មុខវិជ្ជា៖
គីមីវិភាគ

កញ្ចប់សមត្ថភាពទី ១
ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

ការពណ៌នាអំពីមុខវិជ្ជា

មុខវិជ្ជាគីមីវិភាគមានទំនាក់ទំនងយ៉ាងជិតស្និទ្ធជាមួយមុខវិជ្ជាគីមីនៅមធ្យមសិក្សា និងឧត្តមសិក្សាដែលមានប្រយោជន៍សម្រាប់លោកគ្រូអ្នកគ្រូដែលមានឯកទេសគីមីនិងគីមីវិភាគ។ គីមីវិភាគគឺជាផ្នែកមួយនៃគីមីដែលសិក្សាពី៖

១) ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក(លក្ខណៈអេឡិចត្រូលីត សូលុយស្យុង លក្ខណៈរបស់សូលុយស្យុង ប្រតិកម្មបង្កើតកករ ប្រតិកម្មអាស៊ីតបាស ប្រតិកម្មរេដុក និង ការវិភាគរង្វាស់ម៉ាស ស្ទើស្យូមេទ្រី និង អត្រា កម្មជាដើម)។២) លំនឹងគីមី(លំនឹងគីមី លំនឹងរូប ថេរលំនឹង ការគណនាថេរលំនឹង ទំនាក់ទំនង Kc និង Kp និងកត្តាដែលជះឥទ្ធិពលដល់លំនឹងគីមី។ ៣) លំនឹងអាស៊ីត បាស(ទ្រឹស្តីអាស៊ីត បាស ការសរសេរ កន្សោមលំនឹង ទំនាក់ទំនងKa និង Kb សូលុយស្យុងតំប៉ុង ការគណនា pH អត្រាកម្មអាស៊ីត បាស (ម៉ូណូអាស៊ីត បាស ប៉ូលីអាស៊ីត ប៉ូលីបាស)

៤) លំនឹងបង្កើតកករនិងអត្រាកម្ម(កម្រិតរលាយ ការសរសេរ កន្សោមកម្រិតរលាយ ទំនាក់ទំនង កម្រិតរលាយ និងថេរផលគុណកម្រិតរលាយ អត្រាកម្មកករ)។ លំនឹង អុកស៊ីដូ រេដុកម្ម និងអត្រាកម្ម)។ លំនឹងបង្កើតកំផ្លិច(ការបង្កើតកុំផ្លិច ការហៅឈ្មោះកុំផ្លិច)។

ប្រធានបទសំខាន់ៗដែលត្រូវបានកំណត់ក្នុងមុខវិជ្ជានេះរួមមាន៖ ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក លំនឹងគីមី លំនឹងអាស៊ីត បាស និងអត្រាកម្ម លំនឹងបង្កើតកករ និងអត្រាកម្ម លំនឹងអុកស៊ីដូ រេដុកម្ម និងអត្រាកម្ម លំនឹងបង្កើតកុំផ្លិច និងពិសោធន៍។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក

ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖

លទ្ធផលរំពឹងទុកទី១ វិជ្ជាសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO1. រៀបរាប់ពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃពាក្យបច្ចេកទេស និងបញ្ញត្តក្នុងគីមីវិភាគ។

CLO2. ពណ៌នាប្រមាណវិធីទំហំបូកបាន និងទំហំបូកមិនបាន នៅក្នុងប្រព័ន្ធគីមី

CLO3. ពណ៌នាពីគោលការណ៍គ្រឹះនៃប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុង លំនឹងគីមី លំនឹងអាស៊ីតបាសលំនឹងបង្កើតកករ និងលំនឹងបង្កើតកុំផ្លិចជាដើម។

CLO4. រៀបរាប់ពីសុវត្ថិភាពក្នុងទីពិសោធ និងដំណើរការពិសោធន៍មួយចំនួន។

លទ្ធផលរំពឹងទុកទី២ បំណិនសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO5. កំណត់មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃគីមីវិភាគ តាមបាតុភូតរូប និងតាមបាតុភូតគីមីបានត្រឹមត្រូវ

CLO6. កំណត់ពីលក្ខណៈសូលុយស្យុងតំប៉ុង ទង្វើ បម្រើបម្រាស់ ព្យាករណ៍ប្រតិកម្មបង្កើតកករ

CLO7. កំណត់បានពីការជ្រើសរើសអង្គធាតុចង្អុលពណ៌សមស្រប និងកំណត់ចំណុចសមមូលក្នុងអត្រាកម្ម។

CLO8. អនុវត្តន៍ទ្រឹស្តីអាស៊ីត បាសក្នុងការរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ និង ពិសោធន៍ជាក់ស្តែង។

លទ្ធផលរំពឹងទុកទី៣ ឥរិយាបថសម្បទា៖ ចប់មេរៀននេះគរុនិស្សិតអាច

CLO9. ប្រកាន់ភ្ជាប់ការប្រើប្រាស់មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃគីមីវិភាគដើម្បីដោះស្រាយចំណោទបញ្ហាក្នុងSTEM 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) ដើម្បីប្រើប្រាស់ក្នុងកម្មវិធីក្រិតការគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅតាមសាលារៀនចំណេះទូទៅ។ ក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះជាឯកសាររស់ ដែលនឹងអាចមានការកែសម្រួលទៅតាមស្ថានភាពជាក់ស្តែង ជាពិសេសនៅដំណាក់កាលអន្តរកាលនៃការអនុវត្តយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន។

ក្រសួងមានជំនឿយ៉ាងមុតមាំ លើប្រសិទ្ធភាពនៃការអនុវត្តក្របខណ្ឌកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលនេះ ដែលនឹងនាំគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅគ្រប់ភូមិសិក្សា សម្រេចបានគោលដៅអប់រំ ដែលនឹងចូលរួមចំណែកក្នុងការសម្រេចបានចក្ខុវិស័យរបស់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជា។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណ និងសូមកោតសរសើរដ៏ស្មោះចំពោះ ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យនាយកគម្រោង និងក្រុមការងារគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ជាពិសេសក្រុមការងារនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញដែលបានខិតខំផលិតឯកសារក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះឡើង សម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលក្នុងគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ។

ថ្ងៃ ចន្ទ ៧រោច ខែទុតិយាសាឍ ឆ្នាំថោះ បញ្ចស័ក ព.ស ២៥៦៧
រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី០៧ ខែសីហា ឆ្នាំ ២០២៣

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ ហង់ជួន ណារ៉ុន

១. គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

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

២. គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រង

១. លោកបណ្ឌិត	**សុខ សុត្រ**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក	**មាក កាមេរ៉ាន**	ព្រឹទ្ធបុរសមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្រ្តនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៣. លោកបណ្ឌិត	**ច័យ ចាន់រឿន**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យវិទ្យាសាស្រ្តនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៤. លោកបណ្ឌិត	**ម៉ម សុជាត**	ព្រឹទ្ធបុរសរងមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៥. លោក	**សុត ទសាល**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់សិក្សាអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៦. លោកបណ្ឌិត	**ឃុន ឥមលាង**	ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៧. លោកស្រីបណ្ឌិត	**ស៊ូ កល្យាណ**	អនុប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៨. លោក	**ហង់ ស៊ីម**	សាស្រ្តាចារ្យដេប៉ាតឺម៉ង់រូបវិទ្យានៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
៩. លោក	**ដួង ប៉េងអាន**	អ្នកសម្របសម្រួលកម្មវិធីមធ្យមសិក្សា មហាវិទ្យាល័យអប់រំ
១០. កញ្ញា	**ហុង ឡៃហៀក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
១១. លោក	**ស៊ើ ពន្លក**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ

៣. គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

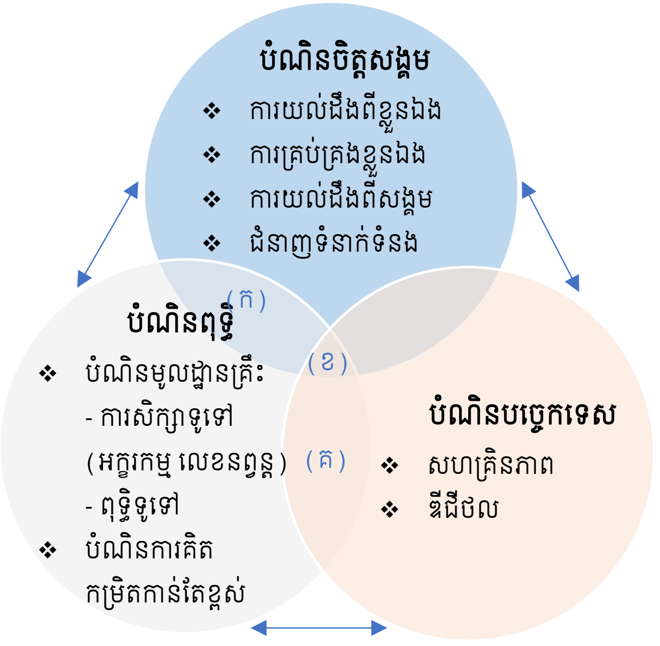
១. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អល្ថារតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
២. លោក	**ព្រឹង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា
៣. លោក	**ហ៊ោ ប៉េងឡុង**	ប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៤. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**សិត សេង**	នាយកវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យរាជធានីភ្នំពេញ
៥. លោកបណ្ឌិត	**ឈុក ច័ន្ទឆាយា**	អនុប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល 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 និង ការរៀបចំនិងការចាត់ចែង (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
- វិធីសាស្ត្រវាយតម្លៃ
- 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/បង្ហាញការដឹកនាំបណ្ដាញសម្រាប់កសាងភ្នាក់ងារពង្រីកឧត្តមានុវត្តន៍សម្រាប់ការរៀន 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%)។ ការសិក្សាផ្ដោតលើបណ្ដុំមុខវិជ្ជា (១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៣៦ ក្រេឌីត) (២)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្រ្តបង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សា (១២ (+៣) ក្រេឌីត) (៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង(១២ ក្រេឌីត)។ បន្ថែមពីលើនេះទៀតអ្នកសិក្សាត្រូវអនុវត្តខ្លឹមសារមេរៀនដែលបានសិក្សាក្នុងកម្មវិធីនៅសាលាសាមីផ្ទាល់តែម្តងដោយមានការណែនាំពីគ្រូបង្វឹក ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ គ្រូបង្រៀននៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងមន្ត្រីអប់រំមកពីនាយកដ្ឋានជំនាញផ្សេងៗរបស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡាដែលមានបទពិសោធន៍អនុវត្តជាក់ស្តែងកន្លងមក ។

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

សម្គាល់៖ *សម្រាប់កញ្ចប់សមត្ថភាពចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្រ្តបង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សាបានបន្ថែមមុខវិជ្ជាបំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំចំនួន ៣ក្រេឌីត*

