។

<u>ដំណោះស្រាយ</u>

$f_{\pm HBr}=f_{\pm HNO_3}=0.9616$ និង $f_{\pm H_2SO_4}=0.8728$

$I=0.035$

* * * * *

ជំពូកទី 3 លំនឹងគីមី

មេរៀនទី 12 ធម្មជាតិនៃលំនឹងគីមី

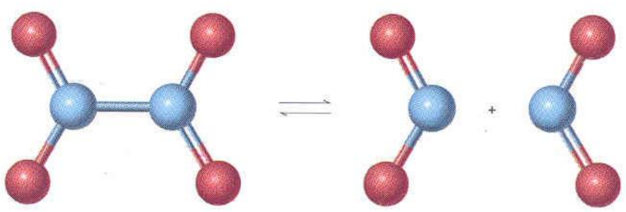
1. បញ្ញតិទូទៅស្ដីអំពីលំនឹង

មានប្រតិកម្មគីមីតិចណាស់ដែលប្រព្រឹត្តទៅនៅក្នុងទិសដៅតែមួយ។ប្រតិកម្មគីមីភាគច្រើនគឺប្រព្រឹត្តទៅតាមទិសដៅទៅមក។ ក្នុងដំណាក់កាលដំបូងនៃប្រតិកម្មទៅមក គឺមានលំនាំឆ្ពោះទៅរកការបង្កើតអង្គធាតុកកើត។ នៅពេលដែលអង្គធាតុកកើតត្រូវបានបង្កើតភ្លាមៗនោះ លំនាំនៃប្រតិកម្មត្រឡប់មកវិញក៏ចាប់ផ្ដើមដែរដែលបង្កើតជាម៉ូលេគុលអង្គធាតុប្រតិករវិញតាមរយៈអង្គធាតុកកើតដែលកកើតនោះ។ គេទទួលបានលំនឹងគីមីមួយគឺនៅពេលដែលល្បឿនប្រតិកម្មក្នុងទិសដៅបង្កើតអង្គធាតុកកើតស្មើនឹងល្បឿននៃប្រតិកម្មត្រឡប់មកបង្កើតអង្គធាតុប្រតិករវិញ ហើយកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតលែងប្រែប្រួល។

លំនឹងគីមី គឺជាលំនាំឌីណាមិចមួយ។ វាអាចប្រដូចទៅនឹងចលនានៃអ្នកជិះស្គីនៅកន្លែងជិះស្គី ដ៏អ៊ូរអរមួយដែលចំនួនអ្នកជិះស្គីនាំគ្នាឡើងលើកំពូលភ្នំតាមកៅអីយោងស្មើនឹងចំនួនអ្នកលោតចុះពីលើច្រាំងខ្ពស់ចុះមកក្រោមវិញ។ទោះបីជាមានការផ្ទេរដោយថេរចំពោះអ្នកជិះស្គីក៏ដោយចំនួនអ្នកជិះស្គីនៅលើកំពូលភ្នំនិងអ្នកនៅខាងក្រោមច្រាំងខ្ពស់គឺមិនប្រែប្រួលឡើយ។

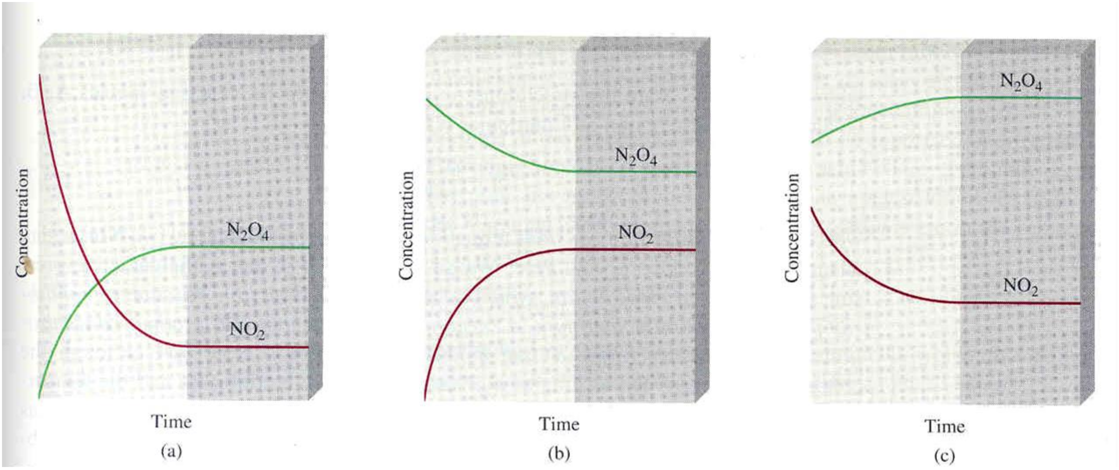
ចូរចងចាំថាលំនឹងគីមីគឺទាក់ទងទៅនឹងសារធាតុផ្សេងគ្នានៃអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើត។ លំនឹងរវាងផាសពីរនៃសារធាតុតែមួយហៅថាលំនឹងរូប ពីព្រោះបម្រែបម្រួលដែលកើតឡើងគឺជាលំនាំរូប។ ការបំភាយចំហាយទឹកនៅក្នុងផើងបិទជិតនៅសីតុណ្ហភាពដែលគេផ្ដល់ឱ្យគឺជាឧទាហរណ៍មួយនៃលំនឹងរូប។ ក្នុងឧទាហរណ៍នេះចំនួនម៉ូលេគុលទឹកដែលភាយជាចំហាយនិងចំនួនម៉ូលេគុលទឹកដែលក្លាយជាផាសរាវវិញគឺស្មើគ្នា ។ សមីការលំនឹងរូប $H_2O(l) \rightleftarrows H_2O(g)$ (សញ្ញាព្រួញទៅមកនេះបញ្ជាក់ថាជាលំនឹងរូប)។ ការសិក្សាពីលំនឹងរូបផ្ដល់នូវព័ត៌មាន មានប្រយោជន៍យ៉ាងច្រើនដូចជាលំនឹងនៃសម្ពាធ ចំហាយជាដើម។ ទោះបីយ៉ាងណាក៏ដោយគីមីវិទូមានការចាប់អារម្មណ៍យ៉ាងពិសេសក្នុងលំនឹងគីមី ដូចជាប្រតិកម្មទៅមកដែលទាក់ទងទៅនឹងអាសូតឌីអុកស៊ីត(NO_2)និងឌីអាសូតតេត្រាអុកស៊ីត(N_2O_4)។ សមីការលំនឹងគីមី $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ ដំណើរការនៃប្រតិកម្ម គឺគេអាចត្រួតពិនិត្យមើលបានយ៉ាងងាយពីព្រោះN_2O_4គឺជាឧស្ម័នដែលគ្មានពណ៌ចំណែកឯ NO_2មានពណ៌ត្នោតចាស់ដែលពេលខ្លះយើងអាចមើលឃើញក្នុងខ្យល់កខ្វក់(polluted air) ។ បើសិនគេបាញ់ឧស្ម័ន N_2O_4 ទៅក្នុងកែវសម្ងួតមួយគេឃើញមានពណ៌ត្នោតកើតឡើងភ្លាមៗ ដែលជាភស្ដុតាងបង្ហាញថាមានឧស្ម័ន NO_2 កើតឡើងវិញ។ ពណ៌កាន់តែឃើញច្បាស់នៅពេលឧស្ម័ន N_2O_4 បេះតែបន្តបំបែករហូតដល់ទទួលបានលំនឹងមួយ។ ក្រោយមកទៀត គឺមិនមានការប្រែប្រួលពណ៌ទៀតទេពីព្រោះកំហាប់នៃឧស្ម័នទាំងពីរ N_2O_4 និង NO_2 លែងប្រែប្រួល។ យើងក៏អាចធ្វើឱ្យកើតមានឡើងនូវស្ថានភាពលំនឹងមួយដែរដោយការចាប់ផ្ដើមជាមួយនឹងNO_2 សុទ្ធ។ ពេលដែលម៉ូលេគុល NO_2 ខ្លះចូលផ្សំគ្នាដើម្បីបង្កើតជាមួយម៉ូលេគុល N_2O_4 យើងឃើញថាមានការសាបពណ៌ឧស្ម័ន។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ មានវិធីផ្សេងទៀតដើម្បីបង្កើតឱ្យមានលំនឹងគីមីដែរ គឺ

ចាប់ផ្តើមជាមួយនឹងល្បាយនៃ NO_2 និង N_2O_4 ហើយយើងត្រួតពិនិត្យមើលប្រព័ន្ធប្រតិកម្មរហូតដល់ពណ៌ល្បាយឧស្ម័នលែងប្រែប្រួល។ ការសិក្សាទាំងនេះបង្ហាញថាប្រតិកម្មខាងលើនេះពិតជាប្រតិកម្មទៅមកមែនពីព្រោះអង្គធាតុបង្កសុទ្ធ (N_2O_4ឬNO_2) ដែលធ្វើប្រតិកម្មផ្តល់អង្គធាតុកកើតជាឧស្ម័នផ្សេងទៀត។ កត្តាសំខាន់ដែលត្រូវចាំទុកថា នៅពេលមានលំនឹងការបំប្លែងពី NO_2 ទៅ N_2O_4 និងពី N_2O_4 ទៅ NO_2 នៅតែប្រព្រឹត្តទៅជានិច្ច។



រូបភាពទី1 បង្ហាញពីប្រតិកម្មលំនឹងគីមីរវាងN_2O_4 និងNO_2

នៅពេលលំនឹងយើងមិនឃើញមានការប្រែប្រួលពណ៌ទេពីព្រោះល្បឿននៃប្រតិកម្មទាំងពីរគឺស្មើគ្នា។ ការបំបាត់ម៉ូលេគុល NO_2 គឺមានល្បឿនរហ័សស្មើនឹងការកកើតឡើងនៃអង្គធាតុកកើតម៉ូលេគុល NO_2 ឡើងវិញហើយ ការកកើតឡើងនៃម៉ូលេគុល N_2O_4 មានល្បឿនរហ័សស្មើនឹងការបំបែករបស់ N_2O_4ទៅវិញដែរ។



រូបភាពទី2 បង្ហាញពីបម្រែបម្រួលកំហាប់NO_2និងN_2O_4ជាមួយនឹងរយៈពេលជាមួយស្ថានភាពទាំងបី

រូបភាព(a)ផ្តើមដោយមានតែ NO_2សុទ្ធ រូបភាព(b)ផ្តើមដោយមានតែ N_2O_4សុទ្ធ រូបភាព(c)ផ្តើមដោយល្បាយ NO_2និង N_2O_4។ ទោះបីករណីទាំងបីសុទ្ធតែទទួលបានលំនឹងតែកំហាប់ NO_2និង N_2O_4 មិនដូចគ្នាទេ។

2. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម (K)

តារាង(1)បង្ហាញនូវទិន្នន័យពិសោធន៍ខ្លះនៃប្រព័ន្ធ NO_2និងN_2O_4 នៅសីតុណ្ហភាព25°C។ កំហាប់របស់ឧស្ម័នគិតជាម៉ូលឡារីតែដែលយើងអាចគណនាចេញពីចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននៅពេលផ្តើមនិងនៅពេលលំនឹងហើយនឹងមាឌរបស់កែវគិតជាលីត្រ។ការវិភាគពីទិន្នន័យលំនឹងបង្ហាញថាទោះបីជាកំហាប់$[NO_2]$និង$[N_2O_4]$ មានតម្លៃខុសគ្នាក៏ដោយក៏ផលធៀបនៃ $\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ មានតម្លៃស្មើរតែថេរដែលជាមធ្យមគឺ 4.63×10^{-3} ។

កន្សោមផលធៀបនេះគេហៅថាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម ដែលគេតាង $K=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ ។

(តារាងទី១៖ ប្រព័ន្ធ និង សីតុណ្ហភាព

កំហាប់ម៉ូឡារីតេដើម(M)		កំហាប់ម៉ូឡារីតេពេលលំនឹង(M)		ផលធៀបកំហាប់ពេលលំនឹង	
$[NO_2]_o$	$[N_2O_4]_o$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]/[N_2O_4]$	$[NO_2]^2/[N_2O_4]$
0.000	0.670	0.0547	0.643	0.0851	$4.65x10^{-3}$
0.050	0.446	0.0457	0.448	0.102	$4.66x10^{-3}$
0.03	0.500	0.0475	0.491	0.0967	$4.60x10^{-3}$
0.040	0.600	0.0523	0.594	0.0880	$4.60x10^{-3}$
0.200	0.000	0.0204	0.0898	0.227	$4.63x10^{-3}$

ចូរចងចាំថាស្វ័យគុណ 2 នៃ$[NO_2]$ ក្នុងរូបមន្តខាងលើនេះ គឺបានមកពីមេគុណស្មើស្សមេទ្រីនៃ NO_2 ក្នុងសមីការលំនឹងគីមី។ យើងអាចសរសេរសមីការលំនឹងគីមីទូទៅaA(g) + bB(g) $aA(g)+bB(g)\rightleftarrows cC(g)+dD(g)$ ដែល a, b, c និង d គឺជាមេគុណស្មើស្សមេទ្រីសម្រាប់ប្រភេទគីមីដែលធ្វើប្រតិកម្ម A, B, C និង D ។ សម្រាប់ប្រតិកម្មលំនឹងគិមីនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់ណាមួយនោះ យើងបានកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ (2) ដែលK គឺជាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម។ សមីការ(2) ត្រូវបានរកឃើញក្នុងឆ្នាំ 1864 ដោយអ្នកគីមីវិទ្យាជនជាតិណរវេសពីររូបគឺ លោក Cato Guldberg និងលោក Peter Waage ។ វាជាការបកស្រាយតាមបែបគណិតវិទ្យាស្តីពីច្បាប់អំពើនៃម៉ាស(Law of Mass Action) របស់ពួកគេដែលចែងថា ចំពោះប្រតិកម្មលំនឹងគីមីស្ថិតនៅក្នុងភាពលំនឹងនៃសីតុណ្ហភាពថេរមួយ ផលធៀបពិតប្រាកដនៃផលគុណកំហាប់អង្គធាតុកកើត នឹងផលគុណកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករជាមួយស្វ័យគុណនៃលេខមេគុណសស្មើស្សមេទ្រីមានតម្លៃថេរមួយគឺ K (ថេរលំនឹង)។ ចូរចងចាំថាចំពោះប្រតិកម្មមួយដែលគេផ្តល់ឱ្យនៅចំនុចលំនឹងហើយសីតុណ្ហភាពមិនប្រែប្រួល តាមច្បាប់អំពើនៃម៉ាស គឺយើងបានតម្លៃ K ថេរជានិច្ច ទោះជាកំហាប់ប្រភេទគីមីដែលដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មប្រែប្រួលក៏ដោយ។ សមីការ(2)និងច្បាប់អំពើនៃម៉ាសគឺត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយសារបានសិក្សាទៅលើប្រតិកម្មលំនឹងគីមីជាច្រើន។ ដូច្នេះថេរលំនឹង គឺកំណត់ដោយផលធៀបមួយដែលភាគយកគឺជាផលគុណនៃកំហាប់អង្គធាតកកើតនៅពេលលំនឹង ហើយភាគបែងគឺជាផលគុណនៃកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនៅពេលលំនឹងដែលកំហាប់ទាំងនេះត្រូវតំឡើងស្វ័យគុណឱ្យស្មើនឹងមេគុណស្មើស្សមេទ្រីក្នុងសមីការលំនឹងគីមី។តម្លៃនៃថេរលំនឹងប្រាប់យើងថាតើលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលទៅរកអង្គធាតុកកើត ឬអង្គធាតុប្រតិករ?

បើសិនជាK>>1 លំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលមកស្តាំ(រំកិលមកខាងអង្គធាតុកកើត)

បើសិនជា K<<1 លំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលមកឆ្វេង(រំកិលមកខាងអង្គធាតុប្រតិករ)

ក្នុងន័យនេះបើតម្លៃK>10 ត្រូវចាត់ទុកធំជាង 1 ច្រើនដង ប៉ុន្តែបើ K<0.1ត្រូវចាត់ទុកតូចជាង1 ច្រើនដង។ ទោះជាការប្រើពាក្យ(អង្គធាតុប្រតិករ) និង(អង្គធាតុកកើត) ក៏នៅមានការច្រឡំគ្នាព្រោះអង្គ

ជាតុខ្លះដើរតួជាអង្គធាតុប្រតិករក្នុងប្រតិកម្មវិកិលមកស្តាំហើយអាចដើរតួជាអង្គធាតុប្រតិករក្នុងប្រតិកម្មវិកិលមកឆ្វេងក៏បាន។

គេកំណត់ជារួមថាអង្គធាតុប្រតិករនៅអង្គខាងឆ្វេងនៃសញ្ញាព្រួញទៅមកនិងអង្គធាតុកកើតនៅខាងស្តាំនៃសញ្ញាព្រួញទៅមក។

3. ការសរសេរសមីការថេរលំនឹង

ការសិក្សាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មមានសារៈសំខាន់យ៉ាងជ្រាលជ្រៅក្នុងមុខវិជ្ជាគីមីវិទ្យា។ អ្នកនឹងបានឃើញនៅចំណុចខាងក្រោមនេះគឺថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មជាគន្លឹះមួយសម្រាប់ដោះស្រាយនូវការប្រែប្រួលបរិមាណអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតក្នុងប្រតិកម្មគីមីដែលទាក់ទងទៅនឹងប្រព័ន្ធលំនឹង។

ឧទាហរណ៍: អ្នកគីមីផ្នែកឧស្សាហកម្មម្នាក់ចង់បង្កើតទិន្នផលអតិបរមានៃអាស៊ីតស៊ុលផួរិកបាននិយាយថា៖ ត្រូវយល់ឱ្យច្បាស់ពីថេរលំនឹងគ្រប់ដំហ៊ានទាំងអស់នៃដំណើរការបង្កើតអាស៊ីតស៊ុលផួរិកដោយចាប់ផ្តើមពីលំនាំអុកស៊ីតកម្មនៃស្ពាន់ធ័រហើយបញ្ចប់ទៅវិញដោយការកកើតអាស៊ីតស៊ុលផួរិកចុងក្រោយ។

ឧទាហរណ៍:គ្រូពេទ្យម្នាក់ដែលមានជំនាញព្យាបាលខាងវិសមភាពអាស៊ីត-បាសក្នុងខ្លួនមនុស្ស គឺចាំបាច់ត្រូវតែដឹងពីថេរលំនឹងអាស៊ីតខ្សោយនិងបាសខ្សោយ។ ការយល់ដឹងពីថេរលំនឹងដែលទាក់ទងទៅនឹងប្រតិកម្មក្នុងផាសឧស្ម័ននឹងជួយអ្នកគីមីវិទ្យាផ្នែកបរិស្ថានឱ្យយល់ដឹងកាន់តែច្បាស់ពីលំនាំការបំផ្លាញស្រទាប់អូសូននៅស្រទាប់ Stratosphere (ជាស្រទាប់បរិយាកាស ដែលមានកំពស់ពី10kmទៅ60km ពីផែនដី)។

ដើម្បីសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងយើងត្រូវរកកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ និងកំហាប់អង្គធាតុកកើតនៅពេលលំនឹង។ ការណែនាំរបស់យើងទាក់ទងទៅនឹងច្បាប់អំពើនៃម៉ាស ដែលជារូបមន្តទូទៅសម្រាប់រកកំហាប់លំនឹងមួយ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតគឺអាចប្តូរគិតជាខ្នាតផ្សេងៗហើយប្រភេទគីមីដែលចូលធ្វើប្រតិកម្មគឺមិនមែនតែងតែមានផាសដូចគ្នាឡើយ។ដូចនេះហើយគឺមានវិធីផ្សេងៗទៀតដើម្បីបង្ហាញពីថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មដូចគ្នា។ ជាដំបូងយើងពិចារណាពីប្រតិកម្ម ដែលអង្គធាតុប្រតិករ និងអង្គធាតុកកើតស្ថិតក្នុងផាសដូចគ្នា។

3.1. ប្រតិកម្មលំនឹងអូម៉ូសែន

ប្រតិកម្មលំនឹងអូម៉ូសែនមានន័យថានៅក្នុងប្រតិកម្មគីមីប្រភេទគីមីទាំងអស់មានផាសដូចគ្នា។

ឧទាហរណ៍៖ ប្រតិកម្មបំបែក N_2O_4 ជាប្រតិកម្មលំនឹងអូម៉ូសែនដែលគេតាងថេរលំនឹងដោយ $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

(K_c គឺជាថេរលំនឹងគណនាតាមកំហាប់ម៉ូឡារីតេពេលមានលំនឹង) កំហាប់អង្គធាតុប្រតិករឧស្ម័ននិងអង្គធាតុកកើតឧស្ម័នអាចគណនាតាមសម្ពាធដោយផ្នែកបានដែរ។ តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ pV=nRT នៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌសីតុណ្ហភាពថេរ សម្ពាធឧស្ម័នមានទំនាក់ទំនងដោយផ្ទាល់ជាមួយកំហាប់ម៉ូឡារីតេ ($p = \frac{n}{V}RT$)។

ដូច្នេះ សម្រាប់ដំណើរការលំនឹងគីមីនៃប្រតិកម្ម $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ យើងអាចសរសេរ $K_p = \frac{p^2_{NO_2}}{p_{N_2O_4}}$ (K_p ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មគណនាតាមសម្ពាធដោយផ្នែក) p_{NO_2} គឺជាសម្ពាធដោយផ្នែក NO_2 និង $p_{N_2O_4}$ ជាសម្ពាធដោយផ្នែក N_2O_4 (គិតជាatm)។ ជាទូទៅតម្លៃ K_c មិនស្មើ K_p ព្រោះថាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតមិនស្មើនឹងកំហាប់ម៉ូឡារីតេទេ។ទំនាក់ទំនង K_c និង K_p អាចបង្ហាញដូចខាងក្រោមនេះ ចូរពិចារណាប្រតិកម្មលំនឹងគីមីក្នុងផាសឧស្ម័នតាមសមីការប្រតិកម្មលំនឹង $a\,A(g) \rightleftarrows b\,B(g)$

កន្សោមថេរលំនឹងគណនាតាមកំហាប់ម៉ូឡារីតេ(កំហាប់ជាម៉ូល) $K_c = \frac{[B]^b}{[A]^a}$ (1)

កន្សោមថេរលំនឹងគណនាតាមសម្ពាធដោយផ្នែក $K_p = \frac{p_B^b}{p_A^a}$ (2)

តែ $P_A = [A]RT$ និង $P_B = [B]RT$ យកតម្លៃនេះជំនួសក្នុងសមីការ(2)

គេបាន $K_p = \frac{([B]RT)^b}{([A]RT)^a} = \frac{[B]^b}{[A]^a}(RT)^{(b-a)} = K_c(RT)^{(b-a)} = K_c(RT)^{\Delta n}$

ដូចនេះទំនាក់ទំនង K_p និង K_c គឺ $\boxed{K_p = K_c(RT)^{\Delta n}}$ បើ $\Delta n = 0$ នាំឱ្យ $K_p = K_c$ ជាទូទៅ $K_p \neq K_c$ កាលណា $\Delta n \neq 0$