លក្ខណៈទូទៅនៃមុខវិជ្ជាសិក្សា

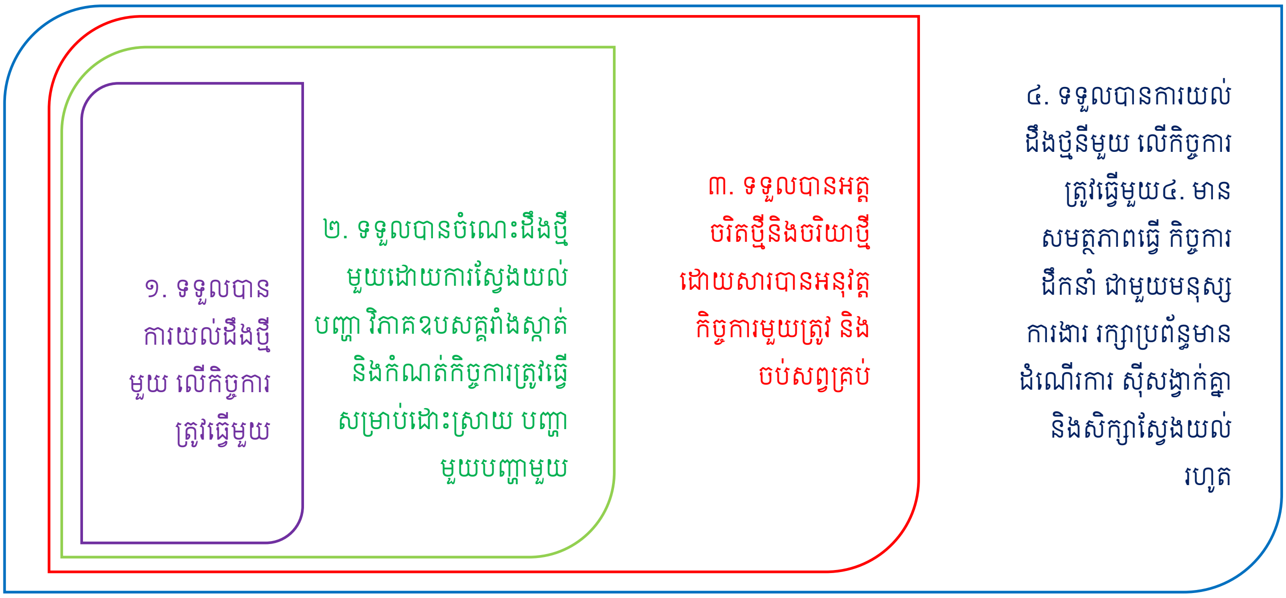
មុខវិជ្ជាសិក្សាសម្រាប់កម្រិតបរិញ្ញាបត្រអប់រំនេះនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សាបំពេញកញ្ចប់សមត្ថភាពដូចខាងក្រោម ដើម្បីឆ្លើយតបនឹងលទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំហើយឱ្យអ្នកសិក្សាមានសមត្ថភាពសម្រាប់បំពេញការងារប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ។

បណ្ដុំមុខវិជ្ជា	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
	មូលដ្ឋានគ្រឹះវាយតម្លៃអប់រំ	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។ ការវាយតម្លៃលើការ

សិក្សាមានបីដំណាក់កាលធំៗ គឺ (១) ការវាយតម្លៃលើការសិក្សាមុខវិជ្ជា (២) ការវាយតម្លៃលើការសរសេរឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស 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 និងកម្មសិក្សាដែលផ្ដោតលើ (ក) សកម្មភាពប្រតិបត្តិ (ខ) លទ្ធផលដែលសម្រេចបាន និង (គ) ការឆ្លុះបញ្ចាំង និងមេរៀនបទពិសោធន៍ និង

៦) អ្នកសិក្សាត្រូវតែជាប់មធ្យមភាគនៃការសិក្សាមុខវិជ្ជានិងការធ្វើកម្មសិក្សា ដើម្បីទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។

ការផ្ដល់ពិន្ទុ និងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់

អ្នកសិក្សាអាចទទួលពិន្ទុចាប់ពី 00 ដល់ 100 ទៅតាមការវាយតម្លៃផ្អែកលើលក្ខណៈវិនិច្ឆ័យដែលបានកំណត់ក្នុងការសិក្សាមុខវិជ្ជា ការបំពេញកម្មសិក្សា និងការសរសេរនិងការការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។ ពិន្ទុដែលជាប់ត្រូវចាប់ផ្ដើមពីមធ្យមភាគពិន្ទុ 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) ។

អេឡិចត្រូគីមី

ELECTROCHEMISTRY

រៀបរៀងដោយ ម៉ីសុវុឌ្ឍី

ទូរស័ព្ទលេខ:០១២(០១៥)៧៩៧-៥០១

E-mail:mey.sovuthy@rupp.edu.kh

meysovuthy@gmail.com

Website:www.rupp.edu.kh/fs/chemistry

Key Principles

to focus on while studying this chapter

- *Oxidation-reduction (redox) reactions* involve the movement of electrons from one reactant to another. The *half-reaction method* of balancing redox reactions separates the overall reaction into two *half-reactions*, which mimics the actual separation of an *electrochemical cell* into two *half-cells*. Two types of electrochemical cells are distinguished by whether they generate electrical energy *(voltaic)* or use it *(electrolytic)*. In both types of cell, electrodes dip into an electrolyte solution, the oxidation half-reaction occurs at the *anode*, and the reduction half-reaction occurs at the *cathode*. ***(Section 21.1)***
- A *voltaic cell* houses a spontaneous redox reaction ($\Delta G < 0$) and releases electrical energy. Electrons flow from anode to cathode through an external circuit, and ions flow through a *salt bridge* to complete the circuit and balance the charge within the cell. ***(Section 21.2)***
- The anode has a greater ability to give up electrons than the cathode, and the *cell potential*, or *voltage* (E_{cell}), is related to this difference. A negative ΔG (spontaneous reaction) correlates with a positive E_{cell}. Under standard-state conditions, each half-reaction is associated with a *standard electrode potential* ($E^\circ_{half\text{-}cell}$). Pairs of half-reactions can be combined to determine unknown electrode potentials and to write spontaneous redox reactions. ***(Section 21.3)***

- The standard free energy change (ΔG°), the standard cell potential (E°_{cell}), and the equilibrium constant (K) are interrelated. ***(Section 21.4)***
- E_{cell} changes during operation of a cell. The *Nernst equation* shows that E_{cell} depends on E°_{cell} and a term that corrects for nonstandard concentrations. During operation, the reactant concentration starts out *higher* than the product concentration and gradually *decreases* until $Q = K$ and the cell can do no more work. ***(Section 21.4)***
- In a *concentration cell*, both half-cells house the same half-reaction, but the solution concentrations are different. During operation, the solution in the anode half-cell spontaneously becomes *more* concentrated and that in the cathode half-cell becomes *less* concentrated until the concentrations are equal. ***(Section 21.4)***
- A *battery* is a group of voltaic cells arranged in series. In a *primary battery*, reactants become products until equilibrium is reached, at which point the battery is "dead." A *secondary battery* can be recharged by using an external source of electricity to convert the products back into reactants. In a *fuel cell*, reactants enter and products leave continually. ***(Section 21.5)***

- *Corrosion* is a natural, spontaneous, electrochemical process with similarities to the operation of a voltaic cell. It is a major economic problem because the anode is typically a metal tool or structure. ***(Section 21.6)***
- In an *electrolytic cell*, an external source of electricity drives a *non*spontaneous redox reaction ($\Delta G > 0$). In the electrolysis of a molten binary salt, the cation is reduced to the metal and the anion is oxidized to the nonmetal. For an aqueous salt solution, the products depend on whether water or one of the ions requires less energy to be reduced or oxidized. ***(Section 21.7)***
- Electrolysis is employed industrially to isolate elements from their ores. In some cases, a product (usually a gas) may form so slowly (high activation energy) that a higher-than-expected voltage *(overvoltage)* must be applied. ***(Section 21.7)***
- The amount of product formed is proportional to the quantity of charge flowing through the cell *(Faraday's law)*. ***(Section 21.7)***

វត្ថុបំណងនៃមេរៀននេះ៖

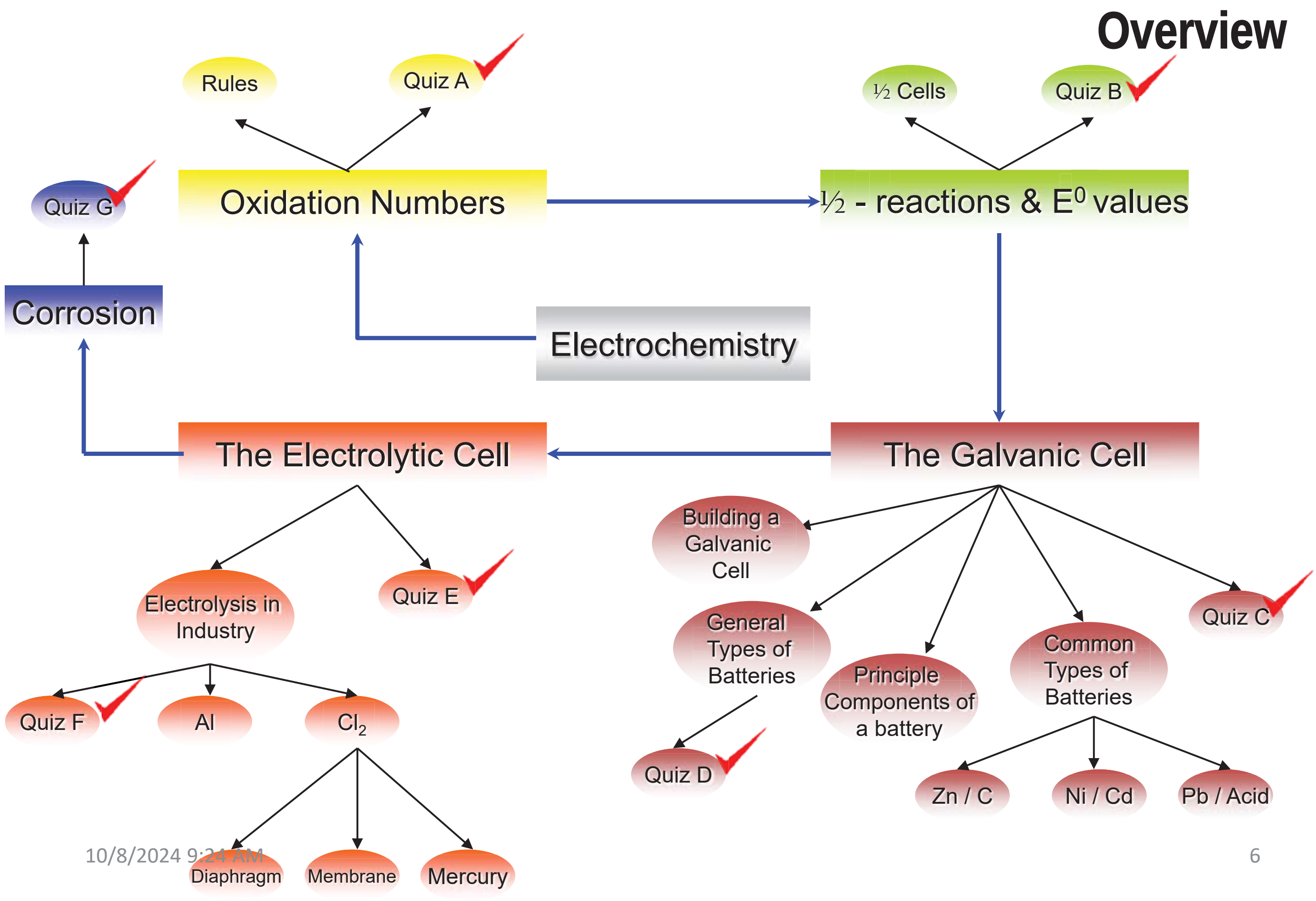
(ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត ឬ

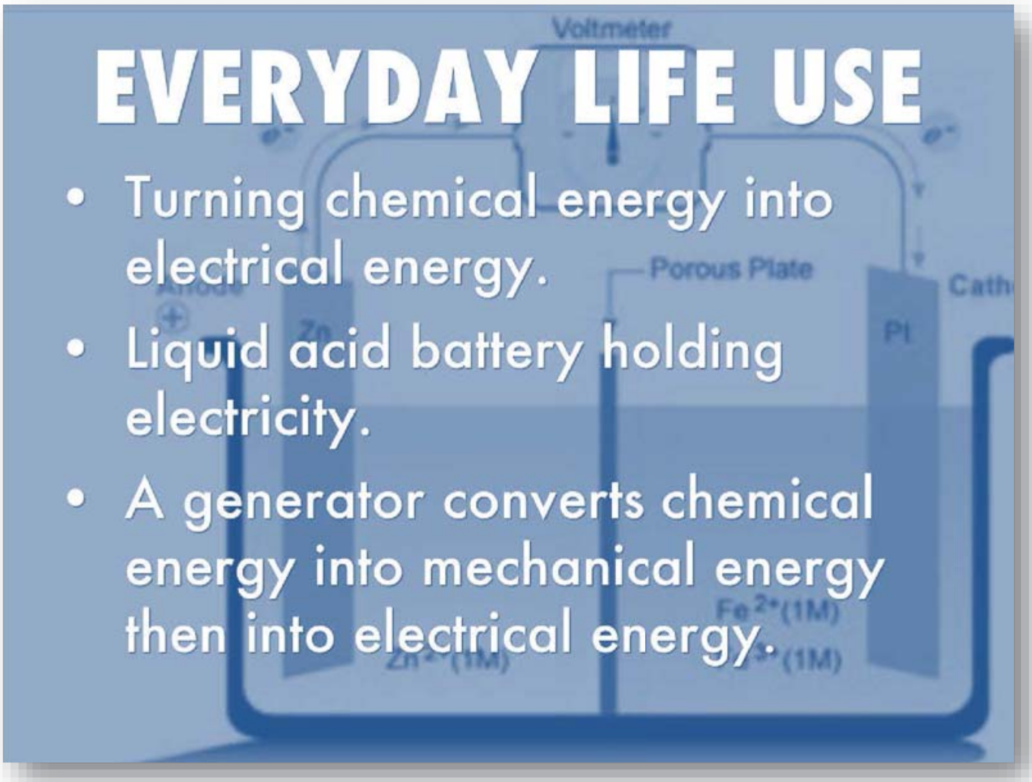
បាស)

electromotive force)

NERNST និងសិក្សាពីពិលកំហាប់

....



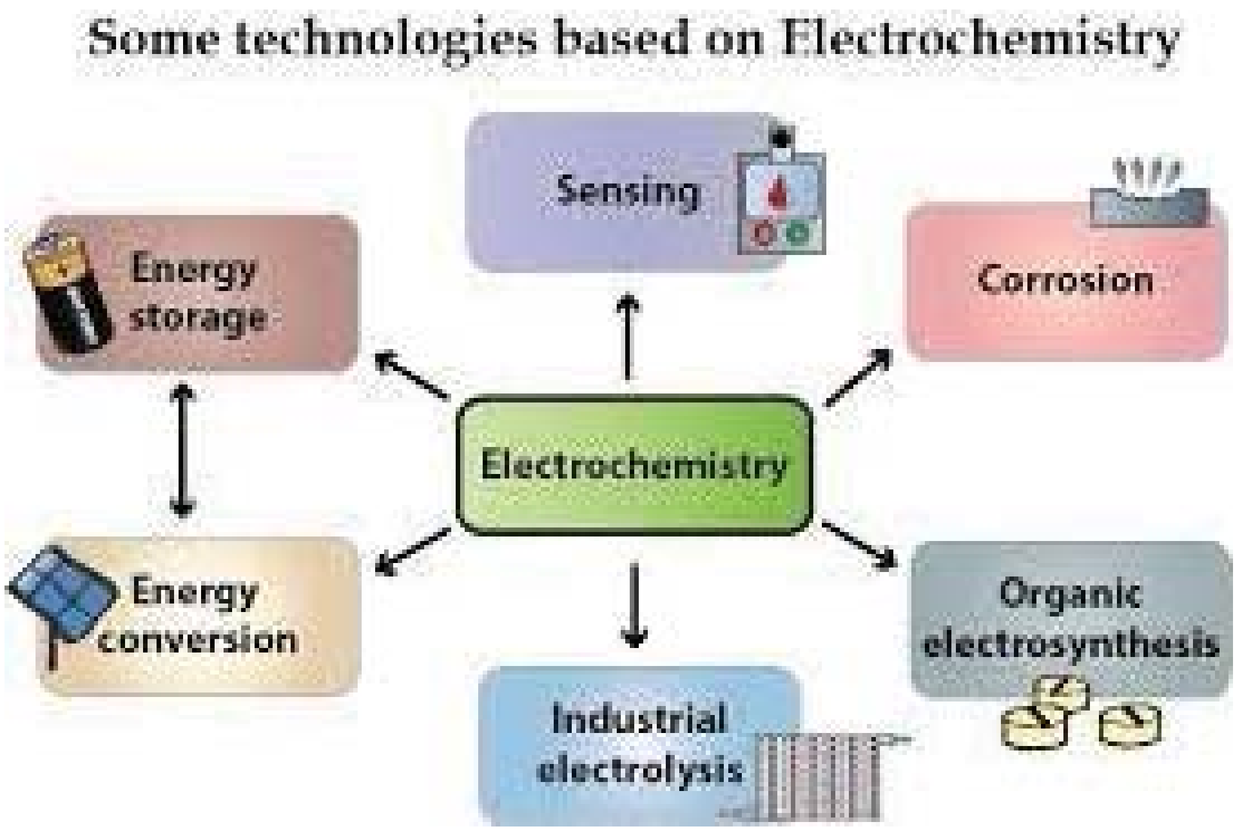


10/8/2024 9:24 AM 7

ប្រតិកម្មបន្ទេរអេឡិចត្រុង

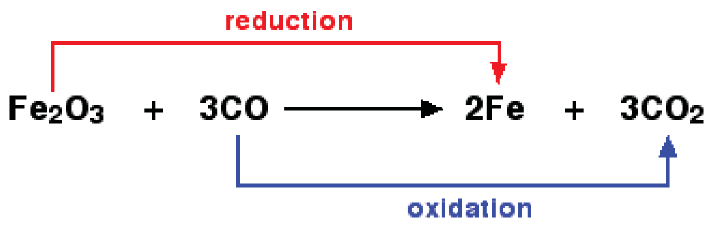
- ប្រតិកម្មបន្ទេរអេឡិចត្រុងរវាងប្រភេទគីមីពីរជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម
  ឬប្រតិកម្មរេដុក។
- ប្រើក្នុងការបង្កើតចរន្តអគ្គិសនី
- ដូច្នេះមុខវិជ្ជាគីមីនេះហៅអេឡិចត្រូគីមី

ELECTROCHEMISTRY



Oxidation and Reduction with respect to Oxygen Transfer

- Oxidation is the **gain** of oxygen.
- Reduction is the **loss** of oxygen.
- Oxidizing agents **give** oxygen to another substance.
- Reducing agents **remove** oxygen from another substance.

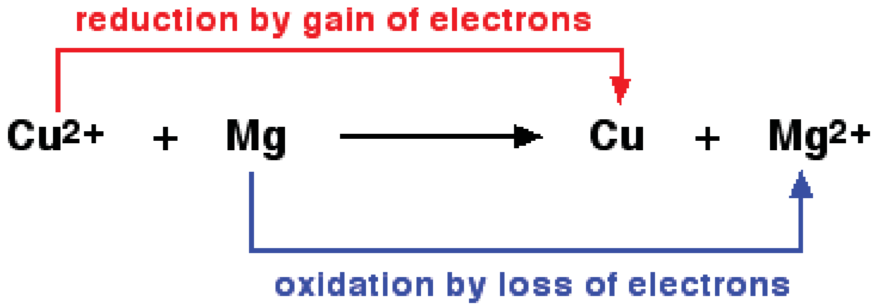


Oxidation and reduction in terms of hydrogen transfer

- Oxidation is the **loss** of hydrogen.
- Reduction is the **gain** of hydrogen.

Oxidation and reduction in terms of electron transfer

- Oxidation is **loss** of electrons
- Reduction is **gain** of electrons



ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូ រេដុកម្ម

- ជាប្រភេទប្រតិកម្មដែលទាក់ទងនិងបន្ទេរអេឡិចត្រុងរវាងប្រភេទគីមីពីរ ហើយជាប្រតិកម្មដែលចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃម៉ូលេគុល អាតូម ឬ អ៊ីយ៉ុងប្រែប្រួលដោយការចំណេញ ឬខាតអេឡិចត្រុង។

- ដំណើរការគីមីជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែល៖
- ថាមពលបានបញ្ចេញដោយប្រតិកម្មកើតឡើងឯកឯងបានបំលែងជាអគ្គិសនីឬថាមពលអគ្គិសនី។

$$\overset{0}{2Mg}\,(s) + \overset{0}{O_2}\,(g) \longrightarrow 2\overset{2+}{Mg}\overset{2-}{O}\,(s)$$

$2Mg \longrightarrow 2Mg^{2+} + 4e^-$ ពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម (បាត់e-)

$O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$ ពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មរេដុកម្ម (ចំណេញe-)

ពាក្យគន្លឹះ

- អុកស៊ីតកម្ម—បាត់អេឡិចត្រុងដោយប្រភេទគីមី;កំណើនចំនួនអុកស៊ីតកម្ម;អុកស៊ីសែនកើន
- រេដុកម្ម—ចំណេញអេឡិចត្រុង; ថយចុះចំនួនអុកស៊ីតកម្ម;អុកស៊ីសែនថយចុះ
- ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម—អ្នកទទួលអេឡិចត្រុង ប្រភេទដែលរងរេដុកម្ម
- ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម—អ្នកឲអេឡិចត្រុង ប្រភេទដែលរងអុកស៊ីតកម្ម

You can't have one... without the other!

- រេដុកម្ម (ចំណេញអេឡិចត្រុង)មិនអាចកើតមានបើគ្មានអុកស៊ីតកម្មផ្ដល់អេឡិចត្រុង។
- អ្នកមិនអាចមានអុកស៊ីតកម្មពីរឬរេដុកម្មពីរក្នុងសមីការតែមួយ។

LEO the lion says GER!

- L: ose (lose) — E: lectrons — O: xidation
- G: ain — E: lectrons — R: eduction

GER!

រំលឹកពីចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

Review of Oxidation numbers

បន្ទុកអាតូមត្រូវមានក្នុងម៉ូលេគុល (ឬសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង)បើអេឡិចត្រុងត្រូវបានផ្ទេរទាំងស្រុង

1. ធាតុសេរី (ភាពមិនចូលផ្សំ) មានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើសូន្យ

$$Na, Be, K, Pb, H_2, O_2, P_4 = 0$$

2. ក្នុងអ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូម,ចំនួនអុកស៊ីតកម្មគឺស្មើទៅនិងបន្ទុកលើអ៊ីយ៉ុង

$$Li^+, Li = +1;\ Fe^{3+}, Fe = +3;\ O^{2-}, O = -2$$

3. ជាទូទៅចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អុកស៊ីសែនស្មើ –2. ក្នុង H_2O_2និង O_2^{2-} គឺ –1.

4. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អ៊ីដ្រូសែនស្មើ +1លើកលែលងកាលណាចងសម្ព័ន្ធជាមួយ លោហៈក្នុងសមាសធាតុទ្វេធាតុគឺមានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើ –1.

5. លោហៈក្រុម IA មានចំនួនអុកស៊ីតកម្ម +1លោហៈក្រុមIIA គឺ +2និងភ្លុយអររួគឺ –1.

6. ផលបូកចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអាតូមទាំងឡាយក្នុងម៉ូលេគុលបឬអ៊ីយ៉ុងគឺស្មើទៅ និងបន្ទុកលើម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងនោះ។

តើចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអាតូមនិមួយៗស្មើប៉ុន្មានក្នុង HCO_3^- ?

HCO_3^-

$O = -2$ $H = +1$

$3x(-2) + 1 + ? = -1$

$C = +4$

អុកស៊ីតកម្ម Fe^{2+} ទៅជា Fe^{3+} ដោយ $Cr_2O_7^{2-}$ ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត?

1. សរសេរសមីការមិនទាន់មានលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មក្នុងសណ្ឋានអ៊ីយ៉ុង

$$Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+}$$

1. ចែកសមីការទៅជាពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មពីរ

អុកស៊ីតកម្ម(Oxidation): $\overset{+2}{Fe^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{Fe^{3+}}$

រេដុកម្ម(Reduction) : $\overset{+6}{Cr_2O_7^{2-}} \longrightarrow \overset{+3}{Cr^{3+}}$

1. ថ្លឹងអាតូម O និង Hក្នុងពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មនីមួយៗ

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+}$$

ការថ្លឹងប្រតិកម្មរេដុក (Balancing Redox Equations)

4. សម្រាប់ប្រតិកម្មក្នុងអាស៊ីតបន្ថែមទឹក H_2Oដើម្បីលំនឹងអាតូម Oនិង H+ ដើម្បីលំនឹងអាតូម H

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

5. បន្ថែមអេឡិចត្រុងទៅលើអង្គម្ខាងនៃពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មដើម្បីលំនឹងបន្ទុក

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$$

$$6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

6. ក្នុងករណីចាំបាច់,ធ្វើឲមានលំនឹងចំនួនអេឡិចត្រុងក្នុងពាក់កណ្តាលសមីការទាំងពីរ ដោយការគុណពាក់កណ្តាលសមីការនិងមេគុណសមរម្យ

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$$

$$6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

ការថ្លឹងសមីការរេដុក (Balancing Redox Equations)

7. បន្ថែមទៅលើពាក់កណ្ដាលសមីការទៅវិញទៅមកដើម្បីឲសមីការចុងក្រោយមានលំនឹង ដោយការត្រួតពិនិត្យ។ចំនួនអេឡិចត្រុងនៅអង្គទាំងពីរត្រូវលុបចោល។

អុកស៊ីតកម្ម (Oxidation): $6Fe^{2+} \rightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$

រេដុកម្ម (Reduction): $6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

8. ត្រួតពិនិត្យមើលចំនួនអាតូមនិងបន្ទុកតើមានទំនឹងឬនៅ

$$14x1 – 2 + 6x2 = 24 = 6x3 + 2x3$$

9. សម្រាប់ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងបាស,បន្ថែម OH^- ដើម្បីឲអង្គទាំងពីរនៃសមីការសម្រាប់H^+ និមួយៗដែលកើតឡើងក្នុងសមីការចុងក្រោយ។អ្នកអាចបូក H^+ និង OH^- ដើម្បីបង្កើត H_2O។

ឧទាហរណ៍ ១ ចូរសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុង ដើម្បីបញ្ជាក់អុកស៊ីតកម្មនៃអ៊ីយ៉ុងអ៊ីយ៉ូដ (I^-) ដោយអ៊ីយ៉ុងម៉ង់កាណាត(MnO_4^-) នៅក្នុងសូលុយស្យុងបាស ដើម្បីទទួលបាន (I_2) ហើយនិងម៉ង់កាណែសឌីអុកស៊ីត (MnO_2) ។

$$6I^- + 2MnO_4^- + 4H_2O \longrightarrow 3I_2 + 2MnO_2 + 8OH^-$$

1. ចូរថ្លឹងសមីការរេដុកខាងក្រោមតាមទ្រឹស្តីអេឡិចត្រុង

a- $H_2O_2 + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + H_2O$ (ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត)

#49 b- $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$ (ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត)

#50 c- $CN^- + MnO_4^- \longrightarrow CNO^- + MnO2$ (ក្នុងសូលុយស្យុងបាស)

#51 d- $Br_2 \longrightarrow BrO_3^- + Br^-$ (ក្នុងសូលុយស្យុងបាស)

#52 e- $S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$ (ក្នុងសូលុយស្យុងបាស)

2. ចូរថ្លឹងសមីការរេដុកខាងក្រោម តាមទ្រឹស្តីអេឡិចត្រុង

#53 a- $Mn^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + H_2O$ (ក្នុងសូលុយស្យុងបាស)

#54 b- $Bi(OH)_3 + SnO_2^{2-} \longrightarrow SnO_3^{2-} + Bi$ (ក្នុងសូលុយស្យុងបាស)

#55 c- $Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2$ (ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត)

#58 d- $ClO_3^- + Cl^- \longrightarrow Cl_2 + ClO_2$ (ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីត)

1

a) $Mn^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + H_2O$

$Mn^{2+} + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4H^+ + 2e^-$

$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$

$Mn^{2+} + H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow MnO_2 + 2H^+ + 2e^-$

$Mn^{2+} + H_2O_2 \longrightarrow MnO_2 + 2H^+$

$Mn^{2+} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H^+ + 2OH^-$

$Mn^{2+} + H_2O_2 + 2OH^- \longrightarrow MnO_2 + 2H_2O$

b) $3Cu + 6H^+ + 2HNO_3 \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$

(c) $3CN^- + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2 + 2OH^-$

(d) $3Br_2 + 6OH^- \rightarrow BrO_3^- + 5Br^- + 3H_2O$

e) $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$

2

$2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O$

$2Bi(OH)_3 + 3SnO_2^{2-} \longrightarrow 2Bi + 3H_2O + 3SnO_3^{2-}$

c) $3C_2O_4^{2-} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

d) $2Cl^- + 2ClO_3^- + 4H^+ \longrightarrow Cl_2 + 2ClO_2 + 2H_2O$

$3Cu + 6H^+ + 2HNO_3 \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O$

19.1 Balance the following redox equations by the ion-electron method:

(a) $H_2O_2 + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + H_2O$ (in acidic solution)

(b) $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$ (in acidic solution)

(c) $CN^- + MnO_4^- \longrightarrow CNO^- + MnO_2$ (in basic solution)

(d) $Br_2 \longrightarrow BrO_3^- + Br^-$ (in basic solution)

(e) $S_2O_3^{2-} + I_2 \longrightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$ (in acidic solution)

(a) The problem is given in ionic form, so combining Steps 1 and 2, the half-reactions are:

oxidation: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$
reduction: $H_2O_2 \rightarrow H_2O$

$$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$H_2O_2 \rightarrow 2H_2O$$

$$H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2H_2O$$

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$$

$$2(Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-)$$
$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$$
$$2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O + 2e^-$$

$$\mathbf{2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O}$$

(b) The problem is given in ionic form, so combining Steps 1 and 2, the half-reactions are:

oxidation: $Cu \rightarrow Cu^{2+}$
reduction: $HNO_3 \rightarrow NO$

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

$$HNO_3 \rightarrow NO + 2H_2O$$
$$3H^+ + HNO_3 \rightarrow NO + 2H_2O$$
$$3H^+ + HNO_3 + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$$

$$3(Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-)$$
$$2(3H^+ + HNO_3 + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O)$$
$$3Cu + 6H^+ + 2HNO_3 + 6e^- \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O + 6e^-$$

$$\mathbf{3Cu + 6H^+ + 2HNO_3 \rightarrow 3Cu^{2+} + 2NO + 4H_2O}$$

(c) $\mathbf{3CN^- + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3CNO^- + 2MnO_2 + 2OH^-}$

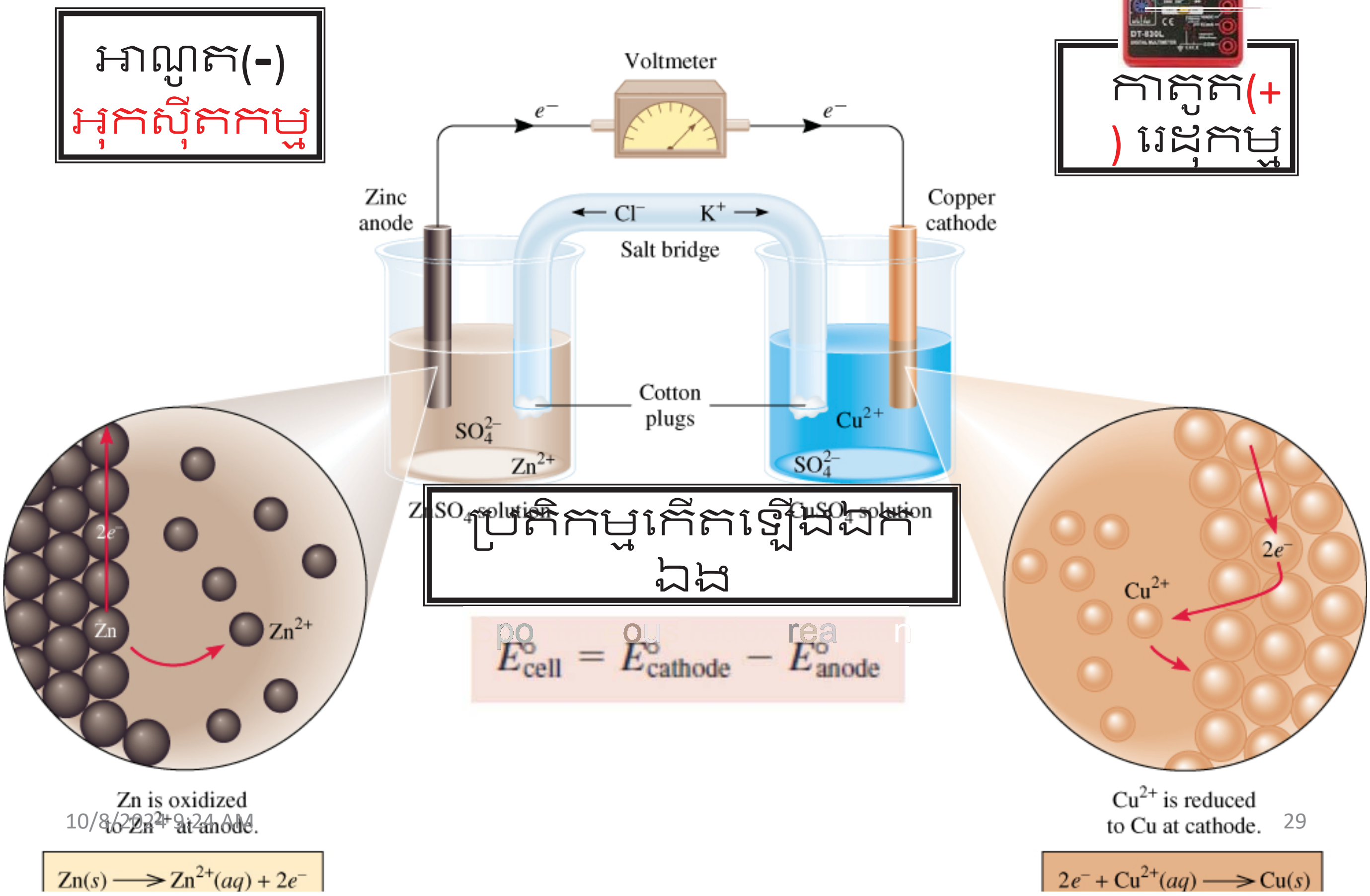
(d) $\mathbf{3Br_2 + 6OH^- \rightarrow BrO_3^- + 5Br^- + 3H_2O}$

oxidation: $2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-}$
reduction: $I_2 \rightarrow 2I^-$

$$2S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$$

$$\mathbf{2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-}$$

ពិលកាវ៉ានិច (Galvanic Cells)