ឧទាហរណ៍៖ សមីការប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ ក្នុងករណីនេះ $\Delta n = 0$ នាំឱ្យ $K_p = K_c$ យើងមានឧទាហរណ៍មួយផ្សេងទៀតដែលបង្ហាញពីលំនឹងអូម៉ូសែន។ សមីការតាងប្រតិកម្មអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីតអាសេទិចក្នុងសូលុយស្យុងទឹក $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$ កន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $K_c' = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH][H_2O]}$ យើងសរសេរជា K_cព្រីម (K_c') ព្រោះដើម្បីបង្ហាញពីភាពខុសគ្នានៃទំរង់ថេរលំនឹងចុងក្រោយដែលនឹងទាញបានដូចខាងក្រោម។ក្នុងទឹក1L=1000gមាន55.5molទឹក។ ដូច្នេះ$[H_2O]$=55.5M នេះគឺជាបរិមាណដ៏ច្រើនបើប្រៀបធៀប ទៅនឹងកំហាប់ប្រភេទគីមីដទៃទៀតក្នុងសូលុយស្យុង (ធម្មតា 1molឬតិចជាងនេះ) ហើយយើងគិតថាវាមិនប្រែប្រួលសមស្របនៅក្នុងប្រតិកម្ម។ ដូចនេះយើងចាត់ទុកកំហាប់ទឹក$[H_2O]$គឺជាតម្លៃថេរមួយហើយយើងអាចសរសេរឡើងវិញនូវថេរលំនឹងគឺ៖

$K_c = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ ដែល $K_c = [H_2O]K_c'$ ។ ចូរចងចាំថាតាមការអនុវត្តទូទៅថេរលំនឹងគឺមិនមានខ្នាតទេ ក្នុងទែម៉ូឌីណាមិច K គឺ កំណត់ថាគ្មានខ្នាតឡើយ ព្រោះថាគ្រប់កំហាប់ទាំងអស់ (ជាម៉ូឡារីតេ) ឬសម្ពាធ (គិតជាatm) គឺជា ផលធៀបនៃតម្លៃស្តង់ដា 1Mឬ1atm។ដំណើរការនេះគឺបំបាត់ខ្នាតចោលទាំងអស់តែមិនបានធ្វើឱ្យប្រែប្រួលដល់តម្លៃកំហាប់ឬសម្ពាធឡើយ។ ជាលទ្ធផល K គឺគ្មានខ្នាត។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមនេះគឺបង្ហាញពីដំណើរការសរសេរសមីការថេរលំនឹងនិងការគណនាថេរលំនឹងតាមកំហាប់នៅលំនឹង។

<u>**លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 1**</u>៖ ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម K_c និងK_p (បើសិនជាមាន) ដែលត្រូវនឹងប្រតិកម្មលំនឹងគីមីស្ថានភាពលំនឹងដូចខាងក្រោម៖

ក. $HF(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + F^-(aq)$

ខ. $2NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$

គ. $CH_3COOH(l) + C_2H_5OH(l) \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5(l) + H_2O(l)$

ដំណោះស្រាយ

ក. ដោយសារប្រភេទគីមីជាផាសរាវក្នុងសមីការ។ដូចនេះយើងមិនអាចសរសេរ Kp បានឡើយ យើងសរសេរបានតែ $K_c = \frac{[H_3O^+][F^-]}{[HF]}$ HFជាអាស៊ីតខ្សោយ។ ដូចនេះបរិមាណទឹកដែលមានក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតគឺ អាចចោល បានបើប្រៀបធៀបទៅនឹងបរិមាណទឹកសរុបដែលជាអង្គធាតុរំលាយ។

ខ $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$ និង $K_p = \frac{p^2_{NO_2}}{p^2_{NO} \times p_{O_2}}$

គ. ថេរលំនឹង $K_c^{'}$ គឺ $K_c^{'} = \frac{[CH_3COOC_2H_5][H_2O]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}$ ដោយបរិមាណទឹកដែលកើតឡើងនៅក្នុងប្រតិកម្មគឺអាចចោលបានបើធៀបទៅនឹងបរិមាណទឹកដែលជាអង្គធាតុរំលាយដូចនេះកំហាប់នៃទឹកមិនប្រែប្រួលឡើយ។

ដូច្នេះយើងអាចសរសេរថេរលំនឹងថ្មីគឺ $K_c^{'} = \frac{[CH_3COOC_2H_5]}{[CH_3COOH][C_2H_5OH]}$

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 2 ៖ សមីការលំនឹងគីមី$2NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ នេះគេសិក្សានៅសីតុណ្ហភាព230^oCក្នុងពិសោធន៍នេះកំហាប់នៃប្រភេទគីមីក្នុងភាពលំនឹងគឺ $[NO_2]$= 0.0542 M, $[O_2]$= 0.127 M និង $[NO_2]$= 15.5 Mចូរគណនាថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមីនៅសីតុណ្ហភាពខាងលើនេះ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការលំនឹងគីមី

$2NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ ត្រូវនឹងកន្សោមថេរលំនឹង $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$

ដោយជំនួសតម្លៃកំហាប់ចូលក្នុងកន្សោមថេរលំនឹងយើងទទួលបាន $K_c = \frac{(15.5)^2}{(0.0542)^2(0.127)} = 6.44\times10^5$

ចូរចងចាំថា៖ K_cមិនមានខ្នាតទេ។ ម៉្យាងទៀតតម្លៃនៃK_cគឺវាអាស្រ័យទៅនឹងកំហាប់នៃអង្គធាតុកកើត(NO_2) ហើយអង្គធាតុកកើតនេះក៏មានទំនាក់ទំនងទៅនឹងកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករផងដែរ (NO និង O_2)។

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 3 ៖ កាបូនីលក្លរួ($COCl_2$)បានប្រើប្រាស់ជាឧស្ម័នពុលនៅក្នុងសង្គ្រាមលោកលើកទី1។ គេទង្វើឧស្ម័នកាបូនីលក្លរួតាមសមីការតុល្យការ $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows COCl_2(g)$ ។កំហាប់ប្រភេទគីមីនៃឧស្ម័ន នីមួយៗពេលមាននឹងៈ [CO] = 0.012x10M , $[Cl_2]$ = 0.054M និង $[COCl_2]$ = 0.14M។ គណនា K_c ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម។

ដំណោះស្រាយ

សមីការតុល្យការ

$CO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows COCl_2(g)$ កន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $K_c = \frac{[COCl_2]}{[CO][Cl_2]}$

អនុវត្តន៍ជាលេខ $K_c = \frac{0.14}{0.012 \times 0.045} = 259.26$ **លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី4៖** ថេរលំនឹង Kp នៃប្រតិកម្មបំបែកផូស្វរប៉ង់តាក្លរ (PCl_5)ទៅជាផូស្វរទ្រីក្លរ (PCl_3)និងម៉ូលេគុលក្លរ(Cl_2) គឺ 1.05 នៅសីតុណ្ហភាព 250°Cតាមសមីការលំនឹងគីមី $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ បើសម្ពាធលំនឹងដោយផ្នែកនៃ PCl_5 និង PCl_3 គឺ 0.875 atm និង 0.463 atmរៀងគ្នា។ ចូរគណនាសម្ពាធដោយផ្នែកនៅពេលមានលំនឹងនៃ Cl_2 នៅ 250°C ។

ដំណោះស្រាយ

ដំបូងយើងសរសេរ Kp នៃសម្ពាធលំនឹងដោយផ្នែករបស់ប្រភេទគីមីពេលមានលំនឹង $K_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}}$

ដោយដឹងពីសម្ពាធផ្នែកយើងសរសេរ $1.05 = \frac{(0.463)(P_{Cl_2})}{(0.875)}$ ។ ដូច្នេះ $P_{CL_2} = \frac{(1.05)(0.875)}{(0.463)} = 1.98atm$

លំហាត់៖ ថេរលំនឹង K_pនៃប្រតិកម្ម$2NO_2(g) \rightleftarrows 2NO(g) + O_2(g)$ គឺ 158នៅសីតុណ្ហភាព1000K។ គណនាសម្ពាធដោយផ្នែកអុកស៊ីហ្សែន (P_{O_2})។ គេឱ្យ $P_{NO_2} = 0.400atm$ និង $P_{NO} = 0.220atm$។

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 5 ៖ ថេរលំនឹង (K_c) នៃប្រតិកម្ម $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ គឺ 4.63×10^{-3} នៅ 25°C។ ចូរគណនាតម្លៃនៃថេរលំនឹងប្រតិកម្មតាម K_p នៅសីតុណ្ហភាពនេះ ។

ដំណោះស្រាយ

តាមទំនាក់ទំនង K_c និង K_p យើងអាចសរសេរតាមរូបមន្ត $K_p = K_c(0.0821T)^{\Delta n}$

ដោយ T= 298 K $\Delta n = 2-1 = 1$ និង $K_c = 4.63 \times 10^{-3}$ ។ ដូច្នេះ$K_p = (4.63 \times 10^{-3})(0.0821 \times 298) = 0.113$

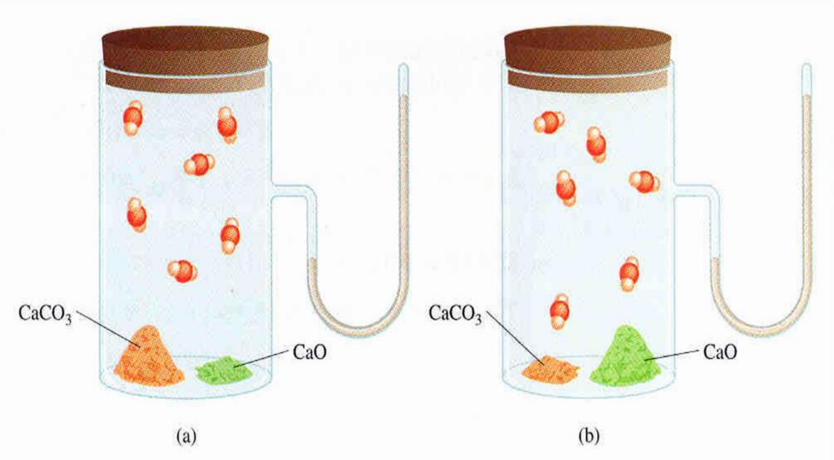
ចូរចងចាំថា: K_c និង K_p ជាទំហំគ្មានខ្នាត។ តាមឧទាហរណ៍នេះបង្ហាញថាយើងអាចទទួលបានតម្លៃថេរលំនឹងផ្សេងៗគ្នាសម្រាប់ប្រតិកម្មដូចគ្នាអាស្រ័យទៅលើការគណនាតាមម៉ូឡារីតេឬតាមសម្ពាធគិតជាatm។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖គេមានសមីការលំនឹងគីមី $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$។ តម្លៃ $K_p = 4.3 \times 10^{-4}$ នៅសីតុណ្ហភាព375°C។ គណនាតម្លៃK_c នៃប្រតិកម្មនេះ។

3.2. ប្រតិកម្មលំនឹងអេតេរ៉ូសែន

ដូចដែលអ្នករំពឹងទុកលំនឹងផាសខុសគ្នា គឺជាលទ្ធផលនៃប្រតិកម្មទៅមកដែលទាក់ទងទៅនឹងអង្គធាតុប្រតិករ និងអង្គធាតុកកើតដែលស្ថិតនៅក្នុងផាសផ្សេងគ្នា។ ឧទាហរណ៍យើងដុតកម្តៅកាល់ស្យូមកាបូណាតក្នុងកែវបិទជិតមួយយើងនឹងទទួលបាន$CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_2(g)$ អង្គធាតុរឹងទាំងពីរនិងអង្គធាតុឧស្ម័នមួយបង្កើតបានផាសពាជាច់ៗពីគ្នា។ នៅពេលលំនឹងយើងសរសេរថេរលំនឹងជា

$$K_c' = \frac{[CaO][CO_2]}{[CaCO_3]} \quad (6)$$



រូបភាពទី 3 បង្ហាញថា ក្នុង (a) និង (b) សម្ពាធលំនឹងនៃ CO_2 ដូចគ្នា ចំពោះសីតុណ្ហភាពដូចគ្នាទោះបីជាបរិមាណ$CaCO_3$ និងCaOខុសគ្នាក៏ដោយ

ជាថ្មីម្តងទៀត យើងសរសេរជា $K_c^{'}$ ព្រោះដើម្បីបង្ហាញពីភាពខុសគ្នានៃទំរង់ថេរលំនឹងចុងក្រោយដែលនឹងទាញបានដូចខាងក្រោម។ ទោះបីយ៉ាងណាក៏ដោយ កំហាប់នៃអង្គធាតុរឹងគឺដូចដង់ស៊ីតេរបស់វាដែរគឺមានលក្ខណៈអាំងតង់ស៊ីវ (Intensive) ហើយវាមិនអាស្រ័យនឹងបរិមាណដែលវាមាននោះទេ។ ឧទាហរណ៍៖ កំហាប់ជាម៉ូលនៃទង់ដែង (ដង់ស៊ីតេ 8.96 g/cm^3)នៅសីតុណ្ហភាព 20°C គឺនៅថេរដដែល ទោះបីជាយើងមានទង់ដែង 1g ឬ 1 តោនក្តី។ សម្រាប់ហេតុផលនេះកំហាប់[$CaCO_3$] និង[CaO]គឺមានតម្លៃថេរហើយអាចផ្សំជាមួយថេរលំនឹង។ យើងអាចសរសេរជាសមីការយ៉ាងងាយ ៖ $\frac{[CaCO_3]}{[CaO]}K_c^{'} = K_c = [CO_2]$ (7)

K_cជាថេរលំនឹងថ្មី គឺអាចសរសេរស្មើនឹងកំហាប់ [CO_2] តែមួយ។ ចំនាំថាតម្លៃរបស់ K_cគឺមិនអាស្រ័យទៅនឹង បរិមាណនៃ $CaCO_3$និង CaO ឡើយ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត យើងអាចសរសេរសមីការលំនឹងជា៖ $K_p = p_{CO_2}$ (8) ក្នុងករណីនេះ ថេរលំនឹងគឺស្មើទៅនឹងសម្ពាធនៃឧស្ម័ន CO_2 ដែលជាបរិមាណដែលអាចវាស់បាន ដោយងាយស្រួល។ បើសិនជាអង្គធាតុប្រតិករ ឬអង្គធាតុកកើតគឺជាអង្គធាតុរាវ យើងអាចចាត់ទុកកំហាប់របស់អង្គធាតុទាំងនោះថេរ ហើយអាចមិនបាច់សរសេរវាក្នុងសមីការថេរលំនឹងបាន។ ខាងក្រោមនេះជាឧទាហរណ៍ទាក់ទងទៅនឹងលំនឹងអេតេរ៉ូសែន។

<u>លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 6</u>៖ ចូរសរសេរសមីការថេរលំនឹង K_cនិង K_p (បើសិនជាមាន) សម្រាប់ប្រព័ន្ធអេតេរ៉ូសែនដូចខាងក្រោម ៖

ក. $(NH_4)_2Se(s) \rightleftarrows 2NH_3(g) + H_2Se(g)$

ខ. $AgCl(s) \rightleftarrows Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$

គ. $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightleftarrows 4PCl_3(l)$

ដំណោះស្រាយ

ក. សមីការលំនឹងគីមី $(NH_4)_2Se\ (s) \rightleftarrows 2NH_3(g) + H_2Se(g)$ កន្សោមថេរលំនឹង $K_c' = \frac{[NH_3]^2[H_2Se]}{[(NH_4)Se]}$

ដោយ $(NH_4)_2Se$ ជាអង្គធាតុរឹង យើងអាចសរសេរថេរលំនឹងថ្មីជា $K_c = [NH_3]^2[H_2Se]$ ដែល $K_c = K_c'[(NH_4)_2Se]$។ ម្យ៉ាងវិញទៀតយើងអាចសរសេរសមីការថេរលំនឹងK_pដែលជាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ NH_3 និង H_2Se ជា $K_p = P^2_{NH_3}P_{H_2Se}$ ។

ខ. សមីការលំនឹងគីមី $AgCl(s) \rightleftarrows Ag^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$ ។ កន្សោមថេរលំនឹង $K_c' = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$

$K_c = [Ag^+][Cl^-]$ យើងអាចបាន $K_c'[AgCl] = K_c$ ពីព្រោះ AgCl គឺជាអង្គធាតុរឹង។

គ. សមីការលំនឹងគីមី $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightleftarrows 4PCl_3(l)$ យើងបានថេរលំនឹង $K_c' = \frac{[PCl_3]^4}{[P_4][Cl_2]^6}$ ។ ដោយសារអង្គធាតុរឹងសុទ្ធនិងអង្គធាតុរាវសុទ្ធមិនកើតឡើងក្នុងកន្សោមថេរលំនឹង យើងអាចសរសេរ $K_c = \frac{1}{[Cl_2]^6}$ ។ ម្យ៉ាងទៀត យើងអាចសរសេរសមីការថេរលំនឹងដោយគិតពីសម្ពាធរបស់ឧស្ម័ន Cl_2 វិញគឺ $K_p = \frac{1}{P^6_{Cl_2}}$ ។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ ចូរសរសេរសមីការថេរលំនឹងK_c និងK_p សម្រាប់ការបង្កើតឡើងនូវនីកែលតេត្រាកាបូនីលដែលគេប្រើសម្រាប់ញែកយកនីកែលចេញពីភាពមិនសុទ្ធ។ គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $Ni(s)+4CO(g) \rightleftarrows Ni(CO)_4(g)$

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី7 គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $CaCO_3\ (s) \rightleftarrows CaO\ (s) + CO_2\ (g)$។ ចូរពិចារណានូវថេរលំនឹងនៃលំនឹងអេតេរ៉ូសែននៃសមីការខាងលើនៅសីតុណ្ហភាព800°Cសម្ពាធនៃឧស្ម័ន CO_2 គឺ 0.236 atm ។ ចូរគណនាK_pនិង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មនៅសីតុណ្ហភាពនេះ។

ដំណោះស្រាយ

តាមរូបមន្ត $K_p = p_{CO_2} = 0.236$ និងតាមទំនាក់ទំនង $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$ ក្នុងករណីនេះ T = 800 +273 = 1073 K និង $\Delta n = 1$នាំឱ្យ$0.236 = K_c\ (0.0821 \times 1073)$។ ដូចនេះ $K_c = 2.68 \times 10^{-3}$

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ ចូរគណនាលំនឹងK_p និងK_c នៃសមីការលំនឹងគីមី $NH_4HS(s) \rightleftarrows NH_3(g) + H_2S(g)$ នៅ 295K បើសម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ននីមួយៗគឺ 0.265atm ដូចគ្នា។

3.3. ពហុលំនឹង

ប្រតិកម្មដែលបានសិក្សាពីមុនគឺមានលក្ខណៈមិនសាំញ៉ាំប៉ុន្មានទេ។ លក្ខខ័ណ្ឌដែលសាំញ៉ាំជាងនេះគឺអង្គធាតុកកើតនៃប្រតិកម្មដែលស្ថិតក្នុងលំនឹងមួយវាមានទំនាក់ទំនងទៅនឹងលំនឹងដែលកើតឡើងបន្ទជាលើកទី២មួយទៀត។ $A + B \rightleftarrows C + D$ (១) និង $C + D \rightleftarrows E + F$ (២) អង្គធាតុកកើតដែលកើតឡើងក្នុងប្រតិកម្មទី១ (C និង D) មានប្រតិកម្មបន្តទៀតកើតបានជា E និងF ។ នៅភាពលំនឹងយើងអាច

សរសេរថេរលំនឹងពីរដាច់ពីគ្នា $K_c^{'}=\frac{[C][D]}{[A][B]}$ និង $K_c^{''}=\frac{[E][F]}{[C][D]}$ ។ ប្រតិកម្មសរុបគឺទទួលបានពីការបូកប្រតិកម្មទាំងពីរបញ្ចូលគ្នា

$$A + B \rightleftarrows C + D \quad (1)$$

$$C + D \rightleftarrows E + F \quad (2)$$

$$A + B \rightleftarrows E + F \qquad K_c$$

ហើយថេរលំនឹង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មសរុបគឺ $K_c=\frac{[E][F]}{[A][B]}$ ។ យើងនឹងទទួលបានសមីការដូចគ្នាផងដែរបើសិនជាយើងគុណសមីការលំនឹងនៃអង្គធាតុកកើតទាំងពីរដំណាក់ការ។ $K_c^{'}\times K_c^{''}=\frac{[C][D]}{[A][B]}\times\frac{[E][F]}{[C][D]}=\frac{[E][F]}{[A][B]}=K_c$

ដូច្នេះ $K_c=K_c^{'}\times K_c^{''}$ (9)។ ឥឡូវយើងអាចនិយាយពីពហុលំនឹងបានថា បើសិនមានប្រតិកម្មមួយប្រព្រឹត្តទៅជាពីរឬច្រើនដំណាក់ការនោះថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មសរុប ស្មើនឹងផលគុណថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មនីមួយៗដែលទទួលបានក្នុងដំណាក់ការនីមួយៗ។ ក្នុងចំនោម ឧទាហរណ៍ជាច្រើនអំពីពហុលំនឹងនោះ គឺអ៊ីយ៉ុងកម្មនៃអាស៊ីត ឌីប្រូទិចក្នុងសូលុយស្យុងទឹក។ការសិក្សាពីថេរលំនឹងខាងក្រោម គឺយើងលើកយកអាស៊ីតកាបូនិកនៅសីតុណ្ហភាព25°C $H_2CO_3(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$ ថេរលំនឹង $K_c^{'}=\frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}=4.2\times10^{-7}$

សមីការតាងប្រតិកម្ម $HCO_3^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ ថេរលំនឹង $K_c^{''}=\frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}=4.8\times10^{-11}$

ប្រតិកម្មសរុបគឺបានមកពីការបូកប្រតិកម្មទាំងពីរខាងលើ $H_2CO_3(aq) \rightleftarrows 2H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ ថេរលំនឹងដែលត្រូវគ្នានឹងប្រតិកម្មនេះគឺ $K_c = K_c^{'}\times K_c^{''} = (4.2\times10^{-7})(4.8\times10^{-11}) = 2.0\times10^{-17}$ ។

4. កន្សោមនៃថេរលំនឹង K ប្រែប្រួលតាមរបៀបសរសេរសមីការលំនឹងគីមី

មុននឹងសិក្សាចំណុចនេះ ចូរយើងពិនិត្យមើលពីវិធានសំខាន់ៗពីរខាងក្រោមសម្រាប់សរសេរសមីការថេរលំនឹងសិន ។

ពេលសមីការតាងឱ្យប្រតិកម្មទៅមក សរសេរក្នុងទិសដៅទៅមកនោះថេរលំនឹងក៏អាចត្រឡប់ទៅតាមទិសដៅដើមនៃប្រតិកម្មដែរ។ ដូចនេះបើយើងសរសេរសមីកានៃប្រព័ន្ធ NO_2 និង N_2O_4 អាចសរសេរសមីកាលំនឹង $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ យើងបាន $K_c=\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}=4.63\times10^{-3}$ យើងក៏អាចសរសេរសមីការលំនឹងជា $2NO_2(g) \rightleftarrows N_2O_4(g)$ បានផងដែរហើយថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មគឺ $K_c^{'}=\frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}=\frac{1}{K_c}=\frac{1}{4.63\times10^{-3}}=216$