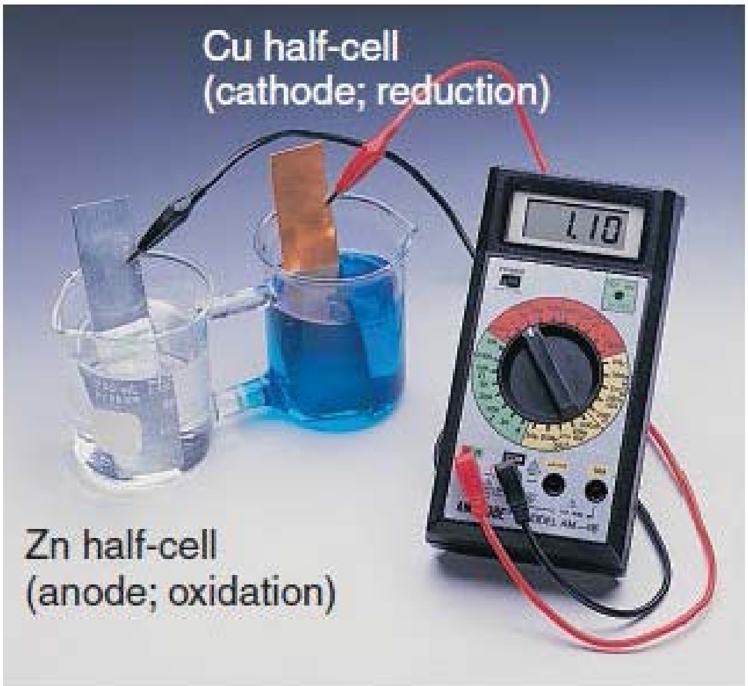


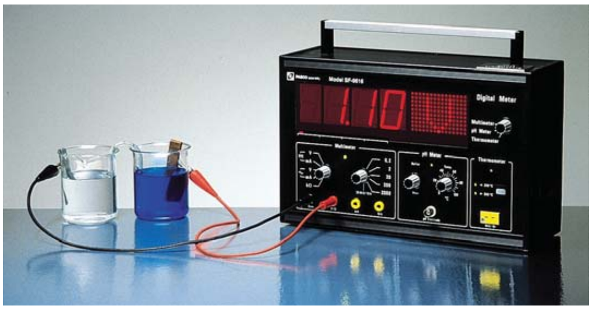
Figure 21.6 Measuring the standard cell potential of a zinc-copper cell.

ពិលកាវ៉ានិច

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{cathode} - E^{\circ}_{anode}$$

ភាពខុសគ្នាក្នុងប៉ូតង់ស្យែលអគ្គិសនីរវាង អាណូតនិងកាតូតគឺហៅថា៖

- ពិលវ៉ុលតា (***cell voltage)***
- កម្លាំងអគ្គិសនីចលករ ***(emf)***
- ប៉ូតង់ស្យែលពិល (***cell potential)***



ដ្យាក្រាមពិល

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

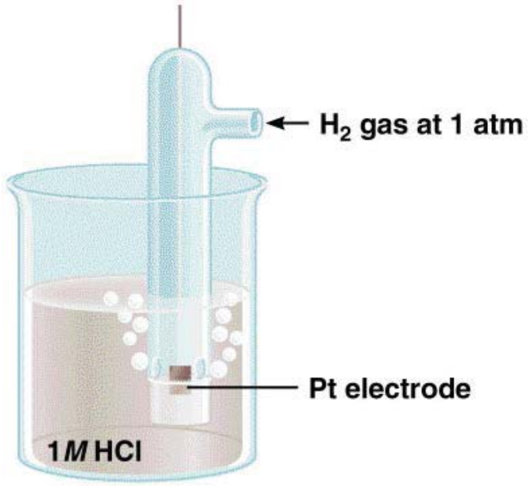
$[Cu^{2+}] = 1\ M$ & $[Zn^{2+}] = 1\ M$

$Zn\ (s)\ |\ Zn^{2+}\ (1\ M)\ ||\ Cu^{2+}\ (1\ M)\ |\ Cu\ (s)$

Anode(-) Cathode(+)

ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកម្មស្តង់ដា

ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកម្មស្តង់ដា **(E^0)** គឺជាវ៉ុលតាដែលទាក់ទងជាមួយ ប្រតិកម្មរេដុកម្មនៅអេឡិចត្រូតនៅពេលដែលធាតុរលាយទាំងអស់ មានកំហាប់1 *M* និងគ្រប់ឧស្ម័ននៅសម្ពាធ1 atm។



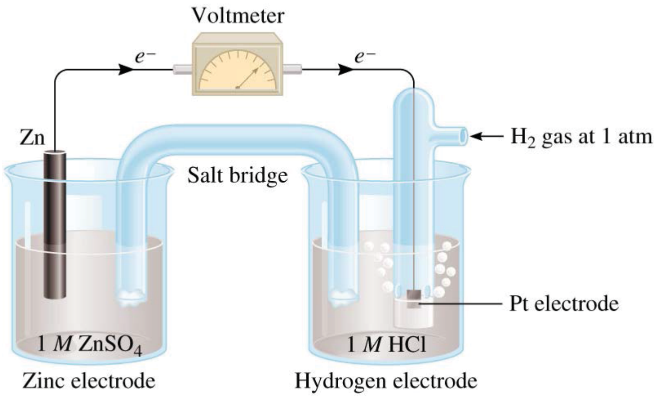
ប្រតិកម្មរេដុកម្ម

$2e^- + 2H^+ (1\ M) \longrightarrow H_2\ (1\ atm)$

$E^0 = 0.00\ V$

Standard hydrogen electrode (SHE)

ប៉ូតង់ស្យែលរេដុក
Standard Reduction Potentials

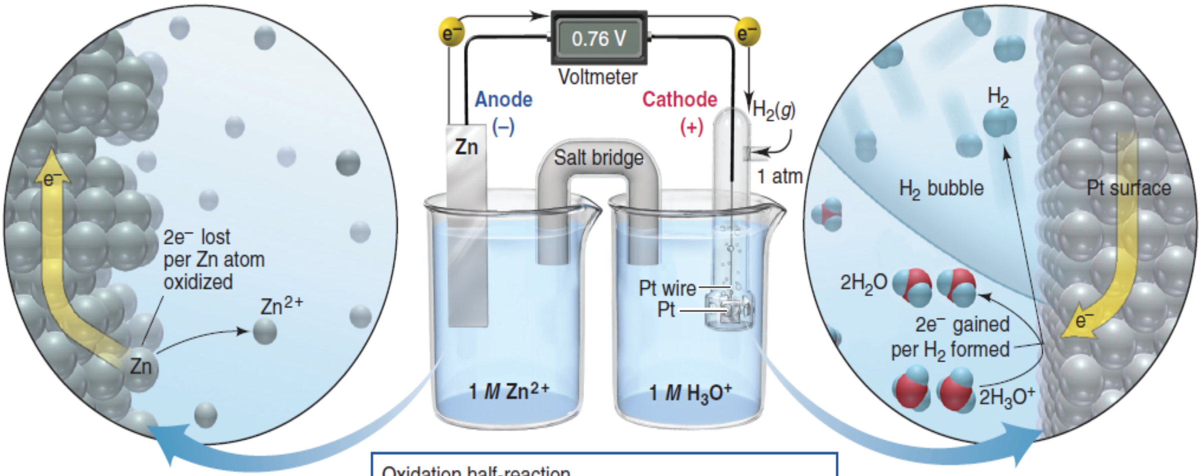


Zn (s) | Zn^{2+} (1 M) || H^+ (1 M) | H_2 (1 atm) | Pt (s)

Anode (oxidation): Zn (s) $\longrightarrow$ Zn^{2+} (1 M) + $2e^-$

Cathode (reduction): $2e^-$ + $2H^+$ (1 M) $\longrightarrow$ H_2 (1 atm)

Zn (s) + $2H^+$ (1 M) $\longrightarrow$ Zn^{2+} + H_2 (1 atm)



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

Reduction half-reaction
$2H_3O^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2H_2O(l)$

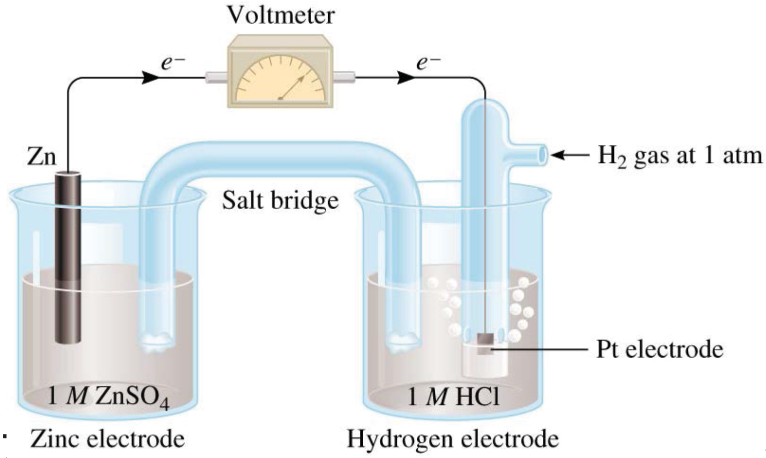
Overall (cell) reaction
$Zn(s) + 2H_3O^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g) + 2H_2O(l)$

Figure 21.7 Determining an unknown $E^\circ_{half\text{-}cell}$ with the standard reference (hydrogen) electrode. The magnified view of the hydrogen half-reaction *(right)* shows two H_3O^+ ions being reduced to two H_2O molecules and an H_2 molecule, which enters the H_2 bubble.

ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកម្មស្តង់ដា

E^0_{cell} = 0.76 V

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$



Standard emf (E^0_{cell})

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

atm) | Pt (s)

$E^0_{cell} = E^0_{H^+/H_2} - E^0_{Zn^{2+}/Zn}$

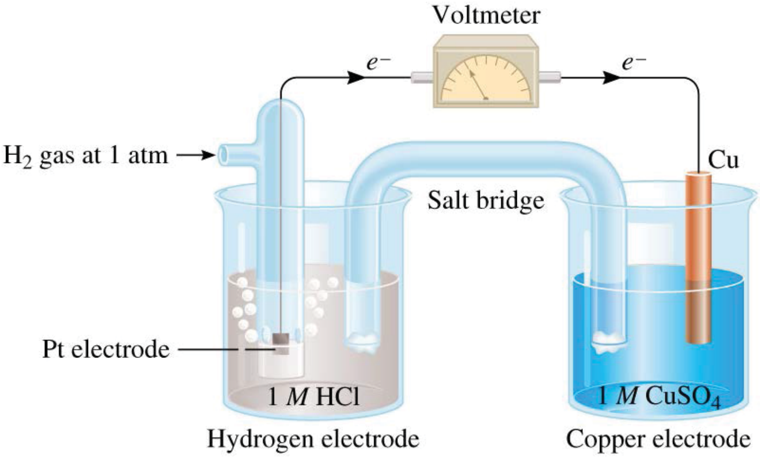
0.76 V = 0 $- E^0_{Zn^{2+}/Zn}$

$E^0_{Zn^{2+}/Zn}$ = -0.76 V

Zn^{2+} (1 *M*) + $2e^-$ ⟶ Zn E^0 = -0.76 V

ប៉ូតង់ស្យែលរេដុកម្មស្តង់ដា

E^0_{cell} = 0.34 V



$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$

$E^0_{cell} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} - E^0_{H^+/H_2}$

0.34V= $E^0_{Cu^{2+}/Cu}$ - 0

$E^0_{Cu^{2+}/Cu}$ = 0.34 V

Pt (*s*) | H_2 (1 *atm*) | H^+ (1 *M*) || Cu^{2+} (1 *M*) | Cu (*s*)

Anode (oxidation): H_2 (1 *atm*) ⟶ $2H^+$ (1 *M*) + $2e^-$

Cathode (reduction): $2e^-$ + Cu^{2+} (1 *M*) ⟶ Cu (s)

H_2 (1 *atm*) + Cu^{2+} (1 *M*) ⟶ Cu (*s*) + $2H^+$ (1 *M*)

Galvanic

កាតូត)- E⁰(អាណូត)= 0.34V – (-0.76V)= 1.10V

Electromotive force

$$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s) \qquad E^\circ_{zinc}\ (E^\circ_{anode}) \qquad [reduction]$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s) \qquad E^\circ_{copper}\ (E^\circ_{cathode}) \qquad [reduction]$$

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^- \qquad [oxidation]$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s) \qquad [reduction]$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{copper} - E^\circ_{zinc}$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode\ (reduction)} - E^\circ_{anode\ (oxidation)}$$

$$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g) \qquad E^\circ_{reference} = 0.00\ V\ [cathode;\ reduction]$$

$$Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^- \qquad E^\circ_{zinc} = ?\ V \qquad [anode;\ oxidation]$$

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + H_2(g) \qquad E^\circ_{cell} = 0.76\ V$$

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode} = E^\circ_{reference} - E^\circ_{zinc}$$

$$E^\circ_{zinc} = E^\circ_{reference} - E^\circ_{cell} = 0.00\ V - 0.76\ V = -0.76\ V$$

Now we can return to the zinc-copper cell and use the measured E°_{cell} (1.10 V) and the value we just found for E°_{zinc} to calculate E°_{copper}:

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode} = E^\circ_{copper} - E^\circ_{zinc}$$

$$E^\circ_{copper} = E^\circ_{cell} + E^\circ_{zinc} = 1.10\ V + (-0.76\ V) = 0.34\ V$$

TABLE 19.1 Standard Reduction Potentials at 25°C*

Half-Reaction	$E°$(V)
$F_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2F^-(aq)$	+2.87
$O_3(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow O_2(g) + H_2O$	+2.07
$Co^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Co^{2+}(aq)$	+1.82
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.77
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \longrightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O$	+1.70
$Ce^{4+}(aq) + e^- \longrightarrow Ce^{3+}(aq)$	+1.61
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	+1.51
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Au(s)$	+1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O$	+1.33
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2H_2O$	+1.23
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.23
$Br_2(l) + 2e^- \longrightarrow 2Br^-(aq)$	+1.07
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \longrightarrow NO(g) + 2H_2O$	+0.96
$2Hg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}(aq)$	+0.92
$Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow 2Hg(l)$	+0.85
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	+0.68
$MnO_4^-(aq) + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$	+0.59
$I_2(s) + 2e^- \longrightarrow 2I^-(aq)$	+0.53
$O_2(g) + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$	+0.34
$AgCl(s) + e^- \longrightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$	+0.22
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow SO_2(g) + 2H_2O$	+0.20
$Cu^{2+}(aq) + e^- \longrightarrow Cu^+(aq)$	+0.15
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.13
$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$	−0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn(s)$	−0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ni(s)$	−0.25
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Co(s)$	−0.28
$PbSO_4(s) + 2e^- \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$	−0.31
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cd(s)$	−0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$	−0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$	−0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$	−0.76
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	−0.83
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn(s)$	−1.18
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$	−1.66
$Be^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Be(s)$	−1.85
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mg(s)$	−2.37
$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	−2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ca(s)$	−2.87
$Sr^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sr(s)$	−2.89

Increasing strength as oxidizing agent ↑ · Increasing strength as reducing agent ↓

E^0 គឺសម្រាប់ប្រតិកម្មត្រូវបានសរសេរ៖

- E^0 កាន់តែវិជ្ជមាន ទំនោរសារធាតុទៅជារងរេដុកម្ម(អុកស៊ីតករ) ឬច្រាសមកវិញ។
- ប្រតិកម្មពាក់កណ្ដាលពិលគឺទៅមក
- សញ្ញា E^0 ប្រែប្រួលកាលណាប្រតិកម្មត្រូវបានត្រឡប់។
- មេគុណស្តើគ្យូមេទ្រីនៃពាក់កណ្ដាលពិលមិនធ្វើឲ្យប្រែប្រួលតម្លៃ E^0 ទេ។

Table 21.2 Selected Standard Electrode Potentials (298 K)

Half-Reaction	$E°_{half\text{-}cell}$ (V)
$F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	+2.87
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$	+1.23
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \rightleftharpoons NO(g) + 2H_2O(l)$	+0.96
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	0.00
$N_2(g) + 5H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons N_2H_5^+(aq)$	−0.23
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	−0.44
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	−0.76
$2H_2O(l) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	−0.83
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	−2.71
$Li^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Li(s)$	−3.05

Strength of oxidizing agent ↑ · Strength of reducing agent ↓

គណនាកម្លាំងអគ្គិសនីចលករស្តង់ដានៃពិលអេឡិចត្រូគីមីដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងពីអេឡិចត្រូត Cd ក្នុងសូលុយស្យុង$Cd(NO_3)_2$ កំហាប់1.0 *M* និងអេឡិចត្រូត Cr ក្នុងសូលុយស្យុង $Cr(NO_3)_3$ កំហាប់1.0*M* ?

$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cd(s)$ $E^0 = -0.40$ V   Cd ជាអុកស៊ីករខ្លាំងជាង

$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$ $E^0 = -0.74$ V   Cd នឹងអុកស៊ីតកម្ម Cr

Anode (oxidation): $Cr(s) \longrightarrow Cr^{3+}(1\,M) + 3e^-$ x 2

Cathode (reduction): $2e^- + Cd^{2+}(1\,M) \longrightarrow Cd(s)$ x 3

$$2Cr(s) + 3Cd^{2+}(1\,M) \longrightarrow 3Cd(s) + 2Cr^{3+}(1\,M)$$

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode}$$

$$E^0_{cell} = -0.40 - (-0.74)$$

$$E^0_{cell} = 0.34 \text{ V}$$

ប្រតិកម្មរេដុកកើតឡើងឯកឯង
Spontaneity of Redox Reactions

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

n = ចំនួនម៉ូលអេឡិចត្រុងក្នុងប្រតិកម្ម

$$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell} \qquad F = 96{,}500 \frac{J}{V \cdot mol} = 96{,}500 \text{ C/mol}$$

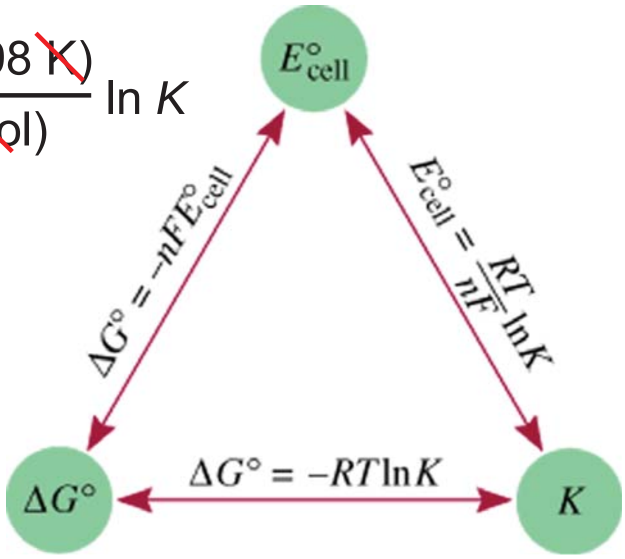
$$\Delta G^0 = -RT \ln K = -nFE^0_{cell}$$

ΔG^0 បម្រែបម្រួលថាមពលសេរីស្តង់ដា

$$E^0_{cell} = \frac{RT}{nF} \ln K = \frac{(8.314 \text{ J/K·mol})(298 \text{ K})}{n(96{,}500 \text{ J/V·mol})} \ln K$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.0257 \text{ V}}{n} \ln K$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.0592 \text{ V}}{n} \log K$$



EXAMPLE 19.3

A galvanic cell consists of a Mg electrode in a 1.0 *M* $Mg(NO_3)_2$ solution and a Ag electrode in a 1.0 *M* $AgNO_3$ solution. Calculate the standard emf of this cell at 25°C.

Strategy At first it may not be clear how to assign the electrodes in the galvanic cell. From Table 19.1 we write the standard reduction potentials of Ag and Mg and apply the diagonal rule to determine which is the anode and which is the cathode.