យើងឃើញថា $K_c=\frac{1}{K_c^{'}}$ ឬ $K_c\times K_c^{'}=1$ ។ K_c និង $K_c^{'}$ គឺជាថេរលំនឹងជាក់លាក់មួយប៉ុន្តែយើងមិនអាចនិយាយថាថេរលំនឹងនៃប្រព័ន្ធ NO_2 និង N_2O_4 គឺ $4.63\text{x}10^{-3}$ ឬ 216 ឡើយគឺទាល់តែយើងបានឃើញសមីការលំនឹងគីមីក្នុងទិសដៅជាក់លាក់ណាមួយនោះ។

តម្លៃនៃថេរលំនឹង K គឺអាស្រ័យទៅនឹងរបៀបសរសេរសមីការលំនឹងគីមីផងដែរ។ ចូរពិចារណាទៅលើវិធីដូចតទៅនេះ ដែលបង្ហាញពីលំនឹងគីមីដូចគ្នាតែមានតម្លៃថេរលំនឹងខុសគ្នា

សមីការលំនឹង $\frac{1}{2}N_2O_4(g) \rightleftarrows NO_2(g)$ មានកន្សោមថេរលំនឹង $K_c^{'} = \frac{[NO_2]}{[N_2O_4]^{\frac{1}{2}}}$

សមីការលំនឹង $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ មានកន្សោមថេរលំនឹង $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$

ដោយមើលទៅលើនិទស្សន្តយើងឃើញថា $K_c^{'} = \sqrt{K_c}$ ហើយតាមរយៈតារាង(1)យើងបាន ៖ $K_c = 4.63\times10^{-3}$ ដូច្នេះ $K_c^{'} = 0.0680$ ។ យោងតាមច្បាប់អំពើនៃម៉ាសបើកំហាប់អង្គធាតុនីមួយៗកើនឡើងអាស្រ័យនឹងស្វ័យគុណដែលបានមកពីមេគុណស្មើស្យូមេទ្រី។ បើយើងគុណសមីការគីមីទាំងមូលនឹងពីរនោះថេរលំនឹងត្រូវនឹងសមីការនេះគឺស្មើនឹងលំនឹងសមីការដើមលើកជាការ៉េ។ បើសិនសមីការទាំងមូលនឹងបីនោះថេរលំនឹងនៃសមីការដើមទៅជាស្វ័យគុណបីនិងជាបន្តបន្ទាប់។ ឧទាហរណ៍ប្រព័ន្ធ NO_2និងN_2O_4នេះគឺចង់បង្ហាញពីភាពចាំបាច់ដែលត្រូវសរសេរតម្លៃមេគុណនៃសមីការគីមីព្រោះវាទាក់ទងទៅនឹងថេរលំនឹង។

<u>លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 8</u>៖ ខាងក្រោមនេះនឹងដោះស្រាយពីទំនាក់ទំនងនៃថេរលំនឹងចំពោះប្រតិកម្មគីមីដូចគ្នាមួយតែមានសមីការតុល្យភាពផ្សេងគ្នា។ ប្រតិកម្មនៃការបង្កើតបានជាអាម៉ូញ៉ាក់អាចសរសេរបានតាមច្រើនវិធី

ក. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

ខ. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftarrows NH_3(g)$

គ. $\frac{1}{3}N_2(g) + H_2(g) \rightleftarrows \frac{2}{3}NH_3(g)$

ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម (K_c)នីមួយៗ។

ឃ. ចូរសរសេរទំនាក់ទំនងថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មទាំងបី។

<u>**ដំណោះស្រាយ**</u>

ក. $K_a = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ ខ. $K_b = \frac{[NH_3]}{[N_2]^{\frac{1}{2}}[H_2]^{\frac{3}{2}}}$ គ. $K_c = \frac{[NH_3]^{\frac{2}{3}}}{[N_2]^{\frac{1}{3}}[H_2]}$

ឃ. ទំនាក់ទំនងថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មទាំងបី $K_a = K_b^2,\ K_a = K_c^3,\ K_b^2 = K_c^3$ និង $K_b = K_c^{\frac{3}{2}}$

<u>លំហាត់អនុវត្តន៍</u>៖ សរសេរថេរលំនឹង K_c ក្នុងប្រតិកម្មខាងក្រោម និងបង្ហាញទំនាក់ទំនងនៃថេរលំនឹងនីមួយៗ

ក. $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$ ខ. $O_2(g) \rightleftarrows \frac{2}{3}O_3(g)$

5. សង្ខេបពីការណែនាំក្នុងការសរសេរសមីការលំនឹងគីមី

1. កំហាប់នៃប្រភេទគីមីដែលចូលរួមប្រតិកម្មក្នុងផាសរាវ គឺគិតជា (M)។ ចំណែកនៅក្នុងផាសជាឧស្ម័នកំហាប់របស់ប្រភេទគីមីអាចគិតជា(M) ឬ atm។ លំនឹងគីមី K_c មានទំនាក់ទំនង ទៅនឹង K_p តាមរយៈសមីការសាមញ្ញមួយគឺ $K_p=K_c(0.0821T)^{\Delta n}$ (សមីការ 5) ។
2. កំហាប់របស់អង្គធាតរឹងឬរាវសុទ្ធ(នៅក្នុងលំនឹងផាសខុសគ្នា)និងអង្គធាតុរំលាយ(នៅក្នុងលំនឹងផាសដូចគ្នា)គឺមិនយកមកសរសេរក្នុងកន្សោមថេរលំនឹងទេ។
3. ថេរលំនឹង K_c ឬ K_p គឺជាទំហំគ្មានខ្នាត។
4. ក្នុងការយកតម្លៃត្រឹមត្រូវនៃថេរលំនឹង គឺយើងត្រូវគិតពីសមីការតុល្យការ និងសីតុណ្ហភាពដែលគេបានបញ្ជាក់។
5. បើសិនប្រតិកម្មមួយអាចសរសេរបានតាមរយៈការបូកបញ្ចូលគ្នានៃប្រតិកម្មពីរឬច្រើននោះថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មទាំងមូល គឺស្មើផលគុណនៃថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មនីមួយៗ។

6. ទំនាក់ទំនងរវាងស៊ីនេទិច និងថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មគីមី

យើងបានដឹងហើយថាតម្លៃ K ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួលតាមសីតុណ្ហភាព ដោយមិនគិតពីការប្រែប្រួលនៃកំហាប់នៅលំនឹងដោយឡែកឡើយ។ យើងអាចរកឃើញពីមូលហេតុបែបនេះហើយទន្ទឹមនឹងនេះ គឺយើងអាចពិនិត្យបានពីលំនឹងគីមីដោយសិក្សាទៅលើស៊ីនេទិចនៃប្រតិកម្មគីមី។

ឧបមាថា ប្រតិកម្មទៅមកដូចខាងក្រោមនេះកើតឡើងស្របនឹងចលនការនៃប្រតិកម្មមួយ ដែលជាប្រតិកម្មលំដាប់-1 ទាំងប្រតិកម្មតាមទិសដៅស្រប និងតាមទិសដៅច្រាស់។ សមីការលំនឹងគីមី $A(g) + 2B(g) \underset{k_r}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} 2B_2$ ។

ល្បឿននៃប្រតិកម្មតាមទិសបណ្តោយ $V_f = k_f [A][B]^2$ និងល្បឿននៃប្រតិកម្មតាមទិសច្រាស់ $V_r=k_r[AB_2]$ ដែល k_f និង k_r គឺជាថេរល្បឿនប្រតិកម្មតាមទិសដៅស្រប និងទិសដៅច្រាស់។ នៅពេលមានលំនឹងល្បឿនប្រតិកម្មតាមទិសដៅច្រាស់ស្មើល្បឿននៃប្រតិកម្មតាមទិសដៅច្រាស់ $V_f=V_r \Leftrightarrow k_f [A][B]^2 = k_r[AB_2]$ នាំឱ្យ $\frac{k_f}{k_r}=\frac{[AB_2]}{[A][B]^2}$ ដោយ k_f និង k_r គឺសុទ្ធតែមានតម្លៃថេរនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយដែលគេឱ្យនោះផលធៀបរបស់វាទាំងពីរក៏ថេរដែរដែលមានតម្លៃស្មើនឹងថេរលំនឹង K_c ។ ដូចនេះ K_c តែងតែថេរជានិច្ច ដោយមិនគិតពីកំហាប់លំនឹងនៃប្រភេទគីមីដែលចូលរួម ប្រតិកម្មពីព្រោះវាតែងតែស្មើនឹង $\frac{k_f}{k_r}$ ។ ផលចែកនៃបរិមាណទាំងពីរ គឺថេរលំនឹងនៅសីតុណ្ហភាពកំណត់ដែលគេឱ្យ។ ដោយហេតុថា ថេរល្បឿនអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព ដូចនេះ ថេរលំនឹងក៏ប្រែប្រួលអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាពដែរ។

លទ្ធផលនេះអាចឱ្យយើងសរសេរសមីការទូទៅមួយគឺ $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ។ ដោយមិនគិតថា តើប្រតិកម្មនេះប្រព្រឹត្តទៅតែមួយជំហានឬច្រើនជំហាននោះ យើងអាចសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងដោយយោងទៅលើច្បាប់អំពើនៃម៉ាស ដែលបានបង្ហាញក្នុងសមីការ $K=\frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ ។

សង្ខេបមក យើងឃើញថា ចំពោះស៊ីនេទិចគីមីថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មមួយអាចសរសេរបានគឺជាផលធៀបនៃថេរល្បឿននៃប្រតិម្មតាមទិសដៅស្របនិងប្រតិកម្មច្រាស។ ការវិភាគនេះអាចពន្យល់ពីមូលហេតុដែលថា ហេតុអ្វីបានជាថេរលំនឹងគឺជាតម្លៃថេរ ហើយហេតុអ្វីបានជាតម្លៃរបស់វាប្រែប្រួលទៅតាមសីតុណ្ហភាព។

7. តើថេរលំនឹងប្រាប់យើងអំពីអ្វីខ្លះ?

យើងបានដឹងរួចមកហើយថាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មដែលគេឱ្យមួយ អាចគណនាបានតាមរយៈ កំហាប់លំនឹងដែលគេឱ្យ។ ពេលដែលយើងដឹងពីតម្លៃថេរលំនឹង យើងអាចប្រើសមីការ (២) ដើម្បី គណនាកំហាប់លំនឹងដែលមិនស្គាល់(ត្រូវចាំថាថេរលំនឹងមានតម្លៃថេរតែក្នុងករណីដែលសីតុណ្ហភាពមិនប្រែប្រួលប៉ុណ្ណោះ)។ ជាទូទៅថេរលំនឹងអាចជួយយើងឱ្យព្យាករណ៍បានពីទិសដៅដែលល្បាយប្រតិកម្មមានទំនោរទៅរកលំនឹងហើយ អាចជួយយើងក្នុងការគណនាកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតពេលដែលភាពលំនឹងសំរេចបាន។ ប្រយោជន៍នៃថេរលំនឹងទាំងនេះនឹងបង្ហាញក្នុងចំណុចនេះ។

7.1. ការព្យាករណ៍ពីទិសដៅនៃរំកិលលំនឹង

ថេរលំនឹង K_c សម្រាប់បង្កើតអ៊ីដ្រូសែនអ៊ីយ៉ូដួពីម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែននិងពីម៉ូលេគុលអ៊ីយ៉ូដនៅក្នុងផាសឧស្ម័នគឺ 54.3 នៅសីតុណ្ហភាព 430°C ។ សមីការលំនឹងគីមី $H_2(g)+I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ ។ ឧបមាថា ក្នុងប្រតិកម្មមួយយើងដាក់ 0.243mol នៃ H_2 0.146molនៃ I_2 និង1.98mol នៃ HI ទៅក្នុងកែវបិទជិតមួយដែលមានចំណុះ 1.00L នៅសីតុណ្ហភាព430°C ។ តើនៅពេលលំនឹងប្រតិកម្រតិកម្ម វាបង្កើតបាន I_2 និង H_2 ច្រើនជាង ឬ ក៏ HI ច្រើនជាង។ ដោយជំនួសតម្លៃកំហាប់នៅក្នុងកន្សោមថេរលំនឹង $\frac{[HI]_o^2}{[H_2]_o[I_2]_o}$ យើងបាន $\frac{(1.98)^2}{(0.243)(0.146)}=111$ ដែលសន្ទស្សន៍ "0" គឺបង្ហាញថាជាកំហាប់ចាប់ផ្តើម។ ដោយសារតែផលចែកមានតម្លៃធំជាង K_c(K_c =54.3) នោះប្រព័ន្ធមិនទាន់មានលំនឹងគីមីទេ។ ហេតុផលគឺ HI នឹងធ្វើប្រតិកម្មដើម្បីបង្កើត I_2 និង H_2 ច្រើនជាង (ដោយបន្ថយនូវតម្លៃនៃផលចែក) ។ ដូច្នេះ លំនឹងប្រតិកម្មមានទំនោរពីស្តាំទៅឆ្វេង។

ចំពោះប្រតិកម្មខ្លះដែលមិនទាន់បានឈានដល់លំនឹង ដូចជាប្រតិកម្មបង្កើត HI ដែលបានសិក្សាខាងលើយើងទទួលបានតម្លៃផលចែកនៃប្រព័ន្ធQ_c (reaction quotient) មួយ (ជំនួសឱ្យថេរលំនឹង) ដោយតម្លៃនៃផលចែកនេះបានមកពីការជំនួសកំហាប់ដើមទៅក្នុងសមីការលំនឹងគីមី។ ដើម្បីកំណត់ទិសដៅថាតើនៅសមីការសរុបលំនឹងគីមីមានទំនោរទៅខាងអង្គធាតុប្រតិករឬខាងអង្គធាតុកកើតនោះ យើងធ្វើការប្រៀបធៀបតម្លៃរបស់ Q_c និង K_c។ ការប្រៀបធៀបនេះគឺអាចកើតមាន៣ករណីដូចខាងក្រោម។

ករណីទី1៖ $Q_c > K_c$ ផលធៀបកំហាប់ដើមរបស់អង្គធាតុកកើតលើអង្គធាតុប្រតិករគឺមានតម្លៃធំណាស់។ ដើម្បីឈានទៅដល់លំនឹងនោះអង្គធាតុកកើតមាន ប្រតិកម្មរវាងគ្នាហើយកើតបានជាអង្គធាតុប្រតិករវិញ។ ប្រព័ន្ធនៅក្នុងប្រតិកម្ម គឺមានទិសដៅពីស្តាំទៅឆ្វេងវិញដើម្បីទទួលបានលំនឹង (គឺអង្គធាតុកកើតមានទំនោរបង្កើតជាអង្គធាតុប្រតិករវិញខ្លាំងជាង)។

ករណីទី2 $Q_c = K_c$កំហាប់ដើមគឺជាកំហាប់នៅភាពលំនឹង។ ប្រព័ន្ធសមីការគឺស្ថិតក្នុងភាពលំនឹង។

ករណីទី3 $Q_c < K_c$ ផលធៀបកំហាប់ដើមរបស់អង្គធាតុកកើតលើអង្គធាតុប្រតិករ គឺមានតម្លៃតូចណាស់។ ដើម្បីឈានទៅដល់លំនឹងនោះអង្គធាតុប្រតិករមានប្រតិកម្មបង្កើតបានជាអង្គធាតុកកើត។ ប្រព័ន្ធនៅក្នុងប្រតិកម្មមាន ទិសដៅពីឆ្វេងទៅស្តាំដើម្បីទទួលបានលំនឹង (គឺអង្គធាតុប្រតិករមាន ទំនោរបង្កើតជាអង្គធាតុកកើតខ្លាំងជាង)។

ការប្រៀបធៀបរវាង Q_c និង K_c របស់ប្រតិកម្មត្រូវបានបង្ហាញតាមរយៈឧទាហរណ៍ខាងក្រោម។

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 9៖ នៅពេលចាប់ផ្តើមប្រតិកម្មយើងមាន 0.249molនៃអាសូត 3.21×10^{-2} molនៃអ៊ីដ្រូសែន និង 6.42×10^{-4}mol នៃអាម៉ូញ៉ាក់ដាក់នៅក្នុងភាជន៍ដែលមានចំណុះ 3.50 L នៅសីតុណ្ហភាព 375°C ។ គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$។ បើសិនជាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មនេះគឺ $K_c = 1.2$ នៅសីតុណ្ហភាពខាងលើ ចូរគិតមើល ថាតើប្រព័ន្ធប្រតិកម្មមានលំនឹងហើយឬនៅ? ហើយបើសិនជាមិនទាន់មានលំនឹងទេ ចូរទស្សន៍ទាយមើល ថាតើប្រតិកម្មសរុបមានទំនោរកើតជាអង្គធាតុ ប្រតិករ ឬអង្គធាតុកកើត?

ដំណោះស្រាយ

កំហាប់ដើមនៃប្រភេទគីមីដែលធ្វើប្រតិកម្មគឺ $[N_2]_o = \dfrac{0.249\text{mol}}{3.50\text{L}} = 0.0711\text{M}$

$[H_2]_o = \dfrac{3.21\times10^{-2}\text{mol}}{3.50\text{L}} = 9.17\times10^{-3}\text{M}$ និង $[NH_3]_o = \dfrac{6.42\times10^{-4}\text{mol}}{3.50\text{L}} = 1.83\times10^{-4}\text{M}$

បន្ទាប់មកយើងអាចសរសេរផលធៀបនៃប្រតិកម្មគឺ $\dfrac{[NH_3]_o^2}{[N_2]_o[H_2]_o^3} = \dfrac{(1.83\times10^{-4})^2}{(0.0711)(9.17\times10^{-3})^3} = 0.611 = Q_c$

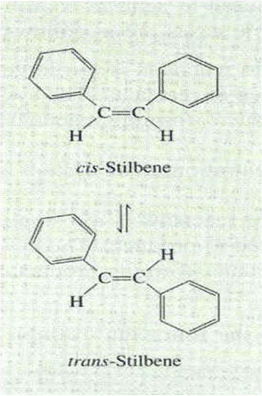
ដោយសារ Q_c តូចជាង K_c (=1.2) នោះប្រព័ន្ធសមីការមិនទាន់មានលំនឹងទេ។ លទ្ធផលសរុប គឺនឹងកើតមានឡើង នៅពេលដែលកំហាប់របស់ NH_3 កើនឡើង និងការថយចុះនៃកំហាប់របស់ N_2 និង H_2។ ដូច្នេះប្រតិកម្មមានទំនោរឆ្ពោះពីឆ្វេងទៅស្តាំ (ទំនោរបង្កើតជាអង្គធាតុកកើត) រហូតដល់ទទួលបាន ភាពលំនឹង ។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ ថេរលំនឹង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មបង្កើតនីត្រូស៊ីលក្លរួ (NOCl) ដែលជាសមាសធាតុមួយ មានពណ៌លឿងទឹកក្រូចបានមកពីប្រតិកម្មរវាង NO និងCl_2 គឺ $6.5\text{x}10^4$ នៅសីតុណ្ហភាព 35°C។ សមីការនៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមី$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ ។ នៅក្នុងពិសោធន៍ដាក់ស្តែងមួយ គឺមាន $2.0\text{x}10^{-2}$molនៃ NO, $8.3\text{x}10^{-3}$ molនៃCl_2 និង 6.8 molនៃNOCl ត្រូវបានដាក់លាយបញ្ចូលគ្នាក្នុងកែវចំណុះ 2.0L។ តើប្រព័ន្ធប្រតិកម្មមានទិសដៅឆ្ពោះទៅខាងណាក្នុងលំនាំបង្កើតបានភាពលំនឹង ?

7.2. ការគណនាកំហាប់នៅពេលមានលំនឹង

បើសិនយើងដឹងពីថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មជាក់លាក់ណាមួយ នោះយើងអាចគណនាកំហាប់ប្រភេទគីមីនីមួយៗក្នុងភាពលំនឹងបាន ដោយផ្តើមចេញពីកំហាប់ដើម។ ជាទូទៅមានតែកំហាប់ដើមនៃអង្គធាតុប្រតិករប៉ុណ្ណោះដែលត្រូវបានគេផ្តល់ឱ្យដឹង។ឥឡូវចូរពិចារ ណាពីប្រព័ន្ធប្រតិកម្មដែលទាក់ទងទៅនឹងសមាសធាតុសរីរាង្គពីរ គឺ cis-stilbene និង trans-stilbeneនៅក្នុងអង្គធាតុរំលាយអ៊ីដ្រូកាបួមិនផ្អែតcis-stilbene$\rightleftarrows$trans-stilbeneរូបភាពទី(4)លំនឹងរវាងcis-stilbeneនិងtrans-stilbene។ ត្រូវចងចាំថាម៉ូលេគុលទាំងពីរមានរូបមន្តដូចគ្នានិងមាន

ប្រភេទសម្ព័ន្ធដូចគ្នា។ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយនៅក្នុងម៉ូលេគុលcis-stilbene បង្គុំនាទីបង់ស៊ីលគឺស្ថិតនៅតែម្ខាងនៃC=Cហើយ អ៊ីដ្រូសែនស្ថិតនៅម្ខាងទៀត។ ចំណែកឯម៉ូលេគុល trans-stilbene បង្គុំនាទីបង់ស៊ីលស្ថិតនិងអ៊ីដ្រូសែនស្ថិតនៅឈមគ្នានៃសម្ព័ន្ធC=C។



រូបភាពទី (4)

សមាសធាតុទាំងពីរនេះមានចំណុចរលាយនិងម៉ូម៉ង់ឌីប៉ូលខុសគ្នា។ ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម24.0នៅ200°C។ សន្មតថាមុនប្រតិកម្មមានតែ*cis*-stilbene ប៉ុណ្ណោះហើយមានកំហាប់0.85M។ តើយើងអាចគណនាកំហាប់ trans-stilbene និងcis-stilbene នៅចំណុចលំនឹងបានយ៉ាងដូចម្តេច? តាមរយៈមេគុណស្តេសូមេទ្រីយើងឃើញថា 1molនៃ cis-stilbene ត្រូវបានបំប្លែង នោះ1molនៃ tran-stilbene ត្រូវបានបង្កើត។ តាង x គឺជាកំហាប់នៅពេលលំនឹងនៃ trans-stilbene គិតជា(M)។ ដូច្នេះកំហាប់នៅលំនឹងនៃស្មើនឹង (0.85-x)M។ វាមានសារៈប្រយោជន៍ដែលយើងសរសេរសង្ខេបនូវបម្រែបម្រួលកំហាប់ដូចខាងក្រោម៖

សមីការលំនឹងគីមី	cis-stilbene	$\rightleftarrows$	trans-stilbene
ពេលផ្តើម(M)	0.85M		0
ពេលបំប្លែង(M)	-x		+x
ពេលលំនឹង(M)	(0.85-x)		x

សញ្ញា(+)និងសញ្ញា(-)បង្ហាញពីការកើនឡើងនិងការថយចុះនៃកំហាប់នៅពេលលំនឹង។ បន្ទាប់មកយើងអាច បង្កើតបានកន្សោមថេរលំនឹងគឺ ៖ $K_c = \frac{[\text{trans-stilbene}]}{[\text{cis-stilbene}]} \Leftrightarrow 24 = \frac{x}{(0.85-x)}$ ក្រោយដំណោះស្រាយយើងបានតម្លៃ x = 0.816M ដោយបានដឹងតម្លៃ x យើងអាចគណនាកំហាប់នៅពេលលំនឹងនៃ cis-stilbene និង trans-stilbene ដូចខាង ក្រោម ៖[cis-stilbene] = (0.850-0.816) M = 0.034 M,[trans-stilbene] = 0.816 M ដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់លទ្ធផល យើងអាចប្រើកំហាប់នៅភាពលំនឹងដើម្បីគណនា K_c។ យើងសូមសង្ខេបនូវវិធីដោះស្រាយចំណោទនៃថេរលំនឹងដូចខាងក្រោម៖

1. សរសេរកំហាប់នៅភាពលំនឹងនៃគ្រប់ប្រភេទគីមីទាំងអស់ដោយគិតចាប់ពីនៅពេលផ្តើមប្រតិកម្ម និងអញ្ញត្ត x ដែលបង្ហាញពីបម្រែបម្រួលកំហាប់។
2. សរសេរកន្សោមថេរលំនឹងគិតពីកំហាប់នៅពេលលំនឹងដោយដឹងពីតម្លៃនៃថេរលំនឹង យើងអាចរកតម្លៃ x បាន ។
3. យើងរកតម្លៃ x បានហើយ នាំឱ្យយើងអាចគណនាកំហាប់នៅពេលលំនឹងដែលត្រូវនឹងប្រភេទគីមីទាំងអស់។

ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមនេះបកស្រាយពីការអនុវត្តដំណើរនៃជំហានទាំងបីនេះ។

<u>លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 10</u>៖ ល្បាយឧស្ម័នមួយ H_2 0.500 mol និង I_2 0.500 mol ត្រូវបានដាក់ក្នុងកែវដែកថែបដែលគ្មានប្រែះចំនុះ 1L នៅសីតុណ្ហភាព 430°C។ ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម $H_2(g)$ + $I_2(g)$

$\rightleftarrows$ 2HI(g) គឺ 54.3 នៅសីតុណ្ហភាពដដែល។ ចូរគណនាកំហាប់ប្រភេទគីមីនីមួយៗនៃ H_2, I_2 និង HI នៅពេលលំនឹង។

ដំណោះស្រាយ

ជំហានទី1 មេគុណស្មើស្យូមេទ្រីនៃប្រតិកម្មគឺ H_2 1mol មានប្រតិកម្មជាមួយ I_2 1mol បង្កើតជា HI 2mol។ តាង x ជាចំនួនម៉ូលដែលចូលរួមប្រតិកម្មនៃ H_2 និង I_2 នៅថេរលំនឹង។ យើងអាចទាញបានថាកំហាប់លំនឹងនៃ HI គឺ 2x។ យើងសង្ខេបពីបម្រែបម្រួលកំហាប់ដូចខាងក្រោម៖

	H_2	+	I_2	$\rightleftarrows$	2HI
ពេលផ្តើម (M)	0.500		0.500		0.00
ពេលបំប្លែង(M)	-x		-x		+2x
ពេលលំនឹង (M)	(0.500-x)		(0.500-x)		2x

ជំហានទី 2 ដោយជំនួសកំហាប់ចូលយើងបាន $K_c = \dfrac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Leftrightarrow 54.3 = \dfrac{(2x)^2}{(0.50-x)^2}$

បំពាក់ឫសការ៉េលើអង្គទាំងសងខាងយើងបាន $\sqrt{54.3} = \sqrt{\dfrac{(2x)^2}{(0.50-x)^2}} \Leftrightarrow 7.36 = \dfrac{2x}{0.50-x}$

ក្រោយពេលដំណោះស្រាយយើងបាន x = 0.393 M

ជំហានទី3 នៅលំនឹងកំហាប់របស់ប្រភេទគីមីគឺ $[H_2]$ = (0.3500-0.393) M = 0.107 M,$[I_2]$ = (0.500-0.393) M = 0.107 M, [HI] = 2 × 0.393 M = 0.786 M អ្នកអាចផ្ទៀងផ្ទាត់ចំលើយរបស់អ្នកដោយគណនា K_c សារជាថ្មីម្តងទៀតដោយប្រើកំហាប់នៅភាពលំនឹង។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ ចូរពិចារណាទៅលើប្រតិកម្មក្នុងឧទាហរណ៍ខាងលើ។ ដោយចាប់ផ្តើមជាមួយនឹងកំហាប់ HI 0.040M ។ គណនាកំហាប់របស់ HI , H_2, និង I_2 នៅភាពលំនឹង។

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី 11 ៖ សម្រាប់ប្រតិកម្ម និងសីតុណ្ហភាពដដែលដូចក្នុងឧទាហរណ៍ខាងលើ។ ឧបមាថាកំហាប់នៅ ពេលផ្តើមប្រតិកម្មនៃ H_2 , I_2 និងHI គឺ 0.00623 M , 0.00414 M , និង 0.0224 M តាមរៀងគ្នា។
ចូរគណនាកំហាប់នៃប្រភេទគីមីនៅពេលលំនឹង។

ដំណោះស្រាយ

អនុវត្តតាមដំណើរការនៅក្នុងឧទាហរណ៍ខាងលើ ដំបូងយើងឃើញថា កំហាប់នៅពេលផ្តើមប្រតិកម្មគឺមិនត្រូវគ្នាទៅនឹងកំហាប់នៅពេលលំនឹងឡើយ។ ដូចនេះ យើងអនុវត្តទៅតាមជំហានដូចខាងក្រោម៖

ជំហានទី១តាង x ជាកំហាប់គិតជា(M) នៃ H_2 និង I_2 នៅពេលលំនឹង។ តាមមេគុណ ស្មើស្យូមេទ្រីនៃប្រតិកម្ម យើងឃើញមានការកើនឡើងកំហាប់របស់ HI គឺ 2x ។ បន្ទាប់មកយើងសរសេរ ៖

សមីការលំនឹងគីមី	$H_2(g)$	+ $I_2(g)$	$\rightleftarrows$	$2HI(g)$
ពេលផ្ដើម (M)	0.00623	0.00414		0.0224
ពេលបំប្លែង(M)	-x	-x		+2x
ពេលលំនឹង (M)	(0.00623-x)	(0.00414-x)		(0.0224 +2x)

ជំហានទី២ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $K=\frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$

ជំនួសតម្លៃកំហាប់ចូលយើងបាន$54.3=\frac{(0.024+2x)^2}{(0.00623-x)(0.00414-x)}$

យើងមិនអាចដោះស្រាយសមីការនេះដោយវិធីបំពាក់រឹសកាវ៉េនោះទេព្រោះថាកំហាប់នៅពេលចាប់ផ្ដើមនៃ $[H_2]_o$ និង $[I_2]_o$ គឺមិនស្មើគ្នា។ ដូច្នេះ យើងត្រូវគុណពន្លាតសមីការខាងលើ គឺយើងបាន៖ $54.3(2.58 \times 10^{-5} - 0.0104x + x^2) = 5.02 \times 10^{-4} + 0.0896x + 4x^2$

បង្រួមសមីការនេះ យើងបាន $50.3x^2 - 0.654x + 8.98 \times 10^{-4} = 0$

នេះគឺជាសមីការដឺក្រេទី 2 ដែលមានទំរង់ $ax^2 + bx + c = 0$

ដំណោះស្រាយសម្រាប់សមីការ ដឺក្រេទី ២ នេះគឺ $x = \frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ នៅក្នុងសមីការនេះ យើងមាន $a = 50.3$ $b = -0.654$ $c = 8.98 \times 10^{-4}$

ដូចនេះ $x=\frac{-0.654\pm\sqrt{(-0.654)^2-4(50.3)(8.98\times10^{-4})}}{2\times50.3}$ គឺ $x_1 = 0.0114$ M ឬ $x_2 = 0.00156$ M

ដំណោះស្រាយទី 1 គឺ មិនត្រឹមត្រូវតាមលក្ខណៈប្រតិកម្មលំនឹងគីមីឡើយព្រោះបរិមាណនៃ H_2 និង I_2 ធ្វើប្រតិកម្មជា មួយគ្នាគឺច្រើនជាងបរិមាណតាមបំរាប់ប្រធាន។ ដំណោះស្រាយទី 2 គឺត្រឹមត្រូវ។ ចូរកត់សំគាល់ថា ក្នុងការដោះស្រាយសមីការដឺក្រេទី 2 មានចម្លើយមួយមិនត្រឹមត្រូវតាមលក្ខណៈប្រតិកម្មលំនឹងគីមីឡើយ។ ដូចនេះ ការជ្រើសរើសតម្លៃ x គឺងាយស្រួល។

ជំហានទី2 នៅពេលលំនឹងកំហាប់របស់ប្រភេទគីមីគឺ$[H_2]$ = (0.00623-0.00156) M = 0.00467 M $[I_2]$ = (0.00414-0.00516) M = 0.00258 M និង [HI] = (0.0224+2× 0.00156) M = 0.0255 M

<u>**លំហាត់អនុវត្តន៍**</u>៖ ថេរលំនឹង K_C សម្រាប់ប្រតិកម្ម $Br_2(g) \rightleftarrows 2Br(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព1280^0Cគឺ$1.1x\ 10^{-3}$។ បើសិនជាកំហាប់ដើម$[Br_2] = 6.3 \times 10^{-2}$M និង $[Br]=1.2x\ 10^{-2}$M។ គណនាកំហាប់ប្រភេទគីមីនីមួយៗ នៅពេលលំនឹង។

ឧទាហរណ៍ទាំងពីរខាងលើបង្ហាញថា យើងអាចគណនាកំហាប់គ្រប់ប្រភេទគីមីទាំងអស់នៅភាលំនឹង បើសិនជាយើងស្គាល់ពីថេរលំនឹងនិងកំហាប់នៅពេលចាប់ផ្ដើមប្រតិកម្ម។ ពត៌មាននេះមានប្រយោជន៍ បើសិនជាយើងត្រូវការប៉ាន់ស្មានទិន្នផលដែលកើតឡើងក្នុងប្រតិកម្ម។ ឧទាហរណ៍៖ បើសិនជាប្រតិកម្មរវាង H_2 និង I_2 ដើម្បីបង្កើតជា HI ជាប្រតិកម្មកើតឡើងសព្វនោះចំនួនម៉ូលនៃ HI ដែល ត្រូវបានបង្កើតនៅក្នុងឧទាហរណ៍

ខាលើ គួរតែស្មើ $2 \times 0.500mol$ ឬ $1.00mol$។ តែទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ដោយសារតែលំនាំនៃការបង្កើតលំនឹងនោះបរិមាណពិតប្រាកដនៃ HI ដែលបានកើត គឺមិន លើសពី $2 \times 0.393mol$ ឬ $0.786mol$ ឬ 78.6%។

8. សំណួរ និងលំហាត់

1. តើអ្វីទៅជាលំនឹងគីមី?
2. តើថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មសម្រាប់សម្គាល់អ្វី?
3. តើកត្តាអ្វីដែលនាំឱ្យថេរលំនឹងប្រែប្រួល?
4. ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $4HCl(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ ។
5. ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ ។
6. អាស៊ីតក្លរីទ្រិចជាអាស៊ីតខ្លាំងនៅក្នុងទឹកវាបំបែកជាអ៊ីយ៉ុង H_3O^+ និង Cl^- បានសព្វល្អតាមសមីការលំនឹងគីមី $HCl(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$ ។ ចូរអ្នកសាកល្បងពិចារណាតម្លៃថេរលំនឹង K នៃប្រតិកម្មខាងលើត្រូវនឹងតម្លៃណាមួយៈ $1\times10^{-2}, 1\times10^{-3}, 1\times10^{-5}$ ឬធំណាស់?
7. គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ មានលំនឹងនៅសីតុណ្ហភាព 1227^oC។ កំហាប់ឧស្ម័ននីមួយៗពេលមានលំនឹងគីមីៈ $[H_2]=[Cl_2]=4.5\times10^{-3}M$ និង $[HCl]=62.5\times10^{-3}M$ ។ ចូរគណនាតម្លៃថេរលំនឹង K ។

* * * * *

មេរៀនទី 13 ការរំកិលលំនឹង

1. កត្តាដែលមានឥទ្ធិពលដល់លំនឹងគីមី

លំនឹងគីមីបង្ហាញពីលក្ខណៈនៃប្រតិកម្មទៅមក។ ក្នុងករណីជាច្រើនលំនឹងគីមីមានភាពសាំញ៉ាំ។ បម្រែបម្រួលលក្ខខ័ណ្ឌពិសោធន៍អាចរំខានដល់លំនឹងគីមីនាំឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរលំនឹង។ ដូច្នេះតិចឬច្រើនផលិតដែលយើងចង់បាន គឺកើតមានឡើង។ឧទាហរណ៍ពេលយើងនិយាយថាទីតាំងលំនឹងប្តូរទៅខាងស្តាំមានន័យថាប្រតិកម្មលំនឹងគីមីរំកិលពីឆ្វេងមកស្តាំ។ បម្រែបម្រួលដែលយើងអាចត្រួតពិនិត្យបានតាមរយៈពិសោធន៍គឺកត្តាសម្ពាធ សីតុណ្ហភាព និងកំហាប់។ យើងពិនិត្យមើលថាតើបម្រែបម្រួលទាំងនេះមានឥទ្ធិពលដល់ប្រព័ន្ធប្រតិកម្មនៅភាពលំនឹងយ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ? ជាងនេះទៅទៀតយើងក៏អាចពិនិត្យមើលពីឥទ្ធិពលរបស់កាតាលីករទៅលើលំនឹងនៃប្រតិកម្មដែរ។

2. គោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេ

យើងពិនិត្យមើលថាតើបម្រែបម្រួលទាំងនេះមានឥទ្ធិពលដល់ប្រព័ន្ធប្រតិកម្មនៅភាពលំនឹងដូចម្តេចខ្លះ? ជាងនេះទៅទៀតយើងក៏អាចពិនិត្យមើលពីឥទ្ធិពលរបស់កាតាលីករទៅលើលំនឹងនៃប្រតិកម្មដែរ។ **គោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេៈ** មានវិធានទូទៅមួយដែលជួយយើងឱ្យទស្សន៍ទាយបានពីទិសដៅនៃលំនឹងនៃប្រតិកម្មនៅពេលបម្រែបម្រួល សម្ពាធ សីតុណ្ហភាព ឬកំហាប់។ វិធាននេះត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេដែលបានពោលថា បើសិនជាមានបម្រែបម្រួល សម្ពាធ សីតុណ្ហភាព ឬកំហាប់ទៅលើប្រព័ន្ធប្រតិកម្មនៅពេលលំនឹង ប្រព័ន្ធនោះនឹងប្រែប្រួលទៅរកលំនឹងថ្មីដើម្បីរំដោះភាពតានតឹង។ យើងនឹងប្រើគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេដើម្បីទស្សន៍ទាយពីឥទ្ធិពលនៃបម្រែបម្រួលនេះ។

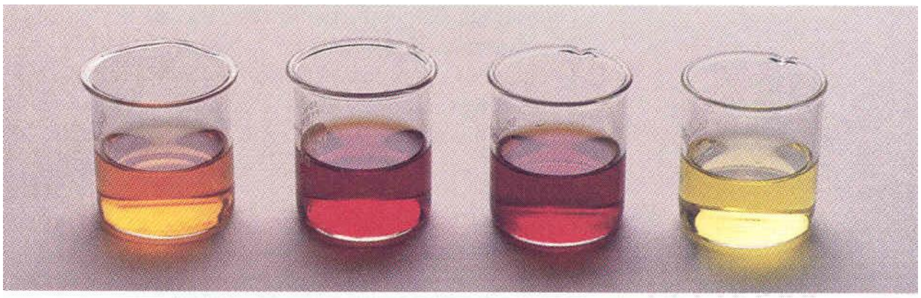
3. កត្តាបម្រែបម្រួលកំហាប់

ដែក(III)ស្ស៊ីស្យាណាត($Fe(SCN)_3$)រលាយសព្វក្នុងទឹកបង្កើតបានជាសូលុយស្យុងពណ៌ក្រហម។ ពណ៌ក្រហមនេះគឺដោយសារវត្តមានអ៊ីយ៉ុង$[FeSCN]^{2+}$។ លំនឹងប្រតិកម្មរវាង$[FeSCN]^{2+}$, Fe^{3+} និង SCN^- តាមសមីការតុល្យការលំនឹងគីមី $[FeSCN]^{2+}(aq) \rightleftarrows Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq)$

ពណ៌ក្រហម ពណ៌លឿងព្រលែត គ្មានពណ៌

តើមានអ្វីកើតឡើង បើសិនជាយើងបន្ថែមសូដ្យូមស្ស៊ីស្យាណាត ($NaSCN$) ទៅក្នុងសូលុយស្យុងនេះ? ក្នុងករណីនេះ បម្រែបម្រួលដែលកើតមានទៅលើប្រព័ន្ធលំនឹងនេះ គឺការកើនឡើងនូវកំហាប់នៃអ៊ីយ៉ុង SCN^- (បានមកពីការបំបែកនៃ$NaSCN$) ដើម្បីធ្វើឱ្យមានលំនឹងវេងនូវបម្រែបម្រួលនេះគឺ អ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} មានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុង SCN^- ដែលបានបន្ថែមហើយលំនឹងប្រតិកម្មគឺរំកិលពីស្តាំទៅឆ្វេង (ពីផលិតផលទៅជាអង្គធាតុប្រតិករ) តាមសមីការ $[FeSCN]^{2+}(aq) \leftarrow Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq)$។ ជាលទ្ធផល យើងអាចមើលឃើញពណ៌ក្រហមកាន់តែច្បាស់។ ដូចគ្នាដែរ បើសិនជាយើងបន្ថែមដែក (III) នីត្រាត $Fe(NO_3)_3$ ទៅក្នុងសូ

លុយស្យុងលំនឹងដើមយើងក៏អាចមើលឃើញពណ៌ក្រហមកាន់តែច្បាស់ ពីព្រោះអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ដែលបានបន្ថែមក៏ធ្វើឱ្យលំនឹងរំកិលពីស្តាំទៅឆ្វេងដែរ។



(a) លឿងចាស់ (b) ក្រហមចាស់ (c) ក្រហមខ្ចី (d) លឿងខ្ចី

រូបភាពទី(5) ឥទ្ធិពលបម្រែបម្រួលកំហាប់ទៅលើលំនឹងនៃប្រតិកម្ម

4. ពន្យល់រូបភាពនីមួយៗ

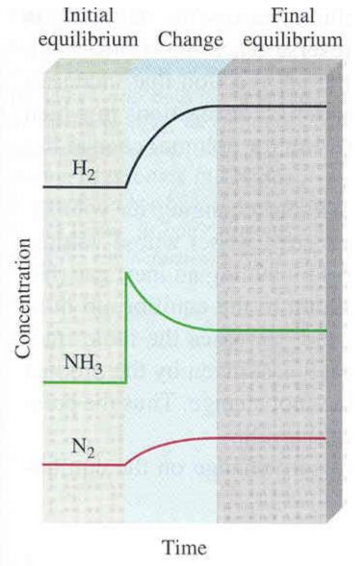
- **ក. រូបភាព** (a) ៖ គឺជាសូលុយស្យុង $Fe(SCN)_3$ **ពណ៌របស់សូលុយស្យុងគឺអាស្រ័យទៅលើពណ៌ក្រហមនៃអ៊ីយ៉ុង** $[FeSCN]^{2+}$ និងពណ៌លឿងគឺជាពណ៌អ៊ីយ៉ុង Fe^{3+}លាយចូលគ្នា។
- **ខ. រូបភាព** (b) ៖ បន្ទាប់ពីបន្ថែម NaSCN ទៅក្នុងសូលុយស្យុង (a) លំនឹងរំកិលមកខាងឆ្វេង។
- **គ. រូបភាព** (c) ៖ បន្ទាប់ពីបន្ថែម $Fe(NO_3)_3$ ទៅក្នុងសូលុយស្យុង (a) លំនឹងរំកិលមកខាងឆ្វេង។
- **ឃ. រូបភាព** (d) ៖ បន្ទាប់ពីបន្ថែមអាស៊ីតអុកសាលិច ($H_2C_2O_4$) ទៅក្នុងសូលុយស្យុង (a) លំនឹងរំកិលមកខាងស្តាំ។ ពណ៌លឿងខ្ចីគឺជាពណ៌ $[Fe(C_2O_4)]^{3-}$ ។

ឥឡូវសន្មតថា យើងបន្ថែមអាស៊ីតអុកសាលិចទៅក្នុងសូលុយស្យុងលំនឹងដើម។ នៅក្នុងទឹកអាស៊ីតអុកសាលិចបំបែក បានជាអ៊ីយ៉ុងអុកសាឡាត $C_2O_4^{2-}$ ដែលចូលផ្សំយ៉ាងខ្លាំងជាមួយអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ។ ការកកើតឡើងនូវអ៊ីយ៉ុងពណ៌លឿង ដែលមានស្ថេរភាព $[Fe(C_2O_4)]^{3-}$ បានរំដោះអ៊ីយ៉ុងសេរី Fe^{3+}ពីសូលុយស្យុង។ ជាចុងក្រោយគឺអ៊ីយ៉ុង $[FeSCN]^{2+}$ ជាច្រើនបានបំបែក ហើយលំនឹងគឺរំកិលពីឆ្វេងទៅស្តាំតាមសមីការតុល្យការ $[FeSCN]^{2+}(aq) \rightleftarrows Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq)$ ។ ពិសោធន៍នេះបង្ហាញថា គ្រប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតគឺមានវត្តមាននៅក្នុងប្រព័ន្ធប្រតិកម្មនៅពេលលំនឹង។ ម្យ៉ាងទៀត បង្ហាញពីការកើនឡើងកំហាប់របស់អង្គធាតុកកើត (Fe^{3+} ឬSCN^-) នោះលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលលំនឹងមកខាងឆ្វេង និងបង្ហាញពីការថយចុះកំហាប់របស់អង្គធាតុកកើត (Fe^{3+}) នោះលំនឹងប្រតិកម្មរំកិលលំនឹងមកខាងស្តាំ។ លទ្ធផលទាំងនេះគ្រាន់តែជាការទស្សន៍ទាយតាមគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេប៉ុណ្ណោះ។ ឧទាហរណ៍ខាងក្រោមនេះបង្ហាញពីឥទ្ធិពលនៃបម្រែបម្រួលកំហាប់នៅពេលលំនឹង។

<u>លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី1</u>៖ នៅសីតុណ្ហភាព720°C ថេរលំនឹង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្ម $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ គឺ 2.37×10^{-3} ។ នៅក្នុងពិសោធន៍ជាក់ស្តែងមួយ កំហាប់នៅពេលលំនឹងគឺ $[N_2]$=0.683M , $[H_2]$= 8.80.M និង $[NH_3]$=1.05 M ។ ឧបមាថាបើសិនជាគេ បន្ថែម NH_3 ទៅក្នុងល្បាយពេលនោះ កំហាប់របស់ NH_3 កើនឡើងដល់ 3.65 M ។

ក. ចូរប្រើគោលការណ៍ ឡឺសាតឺលីយេ ដើម្បីទស្សន៍ទាយថា តើទិសដៅលំនឹងនៃប្រតិកម្មនៅលំនឹងថ្មី នៃប្រតិកម្មវិលតាមទិសដៅណាទៅខាងណា?