Solution The standard reduction potentials are

$$Ag^+(1.0\,M) + e^- \longrightarrow Ag(s) \qquad E° = 0.80\text{ V}$$
$$Mg^{2+}(1.0\,M) + 2e^- \longrightarrow Mg(s) \qquad E° = -2.37\text{ V}$$

Applying the diagonal rule, we see that Ag^+ will oxidize Mg:

$$\text{Anode (oxidation):} \quad Mg(s) \longrightarrow Mg^{2+}(1.0\,M) + 2e^-$$
$$\text{Cathode (reduction):} \quad 2Ag^+(1.0\,M) + 2e^- \longrightarrow 2Ag(s)$$
$$\text{Overall:} \quad Mg(s) + 2Ag^+(1.0\,M) \longrightarrow Mg^{2+}(1.0\,M) + 2Ag(s)$$

Note that in order to balance the overall equation we multiplied the reduction of Ag^+ by 2. We can do so because, as an intensive property, $E°$ is not affected by this procedure. We find the emf of the cell by using Equation (19.1) and Table 19.1:

$$\begin{aligned} E°_{cell} &= E°_{cathode} - E°_{anode} \\ &= E°_{Ag^+/Ag} - E°_{Mg^{2+}/Mg} \\ &= 0.80\text{ V} - (-2.37\text{ V}) \\ &= 3.17\text{ V} \end{aligned}$$

Check The positive value of $E°$ shows that the forward reaction is favored.

Practice Exercise What is the standard emf of a galvanic cell made of a Cd electrode in a 1.0 *M* $Cd(NO_3)_2$ solution and a Cr electrode in a 1.0 *M* $Cr(NO_3)_3$ solution at 25°C?

ប្រតិកម្មរេដុកកើតឡើងឯកឯង
Spontaneity of Redox Reactions

M2: 10062021

TABLE 19.2 Relationships Among $\Delta G°$, K, and $E°_{cell}$

$\Delta G°$	K	$E°_{cell}$		Reaction Under Standard-State Conditions
Negative	>1	Positive		Favors formation of products.
0	=1	0	លំនឹង	Reactants and products are equally favored.
Positive	<1	Negative		Favors formation of reactants.

$$\Delta G^0 = -RT \ln K = -nFE^0_{cell}$$

ΔG^0 **បម្រែបម្រួលថាមពលសេរីស្តង់ដា**

ចូរគណនាថេរលំនឹង(K)សម្រាប់ប្រតិកម្មដូចតទៅនៅ25^0C?

Fe^{2+} (*aq*) + 2Ag (*s*) ⇌ Fe (*s*) + $2Ag^+$ (*aq*) $n = 2$

$$E^0_{cell} = \frac{0.0257\ V}{n} \ln K$$

Oxidation(Anode): $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $E^0 Ag+/Ag = 0.80V$

Reduction(Cathode) : $2e^- + Fe^{2+} \longrightarrow Fe$ $E^0 Fe^{2+}/Fe = -0.44V$

$E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} - E^0_{Ag+\ /Ag}$

$E^0 = -0.44 - 0.80$

$E^0 = -1.24$ V

$$K = \exp\left[\frac{E^0_{cell} \times n}{0.0257\ V}\right] = \exp\left[\frac{-1.24\ V \times 2}{0.0257\ V}\right]$$

$K = 1.23 \times 10^{-42}$

What is the equilibrium constant for the following reaction at 25^0C? Fe^{2+} (*aq*) + 2Ag (*s*) ⇌ Fe (*s*) + $2Ag^+$ (*aq*)

$$E^0_{cell} = \frac{0.0257\ V}{n} \ln K$$

Oxidation: $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$

Reduction: $2e^- + Fe^{2+} \longrightarrow Fe$

$n = 2$

$E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} + E^0_{Ag\ /Ag^+}$

$E^0 = -0.44 + -0.80$

$E^0 = -1.24$ V

Check

$$K = \exp\left[\frac{E^0_{cell} \times n}{0.0257\ V}\right] = \exp\left[\frac{-1.24\ V \times 2}{0.0257\ V}\right]$$

$K = 1.23 \times 10^{-42}$

ឥទ្ធិពលពិលកំហាប់លើកម្លាំងអគ្គិសនីចលករនៃពិល

The Effect of Concentration on Cell emf

$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q$ $\Delta G = -nFE$ $\Delta G^0 = -nFE^0$

$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+} + 2e$ $Q=[Zn^{2+}]/[Zn]$

$-nFE = -nFE^0 + RT \ln Q$

សមីការណើស (***Nernst equation)***

$$E_{Cell} = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

នៅ 298°C

$$E = E^0 - \frac{0.0257\ V}{n} \ln Q \qquad E = E^0 - \frac{0.0592\ V}{n} \log Q$$

តើប្រតិកម្មនឹងកើតឡើងឯកឯងឬទេ?នៅ 25^0C បើ $[Fe^{2+}] = 0.60\ M$ និង $[Cd^{2+}] = 0.010\ M$?

$Fe^{2+}(aq) + Cd(s) \rightleftharpoons Fe(s) + Cd^{2+}(aq)$

Oxidation(A): $Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$

Reduction(C): $2e^- + Fe^{2+} \longrightarrow Fe$

$n = 2$

$E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} - E^0_{Cd^{2+}/Cd}$

$E^0 = -0.44 - (-0.40)$

$E^0 = -0.04\ V$

$$E = E^0 - \frac{0.0257\ V}{n} \ln Q$$

$$E = -0.04\ V - \frac{0.0257\ V}{2} \ln \frac{0.010}{0.60}$$

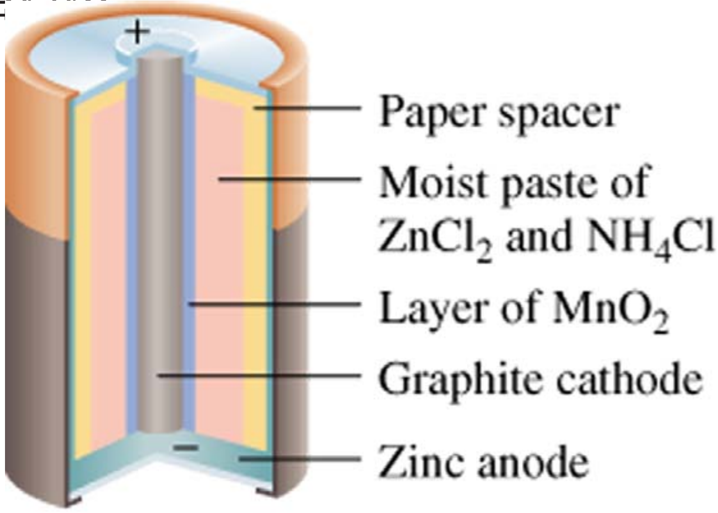
$E = 0.013$

$E > 0$ កើតឡើងឯកឯង

ថ្មពិល

ថ្មពិលស្ងួត Dry cell

Le clanché cell



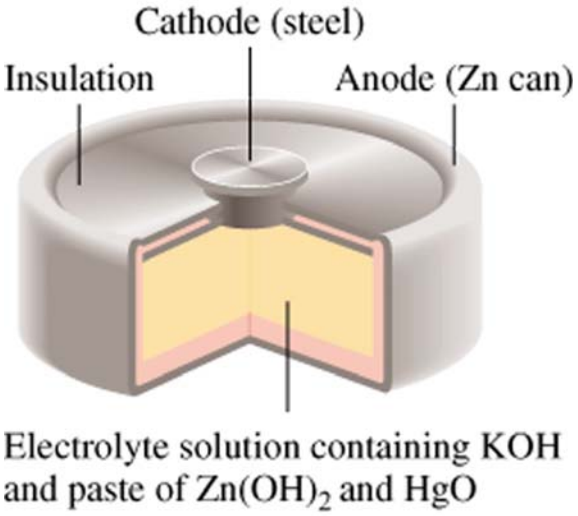
Anode: $Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2e^-$

Cathode: $2NH_4^+\ (aq) + 2MnO_2\ (s) + 2e^- \longrightarrow Mn_2O_3\ (s) + 2NH_3\ (aq) + H_2O\ (l)$

$Zn\ (s) + 2NH^+_4\ (aq) + 2MnO_2\ (s) \longrightarrow Zn^{2+}\ (aq) + 2NH_3\ (aq) + H_2O\ (l) + Mn_2O_3\ (s$

ថ្មពិល Batteries

Mercury Battery



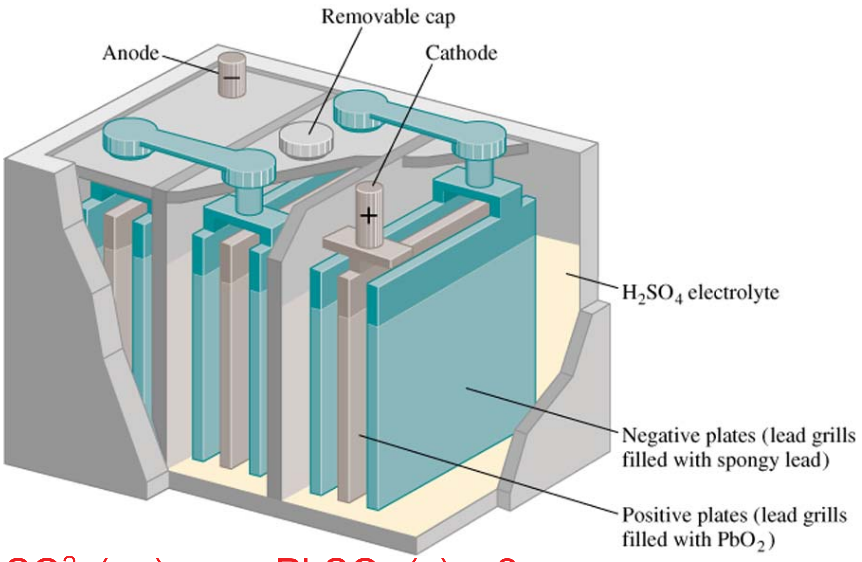
Anode: $Zn(Hg) + 2OH^-\ (aq) \longrightarrow ZnO\ (s) + H_2O\ (l) + 2e^-$

Cathode: $HgO\ (s) + H_2O\ (l) + 2e^- \longrightarrow Hg\ (l) + 2OH^-\ (aq)$

$Zn(Hg) + HgO\ (s) \longrightarrow ZnO\ (s) + Hg\ (l)$

អាគុយ Batteries

អាគុយសំណ
Lead storage battery

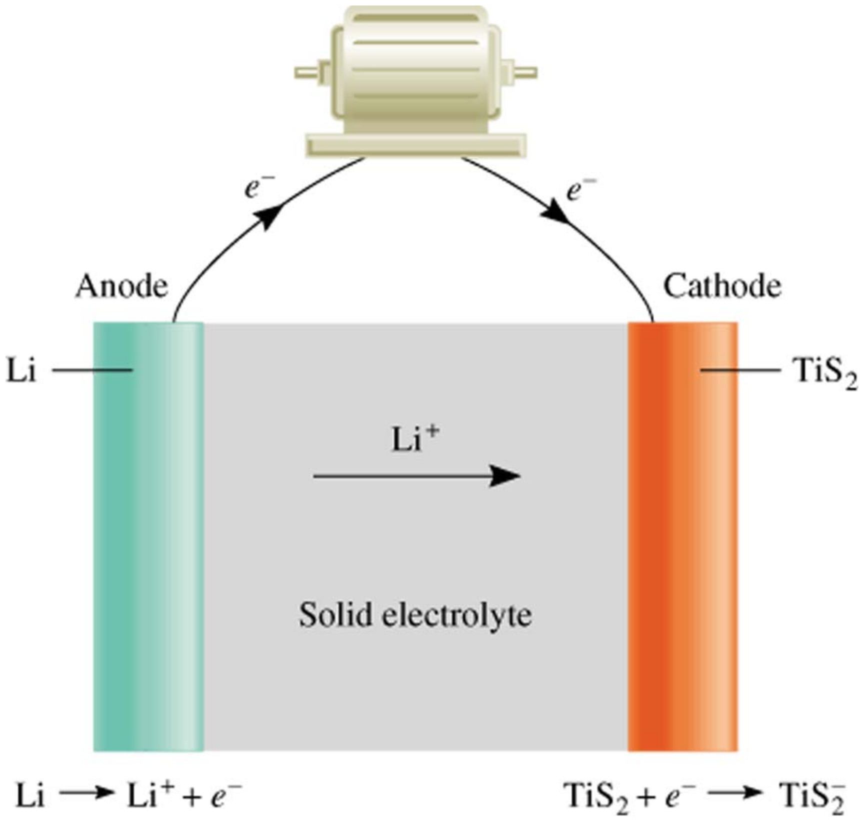


Anode: $Pb\ (s) + SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow PbSO_4\ (s) + 2e^-$