ខ. ចូរផ្ទៀងផ្ទាត់ការទស្សន៍ទាយរបស់អ្នក ដោយការគណនាផលចែកប្រតិកម្ម Q_c ហើយប្រៀបធៀបតម្លៃនេះជាមួយថេរលំនឹង K_c ។



ដំណោះស្រាយ

ក. បម្រែបម្រួលកំហាប់ដែលកើតឡើងក្នុងប្រព័ន្ធប្រតិកម្មគឺដោយសារការថែមNH_3។ដើម្បីទទួលបានលំនឹងថ្មីនោះ NH_3ខ្លះធ្វើប្រតិកម្មដើម្បីបង្កើតបានជា N_2 និង H_2 រហូតដល់លំនឹងថ្មីមួយកើតឡើង។ ដូច្នេះសមីការសរុបគឺទីតាំងលំនឹងនឹងរំកិលពីស្តាំទៅឆ្វេង $N_2(g) + 3H_2(g) \leftarrow 2NH_3(g)$

ខ. នៅពេលភ្លាមៗដែលគេដាក់ថែមNH_3ខ្លះទៅក្នុងសូលុស្យុង ផលចែកប្រតិកម្មគឺ $Q_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{(3.65)^2}{(0.683)(8.80)^3} = 2.86\times10^{-2}$

ដោយសារតម្លៃនេះធំជាង 2.37×10^{-3}នោះទិសដៅលំនឹងរំកិលពីស្តាំទៅឆ្វេងរហូតដល់ $Q_c = K_c$ នោះលំនឹងនៃប្រតិកម្ម លែងប្រែប្រួលទៀតហើយ។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ នៅសីតុណ្ហភាព 430°C ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $2NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ គឺ 1.5×10^5 ។ នៅក្នុងពិសោធន៍មួយ សម្ពាធនៅមុនពេលប្រតិកម្មនៃ NO, O_2 និង NO_2 គឺ 2.1×10^{-3} atm, 1.1×10^{-2} atm និង ០.14 atm តាមរៀង។ ចូរគណនា Q_p និងទស្សន៍ទាយពីទិសដៅដែលប្រតិកម្មរំកិលទៅរកភាពលំនឹង។

5. កត្តាសម្ពាធ

បម្រែបម្រួលសម្ពាធជាធម្មតាមិនមានឥទ្ធិពលទៅលើកំហាប់នៃប្រភេទគីមីក្នុងផាសរាវនោះទេ (ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក) ព្រោះអង្គធាតុរាវ និងអង្គធាតុរឹងគឺស្ទើរតែបណ្ណែនមិនបាន។ ផ្ទុយទៅវិញបម្រែបម្រួលសម្ពាធ គឺមានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើកំហាប់របស់ឧស្ម័ន។ ចូរសិក្សាពីសមីការ$PV= nRT$នាំឱ្យ $p = \frac{n}{V}RT$ ។កត់សំគាល់ថា P និង V មានទំនាក់ទំនងបញ្ច្រាសទៅវិញទៅមកគឺថា បើសម្ពាធកាន់តែធំនោះ មាឌកាន់តែតូច និងផ្ទុយមកវិញ។ យើងក៏កត់សំគាល់ផងដែរគឺថា $(\frac{n}{V})$ គឺជាកំហាប់នៃឧស្ម័នគិតជា (M) ហើយវាឧសគ្នាស្រឡះពីសម្ពាធ។ ឧបមាថាប្រព័ន្ធលំនឹង $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ គឺស្ថិតក្នុងបំពង់ស៊ីឡាំងដែលមានពីស្តុងអាចកម្រើកបាន។ តើមានអ្វីកើតឡើងបើសិនជាយើងបង្កើនសម្ពាធនៃ ឧស្ម័នដោយការរុញពីស្តុងចូលនៅសីតុណ្ហភាពថេរ? ដោយសារមាឌថយចុះនោះកំហាប់ $(\frac{n}{V})$ របស់ ឧស្ម័នទាំងពីរកើនឡើង។ ម៉្យាងទៀតដោយសារកំហាប់ឧស្ម័ន NO_2 មានស្វ័យគុណ២នៅក្នុងសមីការថេរ លំនឹង ដូច្នេះការកើនឡើងនៃសម្ពាធគឺបង្កើនតម្លៃភាគយកធំជាងភាគបែង។ ប្រព័ន្ធប្រតិកម្មគឺមិនមាន លំនឹងយូរឡើយ ដូចនេះយើងសរសេរ ។ យើងបាន

$Q_c > K_c$ ដូចនេះលំនឹងនៃ ប្រតិកម្មទាំងមូលគឺរំកិលទៅខាងឆ្វេងរហូតដល់ Q_c ស្មើ K_c។ ផ្ទុយទៅវិញ ការថយចុះនៃសម្ពាធ (មាឌកើនឡើង) យើងទទួលបាន $Q_c < K_c$ ដែលលំនឹងនៃប្រតិកម្មទាំងមូលរំកិលទៅខាងស្តាំរហូតដល់ $Q_c = K_c$ ។

ជាទូទៅ ការកើនឡើងសម្ពាធ(ការថយចុះមាឌ)ធ្វើឱ្យមានលំអៀងដល់ប្រតិកម្មទាំងមូល ដែលបន្ថយនូវចំនួនម៉ូលសរុបរបស់ឧស្ម័ន (ក្នុងប្រតិកម្មទិសដៅត្រឡប់) ហើយការថយចុះសម្ពាធ (ការកើនមាឌ) ក៏ធ្វើឱ្យលំអៀងដល់ប្រតិកម្មទាំងមូលដែរដោយបង្កើននូវចំនួនម៉ូលសរុបនៃឧស្ម័ន (ក្នុងប្រតិកម្មទិសដៅទៅ)។ ចំពោះប្រតិកម្មដែលមិនមានបម្រែបម្រួលចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័នទេនោះបម្រែបម្រួលសម្ពាធ(រឺមាឌ)គឺមិនមានឥទ្ធិពលទៅលើទីតាំងនៃលំនឹងឡើយ។ វាអាចប្រព្រឹត្តទៅបានក្នុងការធ្វើ ឱ្យមានបម្រែបម្រួលសម្ពាធនៃប្រព័ន្ធប្រតិកម្មមួយ ដោយមិនឱ្យមានការប្រែប្រួលមាឌរបស់វា ។ ឧបមាថាប្រព័ន្ធនៃប្រតិកម្ម NO_2-N_2O_4 ត្រូវបានផ្ទុកក្នុងផើងដែកថែបដែលគ្មានច្រែះហើយមាឌរបស់ វាថេរ។ យើងអាចបង្កើនសម្ពាធសរុបនៅក្នុងផើងដោយបន្ថែមឧស្ម័ននិចល (ឧទាហរណ៍ អេល្យូម) ទៅ ក្នុងប្រព័ន្ធលំនឹង។ ការបន្ថែមអេល្យូមទៅក្នុងល្បាយលំនឹងនៅមាឌថេរ គឺវាបានបង្កើននូវសម្ពាធឧស្ម័ន សរុបហើយបន្ថយនូវប្រភាគម៉ូលនៃឧស្ម័នទាំងពីរ NO_2 និង N_2O_4 ប៉ុន្តែសម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ន នីមួយៗដែលផ្តល់ដោយផលគុណប្រភាគម៉ូល និងសម្ពាធសរុបរបស់ខ្លួន គឺមិនប្រែប្រួលឡើយ។ ដូចនេះ វត្តមាននៃឧស្ម័ននិចលនៅក្នុងករណីនេះគឺមិនមានឥទ្ធិពលទៅលើលំនឹងទេ។ ឧទាហរណ៍ ខាងក្រោមនេះ បង្ហាញពីឥទ្ធិពលនៃបម្រែបម្រួលសម្ពាធទៅលើទីតាំងនៃលំនឹង។

<u>**លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី2៖**</u> ចូរពិចារណានូវប្រព័ន្ធលំនឹងដូចខាងក្រោមនេះ

ក. $2PbS(s) + 3O_2(g) \rightleftarrows 2PbO(s) + 2SO_2(g)$

ខ. $PbCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$

គ. $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftarrows H_2O(g) + CO(g)$

ចូរទស្សន៍ទាយពីទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្មសរុប នៅក្នុងករណីនីមួយៗនៅពេលគេបង្កើនសម្ពាធ(ថយមាឌ) តែសីតុណ្ហភាពនៅដដែល។

<u>**ដំណោះស្រាយ**</u>

ក. យើងពិចារណាតែទៅលើម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។ នៅក្នុងសមីការតុល្យការយើងឃើញ អង្គធាតុប្រតិករមានឧស្ម័ន 3mol និងអង្គធាតុកកើតមានឧស្ម័ន 2mol។ ដូច្នេះលំនឹង នៅប្រតិកម្មសរុប គឺរំកិលទៅខាងអង្គធាតុកកើត (ខាងស្តាំ)ពេលសម្ពាធត្រូវបានបន្ថែម។

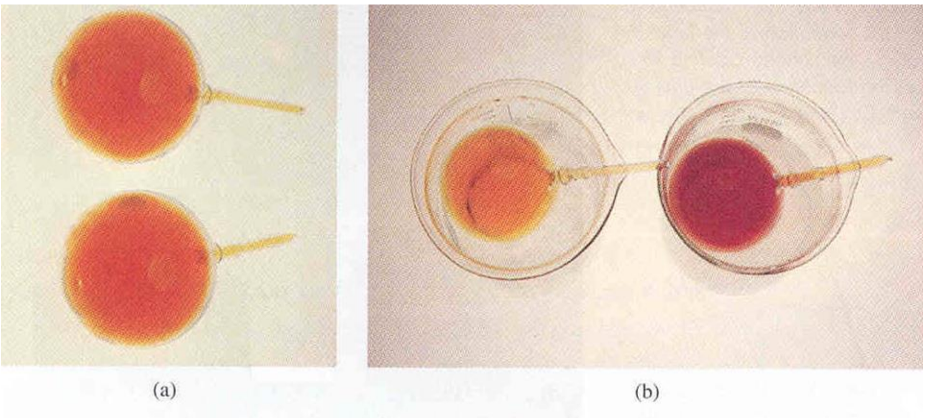
ខ. ចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុកកើតគឺ 2molហើយចំនួនម៉ូលនៃអង្គធាតុប្រតិករគឺ1mol។ ដូច្នេះលំនឹងនៅប្រតិកម្មសរុប ដូច្នេះលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលទៅខាងឆ្វេងឬខាងអង្គធាតុប្រតិករ។

គ. ចំនួនម៉ូលរបស់អង្គធាតុកកើតស្មើនឹងចំនួនម៉ូលរបស់អង្គធាតុប្រតិករ។ ដូច្នេះបម្រែបម្រួលសម្ពាធគ្មានឥទ្ធិពលទៅលើលំនឹងទេ។

លំហាត់អនុវត្តន៍៖ ចូរពិចារណាទៅលើលំនឹងប្រតិកម្មដែលទាក់ទងទៅនឹង នីត្រូស៊ីលក្លរ អុកស៊ីតនីទ្រិច និង ម៉ូលេគុលក្លរ។_គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $2NOCl(g) \rightleftarrows 2NO(g) + Cl_2(g)$។ ចូរទស្សន៍ទាយពីទិសដៅលំនឹងនៃប្រតិកម្មសរុបនៅពេលគេបន្ថយសម្ពាធ(បង្កើនមាឌ)ដោយរក្សា សីតុណ្ហភាពថេរ។

6. កត្តាសីតុណ្ហភាព

បម្រែបម្រួលកំហាប់ សម្ពាធឬមាឌអាចធ្វើឱ្យមានការប្រែប្រួលដល់ទីតាំងលំនឹង។ ប៉ុន្តែមិនធ្វើឱ្យប្រែប្រួលនូវតម្លៃនៃថេរលំនឹងឡើយ។ មានតែបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពប៉ុណ្ណោះដែលអាចធ្វើឱ្យមានការប្រែប្រួលតម្លៃថេរលំនឹង។



រូបភាពទី (6) បង្ហាញពីអំពូលពីរដែលមានផ្ទុកល្បាយNO_2ឧស្ម័ននិងN_2O_4

រូបភាព (a) បង្ហាញអំពូលពីរដែលមានផ្ទុកល្បាយឧស្ម័ន NO_2 ឧស្ម័ននិង N_2O_4នៅពេលមានលំនឹង។ រូបភាព (b) បង្ហាញថា ពេលដែលអំពូលមួយត្រាំក្នុងទឹកកករាវ (ឆ្វេង) ពណ៌របស់វាស្រាលជាងមុន ដែលបង្ហាញថា មានការកកើតឧស្ម័នដែលគ្មានពណ៌ N_2O_4(ថ្លា)។ ពេលដែលអំពូលមួយទៀតត្រូវត្រាំក្នុងទឹកក្តៅ ពណ៌របស់វាកាន់តែស្រអាប់ឡើង នេះបង្ហាញថាមានការកើនឡើងនៃNO_2 (ក្រហមត្នោត)។ ការកកើតNO_2 ពី N_2O_4 គឺប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំស្រូបកម្តៅ(Endothermic) $\Delta H^o > 0$។ សមីកាតុល្យការគេកំណត់សរសេរ $N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ $\Delta H^o = 58.0$ kJ ។ ប្រតិកម្មត្រឡប់មកវិញជាប្រតិកម្មបញ្ចេញ(Exothermic)កម្តៅគេកំណត់សរសេរសមីការលំនឹងគីមី $2NO_2(g) \longrightarrow N_2O_4(g)$ $\Delta H^o = -58.0$ kJ $2NO_2(g)$។នៅពេលមានលំនឹងផលបូកកម្តៅសរុបស្មើសូន្យ ព្រោះថាមិនមានសមីការសរុបឡើយ។ តើនឹងមានអ្វីកើតឡើងបើសិនជាប្រព័ន្ធលំនឹង$N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ ត្រូវគេបង្កើនកម្តៅនៅមាឌថេរ? ដោយសារវាជាប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំស្រូបកម្តៅពីមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ នោះកម្តៅមានទំនោរបំបែក N_2O_4 ម៉ូលេគុលជាម៉ូលេគុល N_2O_4 ។

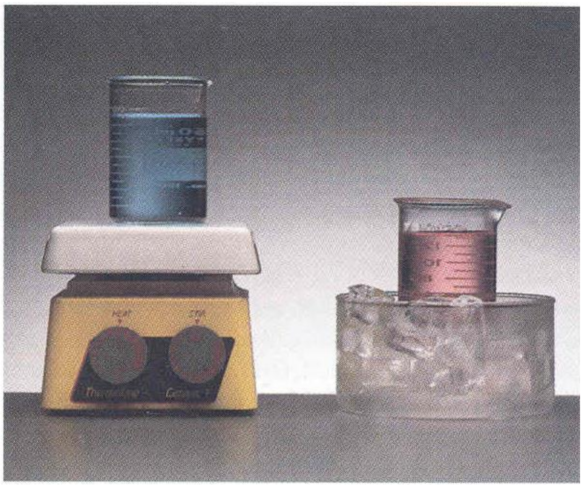
ជាលទ្ធផលយើងបានថេរលំនឹង $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ ដោយការកើនឡើងនៃកំដៅ។

ឧទាហរណ៍:ចូរពិចារណាពីថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មរវាងអ៊ីយ៉ុងដូចខាងក្រោម ៖

$CoCl_4^{2-} + 6H_2O \rightleftarrows Co(H_2O)_6^{2+} + 4Cl^-$

ពណ៌ខៀវ ពណ៌ផ្កាឈូក

ការកើតឡើងនៃ $CoCl_4^-$ គឺប្រព្រឹត្តទៅតាមលំនាំស្រូបកំដៅ។ តាមរយៈការដុតកំដៅលំនឹងនៃប្រតិកម្ម រំកិលទៅខាងឆ្វេងហើយសូលុយស្យុងប្រែពណ៌ជាខៀវ។ ការបញ្ចុះកំដៅធ្វើឱ្យប្រតិកម្មមានទំនោរជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកំដៅ (លំនាំបង្កើត $Co(H_2O)_6^{2+}$) ហើយសូលុយស្យុងប្រែជាពណ៌ផ្កាឈូក។ សង្ខេបមកការកើនឡើងសីតុណ្ហភាពនោះប្រតិកម្មមានទំនោរជាប្រតិកម្មស្រូបកំដៅហើយការ ថយចុះសីតុណ្ហភាពនោះប្រតិកម្មមានទំនោរជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកំដៅ។



រូបភាពទី (7) (រូបខាងឆ្វេង) ដុតកម្តៅធ្វើឱ្យ $CoCl_4^{2-}$ ដែលមានពណ៌ខៀវកកើត។
(រូបខាងស្តាំ) បញ្ចុះកម្តៅបង្កើត $Co(H_2O)_6^{2+}$ ដែលមានពណ៌ផ្កាឈូក

7. កាតាលីករ

យើងដឹងថាកាតាលីករ គឺជួយបង្កើនល្បឿនប្រតិកម្មដោយបន្ថយថាមពលសកម្មនៃប្រតិកម្ម។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយ កាតាលីករបន្ថយថាមពលសកម្មកម្មនៃប្រតិកម្មទិសដៅប្រតិកម្មស្របនិងប្រតិកម្មទិសដៅប្រតិកម្មច្រាស់ក្នុងកំរិតស្មើគ្នា។ យើងអាចសន្និដ្ឋានថា វត្តមានកាតាលីករ គឺមិនបានធ្វើឱ្យមានការ ប្រែប្រួលនូវតម្លៃថេរលំនឹងឬក៏រំកិលទីតាំងលំនឹងនៃប្រតិកម្មឡើយ។ ការបន្ថែមកាតាលីករទៅក្នុងល្បាយ ប្រតិកម្មដែលមិនទាន់ឈានដល់លំនឹង គឺគ្រាន់តែធ្វើឱ្យល្បាយឆាប់ឈានដល់លំនឹងតែប៉ុណ្ណោះ។ បើគ្មានកាតាលីករយើងនៅតែអាចទទួលបានលំនឹងប្រតិកម្មដូចគ្នាគ្រាន់តែយើងត្រូវរងចាំយូរជាង។

8. សង្ខេបកត្តាទាំងឡាយដែលមានឥទ្ធិពលលើទីតាំងលំនឹងនៃប្រតិកម្ម

យើងបានសិក្សានូវកត្តាបួនយ៉ាងដែលមានឥទ្ធិពលលើប្រព័ន្ធប្រតិកម្មនៅពេលលំនឹង។ វាមានសារៈសំខាន់ណាស់ដែលត្រូវចាំនូវកត្តាទាំងបួននោះ មានតែបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពប៉ុណ្ណោះដែលធ្វើឱ្យតម្លៃថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួល។ បម្រែបម្រួល កំហាប់ សម្ពាធ អាចធ្វើឱ្យមានការប្រែប្រួលកំហាប់នៃល្បាយប្រតិកមក្នុលំនឹង ប៉ុន្តែកត្តាទាំងនេះមិនអាចធ្វើឱ្យថេរលំនឹងប្រែប្រួលបានទេ។ កាតាលីករអាចបង្កើនល្បឿននៃប្រតិកម្មឆាប់ដល់លំនឹង ប៉ុន្តែមិនមានឥទ្ធិពលទៅលើថេរលំនឹង ឬកំហាប់នៅពេលលំនឹងនៃប្រភេទគីមីឡើយ

ដែលចូលរួមប្រតិកម្មឡើយ។ មានលំនាំពីរដែលបង្ហាញពីឥទ្ធិពលលក្ខខ័ន្ឌបម្រែបម្រួលលើលំនាំនាំការបង្កើតលំនឹង គឺត្រូវយកមកពិភាក្សានៅក្នុងគីមីនៃការអនុវត្ត។

ឥទ្ធិពលនៃបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព កំហាប់ និងសម្ពាធ ព្រមទាំងការបន្ថែមឧស្ម័នកំរទៅលើ ប្រព័ន្ធលំនឹងត្រូវបានលើកយកមកសិក្សាក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោមៈ

លំហាត់ឧទាហរណ៍ទី៣៖ ចូរពិចារណានៃលំនាំបង្កើតលំនឹងឌីអាសូតតេត្រាភ្លុយអរួ(N_2F_4) និងអាសូតឌីភ្លុយអរួ(NF_2) តាមសមីការលំនឹងគីមី $N_2F_4(g) \rightleftarrows 2NF_2(g)$ $\Delta H^o = 38.5$ kJ ។ ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងបើគេឱ្យប្រព័ន្ធកំពុងមានលំនឹងរងនូវឥទ្ធិពលដូចខាងក្រោមនេះ

ក. បន្ថែមកម្តៅឱ្យប្រព័ន្ធក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌមាឌថេរ។

ខ. រំដោះឧស្ម័នចេញពីប្រព័ន្ធនៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌសីតុណ្ហភាពនិងមាឌថេរ។

គ. បន្ថយសម្ពាធប្រព័ន្ធនៅក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌសីតុណ្ហភាពថេរ។

ឃ. បន្ថែមឧស្ម័នកំរអេល្យូមចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធក្នុងលក្ខខ័ណ្ឌសីតុណ្ហភាព និងមាឌថេរ។

ដំណោះស្រាយ

ក. ដោយសារប្រតិកម្មតាមទិសដៅបណ្តោយជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅបើគេបន្ថែមកម្តៅឱ្យប្រព័ន្ធនាំឱ្យលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលមកស្តាំ។ តម្លៃថេរលំនឹងកើនឡើងតាមរយៈកំណើនសីតុណ្ហភាព។

ខ. បម្រែបម្រួលនៅពេលនេះគឺការយកឧស្ម័ន NF_2 ចេញពីល្បាយប្រតិកម្ម ។ ដើម្បីទទួលបានលំនឹងគឺ N_2F_4 ជាច្រើននឹងបំបែកដើម្បីក្លាយជា NF_2 ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាថេរលំនឹង K_c នៅតែមិនប្រែប្រួល។

គ. ការថយចុះសម្ពាធប្រព័ន្ធ មាឌប្រព័ន្ធកើនឡើង គឺមានទំនោរទៅតាមទិសដៅបង្កើតម៉េគុលឧស្ម័នច្រើន។ ដូច្នេះលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលមកស្តាំ។ ប៉ុន្តែថេរលំនឹងឥតប្រែប្រួលទេ។

ឃ. ការបន្ថែមឧស្ម័នអេល្យូមទៅក្នុងល្បាយនៅពេលលំនឹងនៅមាឌថេរ គឺមិនបានរំកិល ទីតាំងលំនឹងឡើយ។

លំហាត់អនុវត្តន៍: ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$ $\Delta H^o = 284$ kJ

ក. ការកើនឡើងនៃសម្ពាធទៅលើប្រព័ន្ធដោយការថយចុះមាឌ ?

ខ. ការកើនឡើងនៃសម្ពាធដោយការបន្ថែម O_2 ចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ។

គ. ការថយចុះសីតុណ្ហភាព ?

ឃ. ការថែមកាតាលីករ ?

9. គីមីអនុវត្តន៍

9.1. លំនាំ Haber

ការដឹងពីកត្តាដែលមានឥទ្ធិពលលើលំនឹងគីមីមានសារៈប្រយោជន៍យ៉ាងខ្លាំងលើវិស័យឧស្សាហកម្ម ដូចជាសំយោគឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ជាដើម។ លំនាំ Haber សម្រាប់ការសំយោគអាម៉ូញាក់ពីម៉ូលេគុលអាសូតនិងអ៊ីដ្រូសែន គឺប្រើប្រាស់កាតាលីករអេតេរ៉ូសែនដើម្បីបង្កើនល្បឿននៃប្រតិកម្ម។ ឥឡូវនេះចូរយើងពិនិត្យមើល

ពីលំនឹងនៃប្រតិកម្មនៃការសំយោគអាម៉ូញាក់ដើម្បីកំណត់ថា តើមានកត្តាអ្វីខ្លះដែលអាចត្រូវបានប្រើសម្រាប់បង្កើននូវផលិតផល។ ឧបមាថាអ្នកគឺជាអ្នកគីមីនៅក្នុងឧស្សាហកម្មដ៏ធំមួយក្នុងសតវត្សទី២០ អ្នកត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យរៀបចំការសំយោគអាម៉ូញាក់ពីឧស្ម័នអ៊ីដ្រូហ្សែននិអអាហ្សូត។ ជំហ៊ានដំបូងរបស់អ្នកគឺការពិនិត្យមើលសមីការតុល្យការសម្រាប់សំយោគអាម៉ូញាក់ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ $\Delta H^o = -92.6$ kJ

មានគំនិតពីរយ៉ាងកើតឡើងចំពោះអ្នក។ អ្នកទី១ដោយសារ1mol នៃឧស្ម័ន N_2 មានប្រតិកម្មជាមួយ 3mol នៃឧស្ម័ន H_2 បង្កើតបាន 2molនៃឧស្ម័នNH_3។ នោះនៅពេលលំនឹងអ្នកអាចទទួលបានទិន្នផលខ្ពស់បើសិនជាប្រតិកម្មកើតឡើងនៅសម្ពាធខ្ពស់។ ទី2 ប្រតិកម្មបញ្ចេញកម្តៅតាមទិសដៅស្របអាចបញ្ជាក់ប្រាប់យើងពីថេរលំនឹងប្រតិកម្មនេះនឹងថយចុះជាមួយនឹងការកើនឡើងសីតុណ្ហភាព។ ដូចនេះដើម្បីទទួលបានទិន្នផលអាម៉ញាក់ (NH_3) ខ្ពស់ នោះប្រតិកម្មគួរតែប្រព្រឹត្តទៅនៅសីតុណ្ហភាពទាបបំផុត តាមតែអាចធ្វើទៅបាន។ តាមរយៈខ្សែ កោងខាងលើ បានបង្ហាញថាទិន្នផលនៃអាម៉ញាក់កើនឡើងជាមួយនឹងការថយចុះនៃសីតុណ្ហភាព។ ប្រតិកម្មតម្រូវឱ្យប្រព្រឹត្តទៅនៅសីតុណ្ហភាពទាប(220K ឬ -53ºC) ចំណុចរំពុះNH_3 នៅ -33.5ºC។ ដូចនេះឧស្ម័នអាម៉ូញាក់ដែលកកើតនឹងក្លាយជាផាសរាវ ដែលអាចធ្វើឱ្យគេយកវាចេញពីប្រព័ន្ធប្រតិកម្ម ដែលពេលនោះ H_2និង N_2 គឺនៅតែជាឧស្ម័ននៅឡើយនៅសីតុណ្ហភាពនេះ។ ដូចនេះជាចុងក្រោយលំនឹងនៃប្រតិកម្មរំកិលពីឆ្វេងទៅស្តាំ។ បន្ទាប់មកទៀតនៅលើសន្លឹកកិច្ចការគឺជារសន្និដ្ឋានរបស់អ្នក។ ឥឡូវយើងប្រៀបធៀបការសន្និដ្ឋានរបស់អ្នកជាមួយលក្ខខណ្ឌពិតនៅក្នុងឧស្សាហកម្ម។ តាមពិតសម្ពាធនៅពេលប្រតិកម្មដំណើរការគឺនៅចន្លោះពី500atm ទៅ 1000atm។ ដូច្នេះការដែលអ្នកថានៅពេលលំនឹងអ្នកទទួលបានទិន្នផលខ្ពស់បើសិនជាប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅក្រោមសម្ពាធខ្ពស់នោះគឺត្រឹមត្រូវ។លើសពីនេះទៅទៀតដំណើរការក្នុងឧស្សាហកម្មអាម៉ូញាក់មិនដែលឈានដល់លំនឹងឡើយគេតែងតែទាញយកចេញពីប្រព័ន្ធប្រតិកម្មជាបន្តបន្ទាប់។ ភាពមិនស្របគ្នានេះគឺថាប្រតិកម្មជាធម្មតាប្រព្រឹត្តទៅនៅសីតុណ្ហភាព 500ºC។ ប្រតិកម្មដែលប្រព្រឹទ្ធនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ចំណាយដើមច្រើន និងទិន្នផល NH_3 ទាប។ ការបង្ហាញពីជម្រើសនេះ គឺថាល្បឿននៃប្រតិកម្មបង្កើត NH_3 កើនឡើងជាមួយសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។ ចំពោះការធ្វើពាណិជ្ជកម្ម លំនាំផលិត NH_3 ឱ្យបានលឿនគឺនៅតែត្រូវអនុវត្តទោះបីជាត្រូវចំណាយដើមខ្ពស់និងទទួលបានទិន្នផលទាបក៏ដោយ។ សម្រាប់ហេតុផល គឺថាលក្ខខណ្ឌដែលផ្សំគ្នាជាសម្ពាធខ្ពស់ និងការប្រើកាតាលីករសមរម្យគឺជាវិធីដ៏មានប្រសិទ្ធិភាពបំផុតដើម្បីផលិតអាម៉ូញាក់ក្នុងបរិមាណច្រើន។

9.2. ជីវិតស្ថិតក្នុងរយៈកំពស់ខ្ពស់ និងការផលិតអេម៉ូក្លូប៊ីន

នៅក្នុងខ្លួនមនុស្សយើង លំនឹងគីមីច្រើនរាប់មិនអស់បានកើតមានជាប្រចាំ ដើម្បីរក្សាឱ្យមានសុខមាលភាពសរីរវិទ្យា។ បើសិនជាលក្ខខណ្ឌបរិស្ថានជុំវិញប្រែប្រួលនោះរាង្គកាយរបស់យើងនឹងប្រែប្រួលទៅតាមដើម្បីរក្សដំណើរសេរីរៈនៃរាង្គកាយ។ ផលវិបាកនៃបម្រែបម្រួលភ្លាមៗតាមរយៈកំពស់ និងសម្រួលនូវដំណើរការនេះ។ ការជិះយន្តហោះឬការជិះកន្ត្រកឡើងភ្នំនូវរយៈកម្ពស់ខ្ពស់(2.3-3Km)អាចបណ្តាលឱ្យយើងឈឺក្បាលចង់ក្អួតចង្អោរមានការនឿយហត់ខ្លាំង ឬមានអាការៈមិនស្រួលខ្លួនផ្សេងៗទៀត។ នេះជារោគសញ្ញា hypoxia គឺជាការខ្វះបរិមាណអុកស៊ីហ្សែននៅក្នុងគោលិកាឈាម។ ក្នុងករណីធ្ងន់ធ្ងរអ្នករងគ្រោះអាចភ្លឹកឬអាចស្លាប់បើសិនមិនព្យាបាលភ្លាមៗ។ មានមនុស្សខ្លះរស់នៅក្នុងរយៈកំពស់ខ្ពស់រាបសប្តាហ៍ឬរាប់ខែនោះគេនឹងសុាំ

បន្តិចម្តងៗទៅនឹងជម្ងឺនេះហើយសរីរៈរបស់គេក៏សម្របទៅតាមកម្រិតបរិយាកាសដែលមានអុកស៊ីហ្សែនទាប ដូច្នេះសារពាង្គកាយរបស់គេក៏ដំណើរការជាធម្មតាដែរ។បន្សំអុកស៊ីហ្សែនជាមួយម៉ូលេគុលអេម៉ូក្លូប៊ីន(Hb)ដែលនាំអុកស៊ីហ្សែនឆ្លងកាត់ឈាមគឺជាប្រតិកម្មស៊ាំញ៉ាំមួយតែក្នុងករណីនេះយើងគ្រាន់តែបង្ហាញនូវសមីការសាមញ្ញមួយៈ $Hb(aq) + O_2(g) \rightleftarrows HbO_2(aq)$ ដែល HbO_2 ជាអុកស៊ីអេម៉ូក្លូប៊ីន គឺជាកំផ្លិចរវាងអេម៉ូក្លូប៊ីន និងអុកស៊ីហ្សែន ហើយធម្មតា ជាអ្នកដឹកនាំអុកស៊ីហ្សែនទៅកាន់ជាលិកា។ ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មនេះគឺ $K_c = \frac{[HbO_2]}{[Hb][O_2]}$ ។ នៅរយៈកំពស់3km សម្ពាធដោយផ្នែកនៃអុកស៊ីហ្សែនគឺប្រហែល 0.14 atm ធៀបទៅនឹងសម្ពាធនៅ លើផ្ទៃសមុទ្រ 0.2atm ។ តាមរយៈគោល ការណ៍ឡឺសាតឺលីយេការថយចុះ កំហាប់ អុកស៊ីហ្សែន នឹងរំកិលថេរលំនឹងនៃសមីការ ខាងលើពីស្តាំទៅឆ្វេង។ បម្រែបម្រួលនេះធ្វើ ឱ្យខូចខាត ដល់ការផ្គត់ផ្គង់អុកស៊ីអេម៉ូក្លូប៊ីន ដែលបណ្តាលឱ្យកើត hypoxia។ ដោយមានពេលវេលាគ្រប់គ្រាន់រាងកាយរបស់យើងនឹងអាចផលិតបាន អេម៉ូក្លូប៊ីនគ្រប់គ្រាន់វិញ។ ពេលនោះលំនឹង គឺមីនឹងរំកិលត្រឡប់មកវិញបន្តិចម្តងៗ ហើយបង្កើតបានជាអុកស៊ីអេម៉ូក្លូប៊ីន។ ត្រូវចំនាយពេលពីរទៅបីសប្តាហ៍ដើម្បីបង្កើតអេម៉ូក្លូប៊ីនឱ្យបានគ្រប់គ្រាន់ឆ្លើយតបនឹងតម្រូវការជាមូលដ្ឋានរបស់រាងកាយ។ការត្រឡប់ទៅមានសមត្ថភាពពេលលេញ គឺទាមទាររយៈពេលរាប់ឆ្នាំ។ តាមរយៈការសិក្សាបង្ហាញថាការរស់នៅរយៈពេលយូរនៅទីខ្ពស់ៗគឺមានកំរិតអេម៉ូក្លូប៊ីននៅក្នុងឈាមខ្ពស់ដែលពេលខ្លះមានដល់50% លើសអ្នកដែលរស់នៅតាមមាត់សមុទ្រ។

10. ការសង្ខេបនូវភាពពិត និងបញ្ញត្តិផ្សេងៗ

1. លំនឹងឌីណាមិចរវាងផាសផ្សេងៗគ្នាគឺជាលំនឹងរូប។លំនឹងគីមីគឺជាលំនាំច្រាស់មកវិញដែលក្នុងនោះល្បឿន។
2. ប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅនិងល្បឿនប្រតិកម្មច្រាសមកវិញស្មើគ្នា ហើយកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ និងកំហាប់អង្គធាតុកកើត គឺពុំមានការប្រែប្រួលទៅតាមពេលវេលាទេ។
3. សមីការគីមីទូទៅមួយតាងដោយ $aA(g) + bB(g) \rightleftarrows cC(g) + dD(g)$ ដែលកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនិងកំហាប់អង្គធាតុកកើតពេលមានលំនឹង(គិតជាM)អាចគណនាតាមតម្លៃថេរលំនឹង។
4. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មឧស្ម័ន K_p ត្រូវបានសម្តែងដោយទំនាក់ទំនងលំនឹងសម្ពាធដោយផ្នែក(គិតជាatm) ។
5. ដំណើរការប្រព្រឹត្តទៅនៃលំនឹងគីមីដែលគ្រប់អង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតស្ថិតនៅក្នុងផាសតែមួយ គេហៅថាលំនឹងអូម៉ូសែន។ បើអង្គធាតុប្រតិករនិងអង្គធាតុកកើតមិនស្ថិតក្នុងផាសតែមួយទេគេហៅថាលំនឹងអេតេរ៉ូសែន។ កំហាប់អង្គធាតុរឹងសុទ្ធ អង្គធាតុរាវសុទ្ធនិងអង្គធាតុរំលាយគឺមិនប្រែប្រួលទេ និងមិនត្រូវរាប់បញ្ចូលក្នុងសមីការថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មទេ។ ប្រសិនបើប្រតិកម្មមួយ គឺជាលទ្ធផលនៃប្រតិកម្មបូករបស់ប្រតិកម្មពីរ ឬច្រើនបញ្ចូលគ្នា នោះថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មសរុបចុងក្រោយគឺត្រូវកំណត់ដោយលទ្ធផលសរុបនៃថេរលំនឹងទាំងអស់របស់ប្រតិកម្មនីមួយៗដែលចូលរួមប្រតិកម្ម។
6. តម្លៃថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម K គឺអាស្រ័យទៅនឹងរបៀបសរសេរសមីការ និងថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មច្រាសគឺ ជាចម្រាស់នៃថេរលំនឹងប្រតិកម្មដើម។

7. ថេរលំនឹងគឺជាផលធៀបនៃថេរល្បឿនរបស់ប្រតិកម្មតាមទិសបណ្តោយជាមួយនឹងថេរល្បឿនរបស់ប្រតិកម្មច្រាសមកវិញ។
8. ផលចែកនៃប្រតិកម្ម Q គឺជាទម្រង់ដូចគ្នានឹងថេរលំនឹងប៉ុន្តែវាប្រើសម្រាប់ប្រតិកម្មដែលមិនទាន់ឈានដល់លំនឹង។ បើ $Q > K$ ប្រតិកម្មមានទិសដៅរំកិលពីស្តាំទៅឆ្វេងដើម្បីទទួលបានលំនឹង។ បើ $Q < K$ ប្រតិកម្មនឹងមានទិសដៅពីឆ្វេងទៅស្តាំដើម្បីទទួលបានលំនឹង។
9. គោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេចែងថាបើឥទ្ធិពលខាងក្រៅមានអំពើលើប្រព័ន្ធមួយនៅខណៈលំនឹងគីមី ប្រព័ន្ធនោះនឹងរំកិលតាមទិសដៅរំដោះភាពតានតឹង។
10. មានតែបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពមួយទេដែលធ្វើឱ្យថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួល។ បម្រែបម្រួលកំហាប់សម្ពាធឬមាឌអាចធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលលំនឹងកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ និងអង្គធាតុកកើត។ ការបន្ថែមកាតាលីករជួយពន្លឿនល្បឿននៃប្រតិកម្ម ប៉ុន្តែមិនមានឥទ្ធិពលដល់លំនឹងកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ និងអង្គធាតកកើតទេ។

11. សំណួរនិងលំហាត់

1. ចូរឱ្យនិយមន័យលំនឹង។ ចូរឱ្យឧទាហរណ៍ពីរអំពីលំនឹងឌីណាមិច។
2. ចូរពន្យល់ភាពខុសគ្នារវាងលំនឹងរូបនិងលំនឹងគីមី។ ចូរឱ្យឧទាហរណ៍នៃលំនឹងនីមួយៗ។
3. តើអ្វីទៅច្បាប់អំពើនៃម៉ាស ?
4. ចូររៀបរាប់ខ្លីៗពីសារៈសំខាន់នៃលំនឹងក្នុងការសិក្សាប្រតិកម្មគីមី។
5. ចូរឱ្យនិយមន័យលំនឹងអូម៉ូសែន និងលំនឹងអេតេរ៉ូសែន។ ចូរឱ្យឧទាហរណ៍នៃលំនឹងទាំងពីរឱ្យបានពីរ។
6. តើនិមិត្តសញ្ញា K_c និង K_p តាងអ្វី ?
7. ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម K_p ដែលត្រូវនឹងប្រតិកម្មនីមួយៗខាងក្រោមនេះ

   ក. $2NaHCO_3(s) \rightleftarrows 2Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$

   ខ. $2CaSO_4(s) \rightleftarrows 2CaO(s) + 2SO_2(g) + O_2(g)$

8. ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹង K_c និង K_p (បើអាចមាន) សម្រាប់លំនាំដូចខាងក្រោម

   ក. $2CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g) + O_2(g)$

   ខ. $3O_2(g) \rightleftarrows 2O_3(g)$

   គ. $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows COCl_2(g)$

   ឃ. $H_2O(g) + C(s) \rightleftarrows CO(g) + H_2(g)$

   ង. $HCOOH(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HCOO^-(aq)$

   ច. $2HgO(s) \rightleftarrows 2Hg(l) + O_2(g)$

9. ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹង K_c និង K_p (បើអាចមាន) សម្រាប់លំនាំដូចខាងក្រោម

ក. $2NO_2(g) + 7H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g) + 4H_2O(l)$

ខ. $2ZnS(s) + 3O_2(g) \rightleftarrows 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$

គ. $C(s) + CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g)$

ឃ. $C_6H_5COOH(aq) \rightleftarrows C_6H_5COO^-(aq) + H^+(aq)$

10. សរសេរសមីការដែលទាក់ទង K_c និង K_p និងនិយមន័យរបស់វានីមួយៗ ។
11. តើអ្វីទៅជាវិធានសម្រាប់សរសេរថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មសរុបដែលទាក់ទងពីរឬច្រើនដំណាក់កាល ?
12. ចូរឱ្យឧទាហរណ៍មួយអំពីប្រតិកម្មពហុលំនឹង។
13. ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម $2HCl(g) \rightleftarrows H_2(g) + Cl_2(g)$ គឺ 4.17×10^{-34} នៅសីតុណ្ហភាព25 °C ។ ចូររកថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ នៅសីតុណ្ហភាពដដែល។
14. ចូរពិចារណាពីលំនាំបង្កើតលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $2H_2(g) + S_2(g) \rightleftarrows 2H_2S(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 700°C តាមការវិភាគបង្ហាញថានៅក្នុងកែវមានឧស្ម័ន H_2 ចំនួន2.50molឧស្ម័ន S_2 ចំនួន1.35×10^{-5}mol និងឧស្ម័ន H_2S មាន មាឌ 12L។ ចូរគណនាថេរលំនឹងប្រតិកម្ម K_c ។
15. ចូរគណនា K_p នៃប្រតិកម្ម $2CO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2CO_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព1273°C។ គេដឹងថាK_c នៅសីតុណ្ហភាពនេះគឺ 2.24×10^{22} ។
16. ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម $2SO_3(g) \rightleftarrows 2SO_2(g) + O_2(g)$ គឺ $K_p = 1.8 \times 10^{-5}$ នៅសីតុណ្ហភាព 350°C។ គណនាថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្ម ។
17. ចូរពិចារណាប្រតិកម្មដូចខាងក្រោមនេះ $N_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO(g)$ ។ បើសិនជាសម្ពាធដោយផ្នែកនៅពេលលំនឹងរបស់ឧស្ម័ន N_2 O_2 និង NO គឺ 0.15 atm , 0.33 atm និង 0.050 atm តាមរៀងគ្នា។ ចូរគណនា K_p នៅ សីតុណ្ហភាព 2200°C ។
18. កែវមួយមានផ្ទុកនូវឧស្ម័ន NH_3, N_2, និង H_2 ហើយស្ថិតនៅក្នុងភាពលំនឹង និងសីតុណ្ហភាព ជាក់លាក់មួយ។ កំហាប់នៅពេលលំនឹងរបស់ឧស្ម័ន $[NH_3] = 0.25$ M , $[N_2]=0.11$M និង $[H_2]=1.91$M ។ ចូរគណនាថេរលំនឹងK_c សម្រាប់លំនាំសំយោគអាម៉ូញ៉ាក់តាមសមីការដូច ខាងក្រោម៖

ក. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$

ខ. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftarrows NH_3(g)$

19. ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម $I_2(g) \rightleftarrows 2I(g)$ គឺ $K_c = 3.8 \times 10^{-5}$ នៅសីតុណ្ហភាព 727 °C ។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c និង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $2I(g) \rightleftarrows I_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាពដដែល។
20. នៅពេលលំនឹងសម្ពាធនៃល្បាយប្រតិកម្ម $CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_2(g)$ គឺ0.105atmនៅសីតុណ្ហភាព 350°C ។ ចូរគណនា K_p និង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ។
21. ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ គឺ1.05 នៅសីតុណ្ហភាព 250°C។ ប្រតិកម្មចាប់ផ្តើមជាមួយនឹងល្បាយ PCl_5, PCl_3 និង Cl_2 នៅសម្ពាធ0.177 atm 0.223 atm និង

0.111atmតាមរៀងនិងនៅសីតុណ្ហភាព250°C។ ពេលល្បាយឈនទៅរកលំនឹងនៅសីតុណ្ហភាពនេះ តើសម្ពាធមួយណាថយចុះ និងសម្ពាធ មួយណាកើនឡើង? ហេតុអ្វី? ចូរពន្យល់។

22. អាម៉ូញ៉ូមកាបាម៉ាត ($NH_4CO_2NH_2$) បំបែកដូចខាងក្រោម$NH_4CO_2NH_2(s) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + CO_2(g)$ ដោយចាប់ផ្តើមមានតែអង្គធាតុរឹងប៉ុណ្ណោះយើងឃើញថា នៅសីតុណ្ហភាព 40°C សម្ពាធឧស្ម័នសរុប (NH_3 និង CO_2) គឺ 0.363 atm ។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p ។

23. ចូរពិចារណាប្រតិកម្មដែលកើតឡើងនៅសីតុណ្ហភាព 1600°C នេះ $Br_2(g) \rightleftarrows 2Br(g)$ ។ ពេលគេដាក់Br_2 ចំនួន1.05mol ទៅក្នុងកែវបិទជិតមានចំណុះ 0.98L ពេលនោះមាន Br_2 1.20% ទទួលរងការបំបែក។ ចូរគណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម K_c ។

24. គេដាក់ឧស្ម័នផូសែន ($COCl_2$) ចំនួន 3.00×10^{-2} mol ទៅក្នុងកែវដែលមានចំណុះ 1.50L។ គេដុតកម្តៅរហូតដល់សីតុណ្ហភាព800K។ នៅពេលមានលំនឹងគេឃើញមានកើត CO និងមានសម្ពាធ 0.497atm។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p ដែលត្រូវនឹងប្រតិកម្ម $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows COCl_2(g)$ ។

25. ចូរពិចារណាលំនឹងប្រតិកម្ម $2NOBr(g) \rightleftarrows 2NO(g) + Br_2(g)$។ បើសិននីត្រូស៊ីលប្រូម្ម (NOBr) ត្រូវបានបំបែក34%នៅសីតុណ្ហភាព25°C។ នៅពេលមានលំនឹងសម្ពាធសរុបរបស់ប្រព័ន្ធគឺ 0.25 atm។ គណនាថេរលំនឹង K_p និង K_c នៃប្រតិកម្មនៅសីតុណ្ហភាពដដែល ។

26. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មអាស៊ីតអ៊ីដ្រូស៊ុលផួរិចនៅសីតុណ្ហភាព 25°C

$H_2S(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HS^-(aq) \quad K_c' = 9.5\times10^{-8}$

$H_2S(aq) \rightleftarrows 2H^+(aq) + S^{2-}(aq) \quad K_c'' = 1.0\times10^{-19}$

គណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងក្រោមនៅសីតុណ្ហភាពថេរ $HS^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + S^{2-}(aq)$

27. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មអាស៊ីតអុកសាលិចត្រូវបានរកឃើញនៅសីតុណ្ហភាព 25 °C

$H_2C_2O_4(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HC_2O_4^-(aq) \quad K_c' = 6.5\times10^{-2}$

$HC_2O_4^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + C_2O_4^{2-} \quad K_c' = 6.1\times10^{-5}$

គណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងក្រោមនៅសីតុណ្ហភាពថេរ

$$H_2C_2O_4(aq) \rightleftharpoons 2H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$$

28. នៅសីតុណ្ហភាព 1123K ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងក្រោមត្រូវបានរកឃើញ

$C(s) + CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g)$ និង $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows COCl_2(g)$

សរសេររូបមន្តនៃថេរលំនឹង K_p និងគណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងក្រោមនៅសីតុណ្ហភាព 1123 K

$C(s) + CO_2(g) + 2Cl_2(g) \rightleftarrows 2COCl_2(g)$

29. នៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយ ប្រតិកម្មដូចខាងក្រោមមានថេរលំនឹងដូចតទៅ

$S(s) + O_2(g) \rightleftarrows SO_2(g)$ និង $2S(s) + 3O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$

ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោមនៅសីតុណ្ហភាពថេរ

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$$

30. ពិចារណាលើថេរល្បឿននៃប្រតិកម្ម ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីបានជាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មអាស្រ័យនិងសីតុណ្ហភាព?

31. ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីបានជាប្រតិកម្មដែលមានថេរលំនឹងធំដូចជាប្រតិកម្មបង្កើតជាច្រែះដែក (Fe_2O_3) មានល្បឿនយឺត?

32. ទឹកគឺជាអេឡិចត្រូលីតខ្សោយដែលបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងដោយផ្នែក ៖

$$H_2O(l) \underset{K_2}{\overset{K_1}{\rightleftarrows}} H^+(aq) + OH^-(aq)$$

ក. បើ $K_1 = 2.4\times10^{-5}S^{-1}$ និង $K_{-1}=1.3\times10^{11}/M.S$ ។ គណនាថេរលំនឹង K ដែល $K = \dfrac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$

ខ.គណនាផលគុណអ៊ីយ៉ុងនៃទឹក$[H^+][OH^-]$និងគណនា $[H^+],[OH^-]$

ពិចារណាលើប្រតិកម្មដែលកើតមានឡើងតែមួយដំណាក់ ៖ $2A + B \underset{K_r}{\overset{K_f}{\rightleftarrows}} A_2B$ បើនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយ ថេរលំនឹង $K_c=12.6$ ហើយ $K_r=5.1\times10^{-2}S^{-1}$ ។ គណនាតម្លៃ K_f ។

33. ចូរឱ្យនិយមន័យផលចែកប្រតិកម្ម Q_c ។ តើវាខុសគ្នាយ៉ាងដូចម្ដេចទៅនឹងថេរលំនឹងប្រតិកម្ម K_c?

34. ចូរបង្ហាញត្រួសៗពីជំហ៊ានក្នុងការគណនាកំហាប់នៃប្រភេទគីមីដែលចូលរួមប្រតិកម្មនៅពេលលំនឹង។

35. ថេរលំនឹងK_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$ គឺ 5.60×10^4 នៅសីតុណ្ហភាព 350^oC។ សម្ពាធដើមរបស់ឧស្ម័ន SO_2 និង O_2 នៅក្នុងល្បាយគឺ 0.350 atm និង 0.762 atmតាមរៀងនៅសីតុណ្ហភាព350^oC។ នៅពេលដែលល្បាយនៃប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹងតើសម្ពាធសរុបមានតម្លៃតូចជាង ឬធំជាងសម្ពាធសរុបនៅមុន ពេលប្រតិកម្ម (1.112 atm) ?

36. ប្រតិកម្មសំយោគអាម៉ូញ៉ាក់ $N_2(g)+ 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម$K_c=1.2$ នៅសីតុណ្ហភាព$375\,^oC$។ ចាប់ផ្ដើមជាមួយនិងកំហាប់ដើម$[H_2]_o= 0.76M$ $[N_2]_o= 0.60M$ និង$[NH_3]_o= 0.48M$ តើកំហាប់ឧស្ម័នណាមួយកើនឡើងនិងមួយណាថយចុះពេលល្បាយឈានដល់ទីលំនឹង?

37. សម្រាប់ប្រតិកម្ម $H_2(g) + CO_2(g) \rightleftarrows H_2O(g) + CO_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 700^oC មានថេរលំនឹងស្មើ 0.534។ បើសិនជាគេយក 0.300molនៃ CO និង 0.300molនៃ H_2O ដាក់ក្នុងកែវដែលមានមាឌ10.0L ដុតកំដៅរហូតដល់សីតុណ្ហភាព $700\,^oC$ ។ ចូរគណនាចំនួនម៉ូល H_2 នៅពេលលំនឹង ។

38. ភាគសំណាកសុទ្ធនៃឧស្ម័ន NO_2 ត្រូវបានបំបែក $2NO_2(g) \rightleftarrows 2NO(g) + O_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 1000K ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម$K_p=158$ អ្នកវិភាគបានបង្ហាញថា នៅពេលមានលំនឹងសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ O_2 គឺ 0.25atm។ គណនាសម្ពាធ NO និង NO_2ក្នុងល្បាយ។

39. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $H_2(g) + Br_2(g) \rightleftarrows 2HBr(g)$ គឺ 2.18×10^6 នៅសីតុណ្ហភាព $730\,^oC$ ដែលចាប់ផ្ដើមជាមួយនឹង 3.20 mol នៃ HBr នៅក្នុងកែវ 12.0L។ គណនាកំហាប់ H_2, Br_2និង HBr នៅពេលមានលំនឹង។

40. ការបំបែកនៃម៉ូលេគុលអ៊ីយ៉ូតទៅជាអាតូមអ៊ីយ៉ូតតាងដោយសមីការ $I_2(g) \rightleftarrows 2I(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 1000K ថេរលំនឹងប្រែតិកម្ម $K_c=3.80\times10^{-5}$ រំពឹងថាអ្នកចាប់ផ្ដើមប្រតិកម្មជាមួយនឹង 0.0456mol នៃI_2 ក្នុងកែវ 2.30L ។ គណនាកំហាប់របស់ឧស្ម័ននៅពេលមានលំនឹង។

41. ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មបំបែកឧស្ម័នផូសែន $COCl_2(g) \rightleftarrows CO(g) + Cl_2(g)$ គឺ 4.63×10^{-3} នៅសីតុណ្ហភាព 527^oC។ចូរគណនាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ននីមួយនៅពេលលំនឹងដោយចាប់ផ្តើមជាមួយនឹងឧស្ម័នផូសែនសុទ្ធនៅសម្ពាធ 0.760 atm ។

42. ពិចារណាលំនឹងប្រតិកម្ម $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftarrows CO(g) + H_2O(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 686^oC កំហាប់នៅពេលមានលំនឹងគឺ $[CO] = 0.05M$, $[H_2] = 0.045M$, $[CO_2] = 0.086M$ និង $[H_2O] = 0.040M$ ។ គណនា K_c នៃប្រតិកម្មសីតុណ្ហភាព 686^oC។

43. ពិចារណាលំនាំនៃប្រតិកម្មអេតេរ៉ូសែន $C(s) + CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g)$ នៅសីតុណ្ហភាព 700^oC។សម្ពាធសរុបនៃប្រព័ន្ធគឺ 4.50atm បើសិន K_p =1.52 គណនាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ CO_2 និង CO នៅពេលមានលំនឹង។

44. ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $H_2(g)+ CO_2(g) \rightleftarrows CO(g) + H_2O(g)$ គឺ 4.2 នៅសីតុណ្ហភាព 1650^oC។ ចំនួនម៉ូលដើមនៃគឺ H_2 0.80mol និង CO_2 =0.80mol ត្រូវបានដាក់ បញ្ចូលទៅក្នុងកែវ5.0L ។ គណនាកំហាប់ឧស្ម័ននីមួយៗនៅពេលលំនឹង។

45. ពន្យល់ពីគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេ។ តើគោលការណ៍នេះជួយយើងឱ្យទទួលទិន្នផលអតិបរមាយ៉ាងដូចម្តេច?

46. តាមគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេ ចូរពន្យល់ថាហេតុអ្វីបានជាសម្ពាធចំហាយអង្គធាតុរាវមួយនៅពេលលំនឹងកើនឡើងស្របទៅនឹងសីតុណ្ហភាពកើន?

47. ចូររៀបរាប់កត្តាបីយ៉ាងដែលអាចប្តូរទីតាំងលំនឹង។ មានកត្តាមួយក្នុងចំណោមកត្តាទាំងបីដែលអាចប្តូរតម្លៃថេរលំនឹងតើកត្តានោះគឺអ្វី?

48. តើការបន្ថែមកាតាលីករមានផលប៉ះពាល់ដល់ទិសដៅនៃប្រតិកម្ម ឬទេ?

49. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $SO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows SO_2Cl_2(g)$ កំពុងមានលំនឹងបើ៖

    ក. ឧស្ម័ន Cl_2 ត្រូវបានបន្ថែមទៅក្នុងប្រតិកម្ម

    ខ. ឧស្ម័ន SO_2Cl_2 ត្រូវបានដកចេញពីប្រតិកម្ម

    គ. ឧស្ម័ន SO_2 ត្រូវបានដកចេញពីប្រព័ន្ធ ។ នៅសីតុណ្ហភាពថេរ ។

50. គេដុតកំដៅសូដ្យូមប៊ីកាបូណាតរឹងក្នុងកែវបិទជិត នោះគេទទួលបានសមីការលំនឹងគឺមីដូចខាងក្រោមនេះ៖ $2NaHCO_3(s) \rightleftarrows Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$។ ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្មបើ៖

    ក. គេដកយកបរិមាណខ្លះនៃ CO_2 ចេញពីប្រព័ន្ធប្រតិកម្ម?

    ខ. គេថែមបរិមាណខ្លះនៃ Na_2CO_3 ទៅក្នុងប្រព័ន្ធប្រតិកម្ម?

    គ. គេដកយក $NaHCO_3$ រឹងខ្លះចេញពីប្រព័ន្ធ ? (សីតុណ្ហភាពមិនប្រែប្រួលឡើយ)។

51. ពិភាក្សាប្រព័ន្ធនៃលំនឹងខាងក្រោម

    ក. $A(g) \rightleftarrows 2B(g)$ ΔH^0=20.0KJ

    ខ. $A(g) + B(g) \rightleftarrows C(g)$ ΔH^0=-5.4KJ

គ. $A(g) \rightleftarrows B(g)$ $\Delta H^0=0.0KJ$

ចូរព្យាករណ៍បម្រែបម្រួលថេរលំនឹង K_c ដែលអាចកើតមានឡើងក្នុងករណីខាងលើ បើសិនជាសីតុនៃប្រព័ន្ធកើនឡើង ។

52. តើអ្វីដែលមានឥទ្ធិពលក្នុងការបង្កើនសម្ពាធក្នុងប្រព័ន្ធខាងក្រោមនៅពេលមានលំនឹង ។ បើសីតុណ្ហភាពថេរនៅគ្រប់ករណីទាំងអស់ហើយប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅក្នុងស៊ីឡាំងក្រិតដែលមានពីស្តុងអាចកំរើកបាន។

ក. $A(s) \rightleftarrows 2B(s)$

ខ. $2A(l) \rightleftarrows B(l)$

គ. $A(s) \rightleftarrows B(g)$

ឃ. $A(g) \rightleftarrows B(g)$

ង. $A(g) \rightleftarrows 2B(g)$

53. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $2I(g) \rightleftarrows I_2(g)$ កំពុងមានលំនឹងកាលណា:

ក. បង្កើនសម្ពាធប្រព័ន្ធ

ខ. បន្ថែមអ៊ីយ៉ូដចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

គ. បញ្ចុះសីតុណ្ហភាព

54. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ $\Delta H^0=92.5KJ$ កំពុងមានលំនឹងកាលណា៖

ក. សីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធកើនឡើង

ខ. ឧស្ម័នក្លរបន្ថែមចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

គ. រំដោះ PCl_3ចេញពីប្រព័ន្ធ

ឃ. បង្កើនសម្ពាធប្រព័ន្ធ

ង. បន្ថែមកាតាលីករចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

55. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $2SO_2(g)+ O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$ $\Delta H^0=-198.2KJ$ កំពុងមានលំនឹងកាលណា៖

ក. សីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធកើនឡើង

ខ. បង្កើនសម្ពាធប្រព័ន្ធ

គ. បន្ថែម SO_2 ចូលក្នុងប្រព័ន្ធ

ឃ. បន្ថែមកាតាលីករចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

ង. បន្ថែមឧស្ម័នអេល្យូមចូលទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

56. នៅក្នុងប្រតិកម្មដែលមិនប្រើកាតាលីករនេះ $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ សម្ពាធឧស្ម័ននៅពេលលំនឹងគឺ $P_{N_2O_4} = 0.377atm$ និង $P_{NO_2} = 1.56atm$ នៅសីតុណ្ហភាព 100^oC។ តើសម្ពាធទាំងនេះប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេចនៅពេលគេដាក់កាតាលីករទៅក្នុងប្រព័ន្ធកំពុងមានលំនឹង?

57. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $2CO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2CO_2(g)$ កំពុងមានលំនឹងកាលណាគេបន្ថែមឧស្ម័នអេល្យូមទៅក្នុងប្រព័ន្ធជាមួយនឹង។

ក. សម្ពាធប្រព័ន្ធថេរ

ខ. មាឌប្រព័ន្ធថេរ

58. ចូរព្យាករណ៍ទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $CaCO_3(s) \rightleftarrows CaO(s) + CO_2(g)$ តើមានអ្វីកើតឡើងបើ៖

ក. មាឌកើន

ខ.គេថែមបរិមាណខ្លះនៃ CaO ទៅក្នុងល្បាយប្រតិកម្ម

គ. គេដកយកបរិមាណខ្លះនៃ $CaCO_3$ ចេញពីល្បាយប្រតិកម្ម

ឃ.បង្កើនសីតុណ្ហភាពនៃប្រតិកម្ម។

ង. គេថែមបរិមាណខ្លះនៃ CO_2 ទៅក្នុងល្បាយនៃប្រតិកម្ម

ច. គេថែមបរិមាណសូលុយស្យុង NaOH ពីរ រឺបីតំនក់ទៅក្នុងល្បាយនៃប្រតិកម្ម

59. ពិភាក្សាឃ្លានេះ ថេរលំនឹងរបស់ល្បាយដែលមានអង្គធាតុរឹង NH_4Cl និងឧស្ម័ន NH_3 និង HCl គឺ 0.316 សរសេរពីពត៌មាន 3 ផ្នែកសំខាន់ទៀតដែលបានបាត់ពីឃ្លាខាងលើ ។

60. គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $2NOCl(g) \rightleftarrows 2NO(g)+ Cl_2(g)$ ។ គេដុតកំដៅនីត្រូស៊ីលក្លរ (NOCl) សុទ្ធរហូតដល់សីតុណ្ហភាព 240°Cនៅក្នុងកែវចំណុះ 1.00L។ នៅពេលលំនឹងគេដឹងថាសម្ពាធប្រព័ន្ធគឺ 1.00 atm ហើយសម្ពាធរបស់ NOCl គឺ 0.64 atm ។

ក. ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកឧស្ម័ន NO និង Cl_2 ក្នុងប្រព័ន្ធប្រតិកម្ម។

ខ. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p។

61. គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $N_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO(g)$ ។ ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្មបង្កើត NO ចេញពីយានយន្តនៅសីតុណ្ហភាព 530°C គឺ 2.9×10^{-11}។

ក. គណនាសម្ពាធផ្នែកនៃឧស្ម័ន NO ក្រោមលក្ខខណ្ឌតែមួយបើសិនជាសម្ពាធផ្នែកនៃ N_2 គឺ 3.0 atm និងសម្ពាធផ្នែកនៃ O_2 គឺ 0.012 atm។

ខ. គណនាសម្ពាធផ្នែកនៃឧស្ម័ន NO ក្រោមលក្ខខណ្ឌតែមួយ បើសិនជាសម្ពាធផ្នែកនៃ N_2 គឺ 0.78 atm និង សម្ពាធផ្នែក នៃ O_2 គឺ 0,21 atm នៅសីតុណ្ហភាព 25°C (នៅសីតុ.នេះថេរលំនឹង K_p គឺ 4.0×10^{-31})។

គ. តើប្រតិកម្មបង្កើត NO គឺជាលំនាំស្រូបកំដៅ ឬបញ្ចេញកំដៅ?

ឃ. តើបាតុភូតធម្មជាតិអ្វីទៅដែលបង្កើតឧស្ម័ន NO ? ហេតុអ្វី ?

62. គេឱ្យប្រតិកម្មបំបែកសូដ្យូមប៊ីកាបូណាត

$2NaHCO_3(s) \rightleftarrows Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$ ប្រតិកម្មនេះកើតមានឡើងនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។ តើយើងនឹងទទួលបាន CO_2 និង H_2O ថែមទៀតដែរឬទេ បើយើងថែមសូដ្យូមប៊ីកាបូណាតទៅក្នុងប្រព័ន្ធកំពុងដុតកំដៅនិងកំពុងមានលំនឹង

ក. ក្នុងកែវបិទជិត

ខ.ក្នុងកែវបើកចំហ

63. ចូរពិចារណាលំនឹងនៃប្រតិកម្ម $A(g) \rightleftarrows 2B(g)$ តាមរយៈបម្រាប់ដូចខាងក្រោមនេះ។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p និង K_c នៅសីតុណ្ហភាពនីមួយៗ។ តើជាប្រតិកម្មបញ្ចេញកំដៅឬស្រូបកំដៅ?

សីតុណ្ហភាព(°C)	[A](M)	[B](M)
200	0.0125	0.843
300	0.171	0.764
400	0.250	0.724

64. ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $2H_2O(g) \rightleftarrows 2H_2(g) + O_2(g)$ គឺ 2×10^{-42} នៅសីតុណ្ហភាព 25°C។

ក. ចូរគណនា K_c សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះនៅសីតុណ្ហភាពខាងលើនេះ

ខ. តម្លៃខុសគ្នាបន្តិចរវាងK_p និងK_cបង្ហាញថាប្រតិកម្មមានទំនោរខ្លាំងទៅរកការបង្កើត H_2O ។ ទោះបីជាបែបនេះក៏ដោយល្បាយរវាងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននិងអុកស៊ីហ្សែននៅតែមិនប្រែប្រួលនៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ចូរពន្យល់ ?

65. ចូរពិចារណាប្រព័ន្ធនៃប្រតិកម្មខាងក្រោម $2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2NOCl(g)$ ។ តើការរួមបញ្ចូលគ្នារវាងសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធនឹងផ្តល់ទិន្នផលអតិបរមានៃ NOCl ដែរឬទេ ?

$\Delta H_f^0(NOCl)=51.7KJ/mol$

66. នៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់និងសម្ពាធសរុប1.2atmសម្ពាធផ្នែកនៃលំនឹងល្បាយ $2A(g) \rightleftarrows B(g)$ 2A គឺ P_A= 0.60 atm និង P_B = 0.60 atm M ។

ក. ចូរគណនា K_p សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះនៅសីតុណ្ហភាពដូចខាងលើ

ខ. បើសិនជាសម្ពាធសរុបកើនឡើងដល់ 1.5 atm ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកនៃឧស្ម័ន A និង B នៅពេលលំនឹង។

67. ប្រតិកម្មបំបែកនៃអាម៉ូញ៉ូមអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលផូ $NH_4HS(s) \rightleftarrows NH_3(g) + H_2S(g)$ គឺជាប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ។ គេយកភាគសំណាកនៃអង្គធាតុរឹងខាងលើ 6.1589 g ទៅដាក់ក្នុងកែវសុញ្ញតចំណុះ 4.000L នៅសីតុណ្ហភាព 24°C M។ ក្រោយពេលទទួលបានលំនឹងសម្ពាធសរុប ក្នុងកែវគឺ 0.709 atm ។ គេឃើញភាគសំណាកអង្គធាតុរឹងនៅមានសល់ក្នុងកែវខ្លះ។

ក. ចូរគណនា K_p សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ

ខ. តើភាគសំណាកអង្គធាតុរឹងបំបែកបានប៉ុន្មានភាគរយ ?

គ. បើសិនជាមាឌកែវកើនឡើងពីរដងនៅសីតុណ្ហភាពថេរ តើបរិមាណភាគសំណាកនៅក្នុងកែវប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច ?

68. ចូរពិចារណាប្រតិកម្ម $2NO(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ ។ នៅសីតុណ្ហភាព430°Cល្បាយនៅពេលលំនឹងរួមមាន O_2=0.020 mol, NO = 0.040 mol និង NO_2 = 0.96 mol ។ ចូរគណនា K_p នៃប្រតិកម្មដែលសម្ពាធសរុបស្មើនឹង 0.20 atm។

69. ពេលដុតកំដៅអាម៉ូញ៉ូមកាបាម៉ាតបំបែកជា $NH_4CO_2NH_2(s) \rightleftarrows 2NH_3(g) + CO_2(g)$ នៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់សម្ពាធលំនឹងសរុបគឺ 0.318 atm។ ចូរគណនា K_p សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ ។

70. គេកំដៅល្បាយ H_2 =0.47 mol និង HCl = 3.59 mol រហូតដល់សីតុណ្ហភាព 2800 ºC ។ ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកពេលលំនឹងនៃឧស្ម័ន H_2, Cl_2និងHCl ដោយដឹងថាសម្ពាធសរុបគឺ 2.00 atm។ គេឱ្យប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftarrows 2HCl(g)$ និងថេរលំនឹង K_p នៅសីតុណ្ហភាព 2800 ºC គឺ 193 ។

71. ចូរពិចារណាប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ នៅក្នុងកែវបិទជិតមួយ។ នៅពេលចាប់ផ្តើមប្រព័ន្ធមាន N_2O_4 1mol។ នៅពេលមានលំនឹងមាន N_2O_4 xmol បានបំបែកជា NO_2 ។
    ក. ចូរទាញសមីការ K_p ដោយអនុគមន៍ទៅនឹង x និង P ដែលជាសម្ពាធសរុប។
    ខ. តើសមីការនៅសំណួរ(ក) ជួយអ្នកឱ្យទស្សន៍ទាយបានពីទីតាំងលំនឹងយ៉ាងដូចម្តេច ? តើការទស្សន៍ទាយរបស់អ្នកស្របទៅនឹងគោលការណ៍ឡឺសាតឺលីយេដែរឬទេ ?

72. គេដាក់ N_2 1mol និង H_2 3molទៅក្នុងកែវបិទជិតមួយនៅសីតុណ្ហភាព 375 ºC ។ ចូរគណនាសម្ពាធសរុបនៃប្រតិកម្មនៅពេលមានលំនឹង បើសិនជាប្រភាគម៉ូលរបស់ឧស្ម័ន NH_3 គឺ 0.21 ។ ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្មនេះគឺ 4.31×10^{-4}។

73. នៅសីតុណ្ហភាព1130 ºC ថេរលំនឹង K_cសម្រាប់ប្រតិកម្ម $2H_2S(g) \rightleftarrows 2H_2(g) + S_2(g)$ គឺ 2.25×10^{-4}បើសិនជាពេលលំនឹង $[H_2S]=4.84\times10^{-3}$ M និង $[H_2]=1.50\times10^{-3}$ M។ ចូរគណនា $[S_2]$ ។

74. គេដាក់បរិមាណ SO_2Cl_2 6.57g ទៅក្នុងកែវបិទជិតមានចំណុះ 2.00L ។ នៅសីតុណ្ហភាព 648 K គេឃើញមានបរិមាណ SO_2 0.0345 mol ។ ចូរគណនា K_c សម្រាប់ប្រតិកម្ម $SO_2Cl_2(g) \rightleftarrows SO_2(g) + Cl_2(g)$ ។

75. ប្រតិកម្មបង្កើត SO_3 ពី SO_2 និង O_2 គឺជាដំណាក់កាលកណ្តាលមួយនៅក្នុងលំនាំផលិតអាស៊ីតស៊ុលផួរិចហើយវាក៏ជាបាតុភូតផលិតអាស៊ីតភ្លៀងផងដែរ។ ថេរលំនឹង K_p នៃប្រតិកម្ម $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftarrows 2SO_3(g)$ គឺ 0.13 នៅសីតុណ្ហភាព 830ºC ។ នៅក្នុងពិសោធន៍ មួយគេយក SO_2 = 2.00 mol និង O_2=2.00 mol ដាក់ក្នុងកែវបិទជិតមួយ។ ចូរគណនាសម្ពាធសរុបនៅពេលមានលំនឹង ដើម្បីបង្កើត SO_3 បាន 80%។

76. ចូរពិចារណាប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $I_2(g) \rightleftarrows 2I(g)$ ។ គេយកភាគសំណាក I_2 ក្នុងបរិមាណ 1.00 g ទៅដុតកម្តៅរហូតដល់សីតុណ្ហភាព1200ºCនៅក្នុងកែវបិទជិតដែលមានចំណុះ500mLមួយ។ នៅពេលលំនឹងសម្ពាធសរុបគឺ 1.51 atm។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមីខាងលើនេះ។

77. សំបកពងមាន់ភាគច្រើនសំបូរកាល់ស្យូមកាបូណាតដែលកើតឡើងតាមប្រតិកម្មលំនឹងគីមីខាងក្រោមនេះ $Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftarrows CaCO_3(s)$ ។ អ៊ីយ៉ុងកាបូណាតគឺជាលទ្ធផលនៃមេតាបូលីសដោយCO_2។ ចូរពន្យល់ហេតុអ្វីបានជាសំបកពងមាន់ស្តើងនៅរដូវក្តៅពេលដែលល្បឿននៃការដង្ហក់របស់កើនឡើង។ ចូរផ្តល់សម្រាប់ស្ថានការណ៍នេះ។

78. ថេរលំនឹង K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ នេះគឺ 4.31×10^{-4} នៅសីតុណ្ហភាព 375^oC នៅក្នុងពិសោធន៍មួយ គេចាប់ផ្តើមដោយដាក់ N_2=0.862 atm និង H_2=0.373 atm កែវដែលមានមាឌថេរ នៅសីតុណ្ហភាព 375^oC ។ ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកនៃប្រភេទគីមីនីមួយៗនៅពេលប្រតិកម្មឈានដល់លំនឹង។

79. គេយក CO_2 0.20mol ទៅដុតកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយជាមួយបរិមាណលើសនៃ ក្រាភីត នៅក្នុងកែវបិទជិតមួយរហូតទទួលបានលំនឹងមួយ $C(s)+ CO_2(g) \rightleftarrows 2CO(g)$ ។ នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌដូចខាងលើម៉ាសម៉ូលមធ្យមរបស់ឧស្ម័នគឺ 35g/mol ។

ក. ចូរគណនាប្រភាគម៉ូលនៃឧស្ម័ន CO និង CO_2 ។

ខ. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p បើសិនជាសម្ពាធប្រព័ន្ធគឺ 11 atm ។

80. នៅពេលរលាយនៅក្នុងទឹក គ្លុយកូស(ស្ករពោត) និងហ្វ្រុចតូស(ស្ករផ្លែឈើ)ឈានទៅដល់លំនឹងមួយគឺ Fructose $\rightleftarrows$ Glucose។ គេបានរៀបចំសូលុយស្យុងព្រុចតូស 0.244 M នៅសីតុណ្ហភាព25^oC។ នៅពេលលំនឹងគេ ឃើញថាកំហាប់របស់វាថយចុះមកត្រឹម 0.113 M ។

ក.ចូរគណនាថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ។

ខ. នៅពេលលំនឹង តើមានហ្វ្រុចតូសប៉ុន្មានភាគរយត្រូវបានបំប្លែងទៅជាគ្លុយកូស?

81. នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ អង្គធាតុរឹងអ៊ីយ៉ូតស្ថិតក្នុងភាពលំនឹងជាមួយនឹងចំហាយរបស់វាក្នុងលំនាំរហើរ (Sublimation លំនាំដែលអង្គធាតុរឹងបំប្លែងពីផាសរឹងទៅជាចំហាយដោយមិនឆ្លងកាត់ផាសរាវ) និងការកក(Depositionផាសចំហាយបានបំប្លែងជាផាសរឹងវិញដោយមិនឆ្លងកាត់ផាសរាវ)។ ចូរពិពណ៌នាពីរបៀបដែលអ្នកនឹងប្រើធាតុវិទ្យុសកម្មអ៊ីយ៉ូតក្នុងលក្ខណៈជាអង្គធាតុរឹង ឬចំហាយដើម្បីបង្ហាញពីរលំនឹងឌីណាមិចរវាងផាសទាំងពីរ។

82. នៅសីតុណ្ហភាព 1024^oC សម្ពាធរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលបានមកពីការបំបែកទង់ដែង (II) អុកស៊ីត គឺ 0,49 atm ។ គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $4CuO(s) \rightleftarrows 2Cu_2O(s) + O_2(g)$

ក. គណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងលើនេះ។

ខ. ចូរគណនាប្រភាគម៉ូលនៃ CuO ដែលត្រូវបំបែកបើសិនជាគេដាក់ CuO ចំនួន 0.16 mol ទៅក្នុងកែវចំណុះ2.0L នៅសីតុណ្ហភាព 1024^oC ។

គ. គណនាប្រភាគម៉ូលនៃ CuO បើសិនជាគេប្រើតែ 1.0 mol នៃ CuO ។

ឃ. គណនាចំនួនម៉ូលអប្បបរមាដែលកើតឡើងនៅពេលលំនឹង។

83. ល្បាយមួយរួមមាន NO=3.9 mol និង CO_2=0.88mol មានប្រតិកម្មនៅក្នុងកែវបិទជិតមួយនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់តាមប្រតិកម្ម $NO(g) + CO_2(g) \rightleftarrows NO_2(g) + CO(g)$ ។ នៅពេលមានលំនឹងគេឃើញមាន CO_2= 0.11mol ។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមីនេះ។

84. ថេរលំនឹងK_c នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $H_2(g) + I_2(g) \rightleftarrows 2HI(g)$ គឺ54.3នៅសីតុណ្ហភាព430^oC។ មុនពេលមានប្រតិកម្មគេឃើញមាន H_2= 0.714 mol I_2=0.984 mol និងHI = 0.886 mol នៅក្នុងកែវប្រតិកម្មចំនុះ2.40 L ។ ចូរគណនាកំហាប់ប្រភេទគីមីនីមួយៗដែលមានក្នុងល្បាយពេលមានលំនឹង។

85. នៅពេលដុតកម្តៅ សមាសធាតុឧស្ម័ន A មួយត្រូវបានបំបែកតាមសមីការលំនឹងគីមី $A(g) \rightleftarrows B(g)+C(g)$ នៅក្នុងពិសោធន៍មួយសមាសធាតុ A ត្រូវបានគេដុតកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់មួយរហូត ដល់ពេលមានលំនឹងសម្ពាធរបស់វាកើនដល់ 0.14P ដែល P គឺជាសម្ពាធសរុប។ចូរគណនាថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មនេះ។

86. នៅពេលឧស្ម័នមួយត្រូវបានគេដុតនៅក្រោមសម្ពាធបរិយាកាសនោះ ពណ៌របស់វាកាន់តែឃើញចាស់ជាង។ នៅពេលគេដុតកម្តៅនៅសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង150°C គេឃើញមានការសាកពណ៌របស់ឧស្ម័ននោះ ហើយបើគេដុតកម្តៅរហូតដល់សីតុណ្ហភាព550°Cនោះពណ៌របស់វាស្ទើរតែមើលមិនឃើញ។ ទោះបីជាយ៉ាងណានៅសីតុណ្ហភាព550°C ពណ៌ឧស្ម័នអាចធ្វើឱ្យមានពណ៌ដូចដើមដោយបង្កើនសម្ពាធនៃប្រពន្ធ័។ តើករណីដូចខាងក្រោមមួយណាដែលត្រូវនឹងការពណ៌នាខាងលើ

   ក. ល្បាយរវាងឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន និងប្រូម

   ខ. ឧស្ម័នប្រូមសុទ្ធ

   គ. ល្បាយរវាង NO_2 និង N_2O_4

87. ក្នុងជំពូកនេះ យើងបាននិយាយថា កាតាលីករមិនមានឥទ្ធិពលលើទិសដៅរំកិលលំនឹងនៃប្រតិកម្មទេ ព្រោះវាបង្កើនល្បឿនទាំងប្រតិកម្មទៅ និងត្រលប់វិញគឺដូចគ្នា។ ដើម្បីពិសោធន៍ទ្រឹស្តីនេះ ចូរពិចារណាលើស្ថានភាពនៃលំនឹងខាងក្រោម $2A(g) \rightleftarrows B(g)$ ដែលត្រូវបានដាក់ឱ្យមានប្រតិកម្មក្នុងស៊ីឡាំងក្រិតដែលមានទំងន់ពីស្តុងអាចចោលបាន។ ពីស្តុងនេះត្រូវបានបង្កើតឡើងពីដែកថែបដើម្បីគ្របស៊ីឡាំងក្រិត និងមានផ្ទុកកាតាលីករនៅក្នុងនោះ។ នៅពេលដែលពីស្តុងត្រូវបានលើកឡើងលើ (ការពង្រីកទប់ទល់ និងសម្ពាធបរិយាកាស) ហើយកាតាលីករត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងឧស្ម័ន ។ ពេលដែលពីស្តុងត្រូវបានរុញចុះក្រោម ប្រអប់ឬស៊ីឡាំងក្រិតត្រូវបានបិទ។ ឧបមាថា កាតាលីករបង្កើនល្បឿននៃប្រតិកម្មទៅ ($2A(g) \rightleftarrows B(g)$) ប៉ុន្តែមិនមានឥទ្ធិពលលើប្រតិកម្មត្រឡប់វិញទេ ($B(g) \rightleftarrows 2A(g)$)។ ឧបមាថា កាតាលីករត្រូវបានបន្ថែមភ្លាមៗទៅលើប្រព័ន្ធពេលមានលំនឹង ចូរពិពណ៌នាពីអ្វីដែលនឹងកើតមានឡើង។ តើអ្នកគិតយ៉ាងដូចម្តេចចំពោះបទពិសោធងាយៗ ដែលថាមិនមានកាតាលីករកើតឡើង?

88. ថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftarrows 2NH_3(g)$ គឺ1.2នៅសីតុណ្ហភាព 375°C។

   ក. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p នៃប្រតិកម្មនេះ

   ខ. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្ម $2NH_3(g) \rightleftarrows N_2(g) + 3H_2(g)$

   គ. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c នៃប្រតិកម្ម $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightleftarrows NH_3(g)$

   ឃ. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p នៃប្រតិកម្មដែលបានបង្ហាញនៅសំណួរ (ខ) និង (គ)។

89. នៅក្នុងអំពូលកែវបិទជិតមួយមានផ្ទុកឧស្ម័ន NO_2 និង N_2O_4 ។ ចូរពិពណ៌នាពីអ្វីដែលកើតឡើងចំពោះលក្ខណៈឧស្ម័នទាំងនេះពេលដែលគេដុតកំដៅពីសីតុណ្ហភាព 20°C ទៅដល់40°C។

   ក. ពណ៌

   ខ. សម្ពាធ

គ. ម៉ាសម៉ូលមធ្យម

ឃ. កំរិតបំបែក (ពី N_2O_4 ទៅ NO_2)

ង. ដង់ស៊ីតេ

គេដឹងថាមាឌរបស់អំពូលកែវមិនប្រែប្រួលឡើយ។

90. នៅសីតុណ្ហភាព 20^oC សម្ពាធចំហាយរបស់ H_2O គឺ 0.0231atm ។ ចូរគណនាK_p និង K_c នៃប្រតិកម្ម $H_2O(l) \rightleftarrows H_2O(g)$ ។

91. នៅក្នុងឧស្សាហកម្មគេអាចទទួលបានលោហៈសូដ្យូមតាមរយៈអគ្គិសនីវិភាគអំបិលសូដ្យូមក្លរួកម្តៅរលាយ។ ប្រតិកម្មនៅកាតូតគឺ $Na^+ + 1e^- \rightleftarrows Na$ ។ យើងអាចគិតថាលោហៈ ប៉ូតាស្យូមអាចទទួលបានតាមរយៈអគ្គិសនីវិភាគអំបិលកម្តៅរលាយប៉ូតាស្យូមក្លរួ។ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយលោហៈប៉ូតាស្យូម វារលាយនៅក្នុងប៉ូតាស្យូមក្លរួដែលគេរំលាយ។ ដូចនេះវា ជាការពិបាកក្នុងការទាញយកលោហៈប៉ូតាស្យូម។ លើសពីនេះទៅទៀតប៉ូតាស្យូមវានឹងភាយជាចំហាយក្នុងកម្រិតសីតុណ្ហភាពដែលប៉ូតាស្យូមក្លរួរលាយ ។ ជំនួសឱ្យវិធីខាងលើដើម្បីបាន លោហៈប៉ូតាស្យូមគេបន្សុទ្ធប៉ូតាស្យូមក្លរួរលាយដោយវត្តមានចំហាយសូដ្យូមនៅសីតុណ្ហភាព892^oC ។ $Na(g) + KCl(l) \rightleftarrows NaCl(l) + K(g)$ ។ តាមការពិតលោហៈប៉ូតាស្យូមគឺជារេដុករខ្លាំងជាងសូដ្យូម ចុះហេតុអ្វីដំណើរការនេះប្រព្រឹត្តទៅបាន? ចូរពន្យល់។ (ចំណុចរំពុះរបស់សូដ្យូមគឺ 892^oC និងចំណុចរំពុះរបស់ប៉ូតាស្យូមគឺ 770^oC)។

92. នៅក្នុងផាសឧស្ម័នអាសូតឌីអុកស៊ីតជាធម្មតាជាល្បាយនៃអាសូតឌីអុកស៊ីត (NO_2) និងឌីអាសូតតេត្រាអុកស៊ីត(N_2O_4) បើសិនជាដង់ស៊ីតេរបស់ល្បាយនេះគឺ 2,3 g/L នៅសីតុណ្ហភាព 74^oC និងសម្ពាធ 1.3 atm ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកនៃឧស្ម័ននៅក្នុងល្បាយ និងគណនាថេរលំនឹង K_p នៃប្រតិកម្មបំបែកនៃឧស្ម័ន(N_2O_4)។ 94.75% នៃអ៊ីដ្រូសែនត្រូវបានប្រើក្នុងឧស្សាហកម្មត្រូវបានផលិតតាមលំនាំ Stem-reforming ។ លំនាំនេះមាន2ដំណាក់កាលគឺការបង្កើតឡើងទី 1 និង ទី 2។ ក្នុងដំណាក់កាលទី 1 ល្បាយនៃចំហាយទឹកនិងមេតាននៅសម្ពាធ 30atm និងដុតកំដៅរហូតដល់ 800^oC ប្រើកាតាលីករនីកែលគេទទួលបាន H_2 និង CO តាមប្រតិកម្ម

$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftarrows CO(g) + 3H_2(g) \quad \Delta H^o = 206\ kJ$ ។ក្នុងដំណាក់កាលទី 2 ត្រូវបានគេដុតកំដៅរហូតដល់ 1000^oC ក្នុងវត្តមានរបស់ខ្យល់ដោយ បំប្លែងមេតានទៅ H_2 តាមប្រតិកម្មលំនឹងគីមីខាងក្រោមនេះ $CH_4(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftarrows CO(g) + 2H_2(g) \quad \Delta H^o = 35.7\ kJ$

ក. តើលក្ខខណ្ឌនៅសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធណាដែលធ្វើឱ្យប្រតិកម្មមានទំនោរក្នុងការបង្កើនអង្គធាតុកកើត ក្នុងដំណាក់កាលទាំង 2 (ដំណាក់កាលទី 1 និង ទី 2) ?

ខ. ថេរលំនឹង K_c នៅដំណាក់កាលទី 1 គឺ 18 នៅសីតុ 800^oC

1. គណនា K_p សម្រាប់ប្រតិកម្ម ។
2. បើសិនជាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃមេតាន និងចំហាយទឹកដើមទាំង 2 គឺ 15atm ។ ចូរគណនាសម្ពាធនៃឧស្ម័ននីមួយៗនៅពេលមានលំនឹង?

93. ប្រតិកម្មស្មើសំយោគតាមលំនាំគីមី

$6CO_2(g) + 6H_2O(g) \rightleftarrows C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$ $\Delta H^o = 2801$ kJ

ចូរពន្យល់តើលំនឹងគីមីនៃប្រតិកម្មប្រែប្រួលយ៉ាងដូចម្តេច ? បើ

ក. សម្ពាធដោយផ្នែកនៃឧស្ម័ន CO_2កើនឡើង

ខ. គេបំបាត់ឧស្ម័ន O_2 ចេញពីល្បាយ

គ. គេបន្ថែមកាតាលីករ

ឃ. គេយកគ្លុយកូស $C_6H_{12}O_6$ចេញពីប្រព័ន្ធ

ង. គេបន្ថែមទឹកទៅក្នុងប្រព័ន្ធ

ច. បើគេបន្ថយសីតុណ្ហភាព

94. ចូរពិចារណាប្រតិកម្មបំបែកអាម៉ូញ៉ូមក្លរួតាមសមីការប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $NH_4Cl(g) \rightleftarrows NH_3(g) + HCl(g)$ នៅសីតុណ្ហភាពជាក់លាក់។ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p បើសិនជានៅសីតុណ្ហភាពដដែលនេះសម្ពាធសរុបគឺ 2.2 atm។

95. គេឱ្យសមីការលំនឹងគីមី $N_2O_4(g) \rightleftarrows 2NO_2(g)$ ។នៅសីតុណ្ហភាព 25°C សម្ពាធផ្នែកនៅពេលលំនឹងរបស់ឧស្ម័ន NO_2 = 0.15 atm ហើយរបស់ឧស្ម័ន N_2O_4 = 0,20 atm ។ បើសិនជាមាឌកើនឡើងពីរដងនៅសីតុណ្ហភាពថេរ។ ចូរគណនាសម្ពាធផ្នែកនៃឧស្ម័នទាំងអស់ពេលលំនឹងថ្មីកើតឡើង។

96. នៅក្នុងឆ្នាំ 1899 អ្នកគីមីអាល្លឺម៉ង់ ឈ្មោះ Ludwig Mond បានធ្វើការពិសោធន៍មួយដើម្បីបន្សុទ្ធនីកែលដោយបំប្លែងវាទៅជានីកែលតេត្រាកាបូនីលរាវ [$Ni(CO)_4$] ដែលមានចំណុចរំពុះគឺ42.2 °C។ គេឱ្យប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $Ni(s) + 4CO(g) \rightleftarrows Ni(CO)_4(g)$ ។

ក. ចូរពិពណ៌នាថាតើអ្នកអាចញែកនីកែលចេញពីអង្គធាតុរឹងមិនសុទ្ធរបស់វាបានយ៉ាងដូចម្តេច

ខ. តើអ្នកទទួលបាននីកែលសុទ្ធយ៉ាងដូចម្តេច?

97. ពិចារណាប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $PCl_5(g) \rightleftarrows PCl_3(g) + Cl_2(g)$ ។ PCl_5 2.5g ត្រូវបានដាក់ចូលក្នុងកែវមានមាឌ 0.50Lនិងកម្តៅរហូតដល់សីតុណ្ហភាព250°C។

ក. គណនាសម្ពាធរបស់ PCl_5 ពេលមិនទាន់បំបែក

ខ. គណនាសម្ពាធដោយផ្នែកនៃ PCl_5 ពេលមានលំនឹង

គ. គណនាសម្ពាធសរុបពេលមានលំនឹង

ឃ. គណនាភាគរយនៃការបំបែក PCl_5 (កំរិតនៃការបំបែកត្រូវបានផ្តល់ដោយប្រភាគនៃ PCl_5ដែលបានបំបែករួច)។

98. ចូរពិចារណានូវប្រព័ន្ធលំនឹង $3A(g) \rightleftarrows B(g)$។ ចូរពន្យល់គ្រួសៗពីបម្រែបម្រួលកំហាប់ A និង B ទាក់ទងទៅនឹងរយៈពេលសម្រាប់ស្ថានភាពដូចខាងក្រោមៈ

ក. ចាប់ផ្តើមដោយមានតែអង្គធាតុA

ខ. ចាប់ផ្តើមដោយមានតែអង្គធាតុB

គ. ចាប់ផ្តើមដោយមានទាំង A និង B (ដោយកំហាប់ A ធំជាងកំហាប់ B)។ ក្នុងករណី

នីមួយៗ នៅពេលមានលំនឹងកំហាប់របស់ B គឺធំជាងកំហាប់របស់A។

99. សម្ពាធចំហាយរបស់បារ៉ត គឺ 0.002 mmHg នៅសីតុណ្ហភាព 26^oC ។

ក. ចូរគណនាថេរលំនឹង K_c និងK_p នៃប្រតិកម្មលំនឹងគីមី $Hg(l) \rightleftarrows Hg(g)$ ។

ខ. អ្នកគីមីម្នាក់បានវាយបំបែកទែម៉ូម៉ែត្រ ហើយបានធ្វើឱ្យកំពប់បារតទៅលើឥដ្ឋនៃបន្ទប់ពិសោធន៍ដែលមានទទឹងប្រវែង5.3m បណ្តោយប្រវែង 6.1m និងកំពស់3.1m។ នៅពេលមានលំនឹង។ ចូរគណនាម៉ាសបារ៉ត(គិតជាក្រាម)ដែលបានភាយនិងកំហាប់ចំហាយបារ៉ត(គិតជាmg/m^3)។ តើកំហាប់នេះធំជាងកំហាប់ដែលបានកំណត់សុវត្ថិភាព ($0.05g/m^3$)ដែរឬទេ ? គេមិនគិតមាឌអង្គធាតុឬឧបករណ៍នៅក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍ឡើយ។

ឯកសារយោង

1. ATKINS' PHYSICAL CHEMISTRY, Eighth Edition, Peter Atkins Professor of Chemistry, University of Oxford, and Fellow of Lincoln College, Oxford Julio de Paula Professor and Dean of the College of Arts and Sciences Lewis and Clark College, Portland, Oregon
2. Solutions Physical Chemistry Atkins 11th edition.
3. Chemistry, by Raymond Chang, 6th and 8th ed. and Chapter 14 Chemical Equilibrium