Cathode: $PbO_2\ (s) + 4H^+\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) + 2e^- \longrightarrow PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$

$$Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 4H^+\ (aq) + 2SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow 2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$$

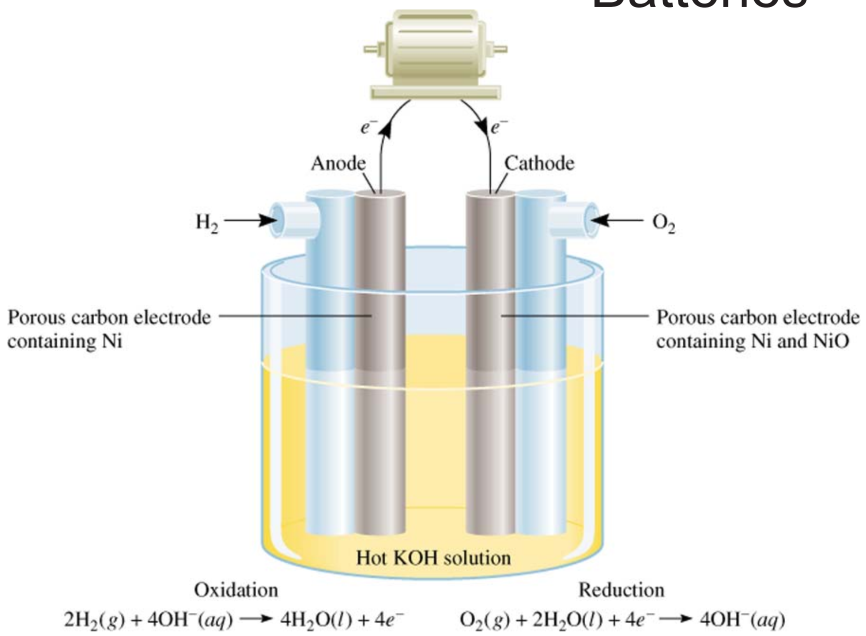
Batteries



Solid State Lithium Battery

19.6

Batteries



A ***fuel cell*** is an electrochemical cell that requires a continuous supply of reactants to keep functioning

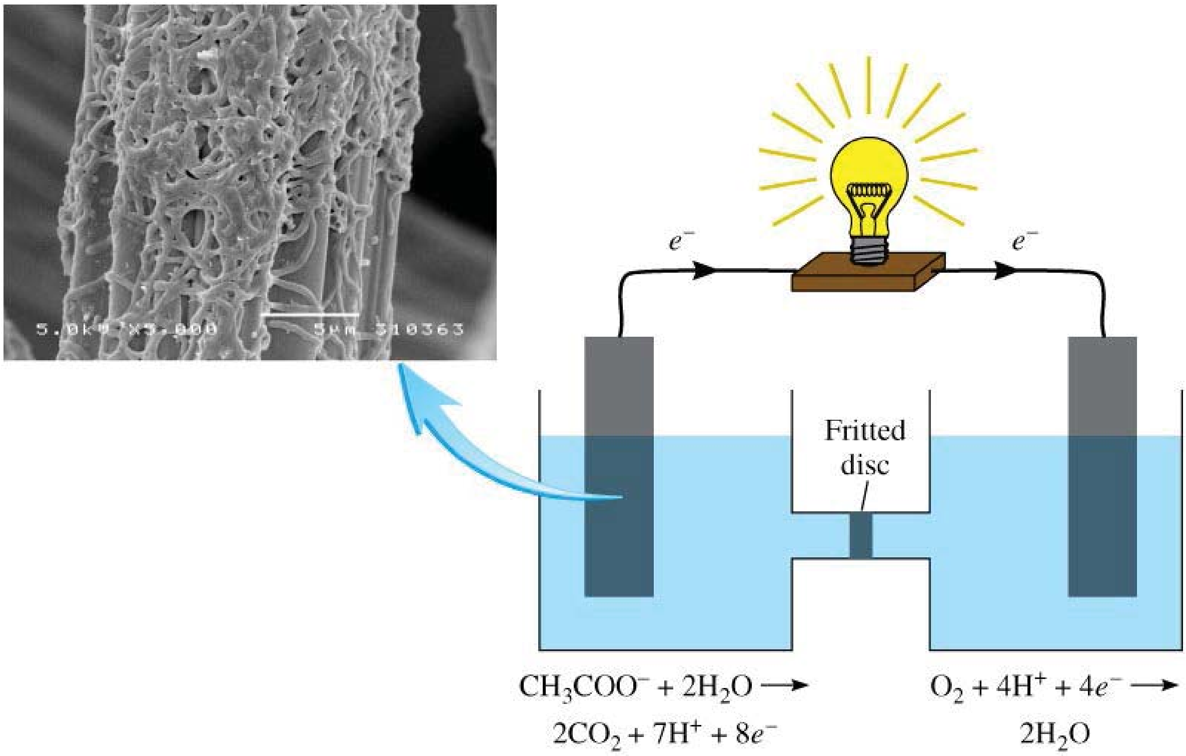
Anode: $2H_2\,(g) + 4OH^-\,(aq) \longrightarrow 4H_2O\,(l) + 4e^-$

Cathode: $O_2\,(g) + 2H_2O\,(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-\,(aq)$

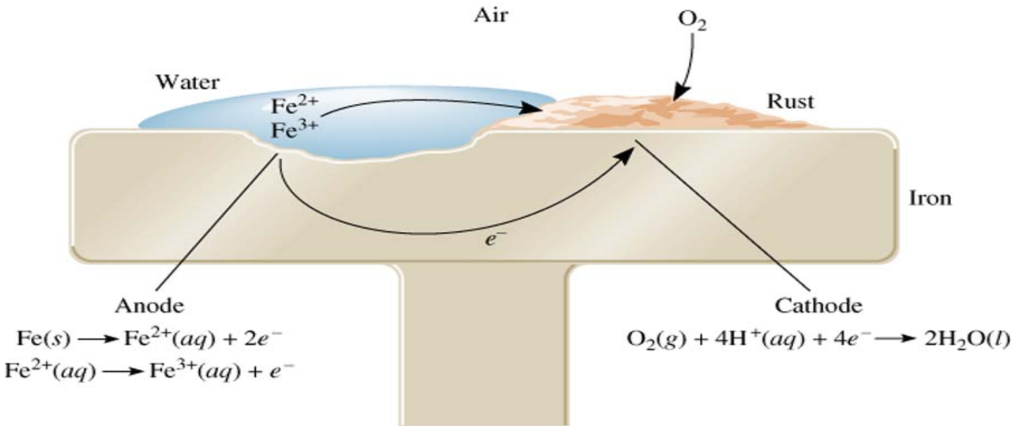
$$2H_2\,(g) + O_2\,(g) \longrightarrow 2H_2O\,(l)$$

Chemistry In Action: Bacteria Power

$$CH_3COO^- + 2O_2 + H^+ \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$



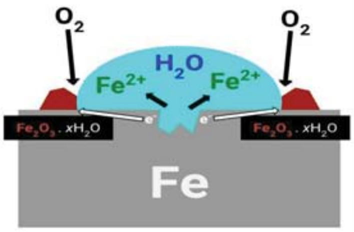
ការឡើងច្រែះ (Corrosion)



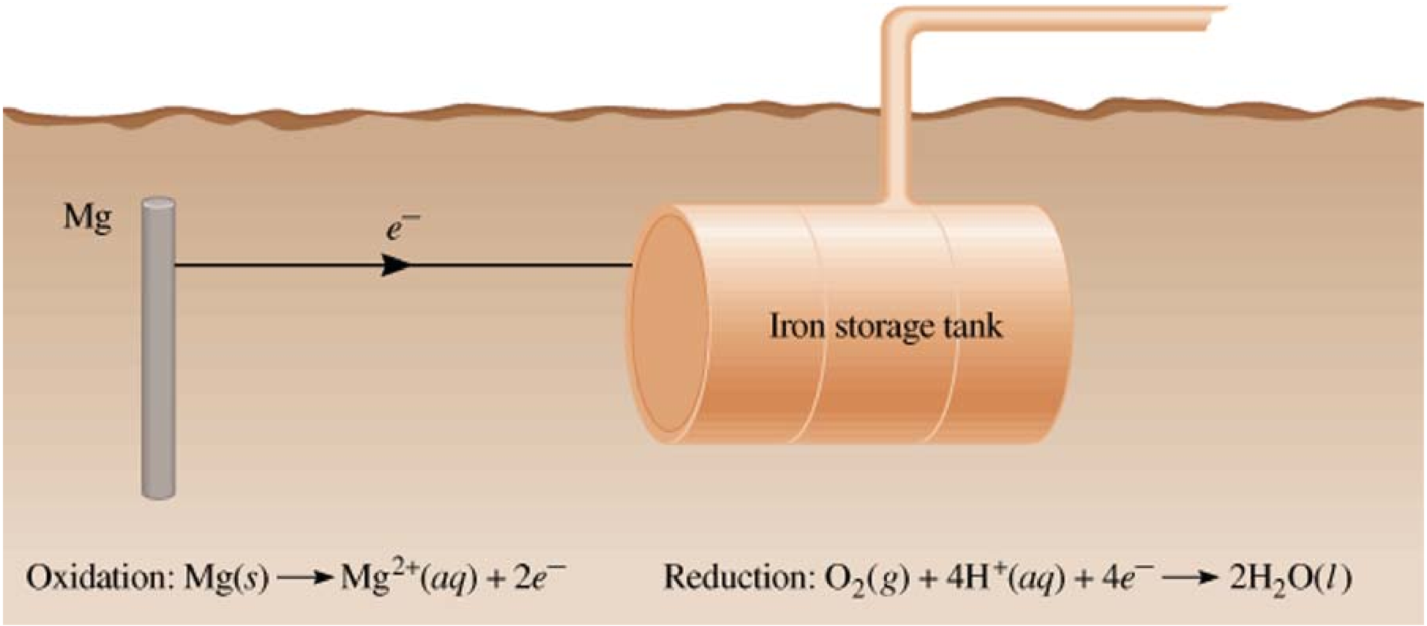
OVERALL EQUATION

$Fe\ (s) + O_2\ (g) + xH_2O\ (l) \rightarrow \mathbf{Fe_2O_3 \cdot xH_2O\ (s)}$

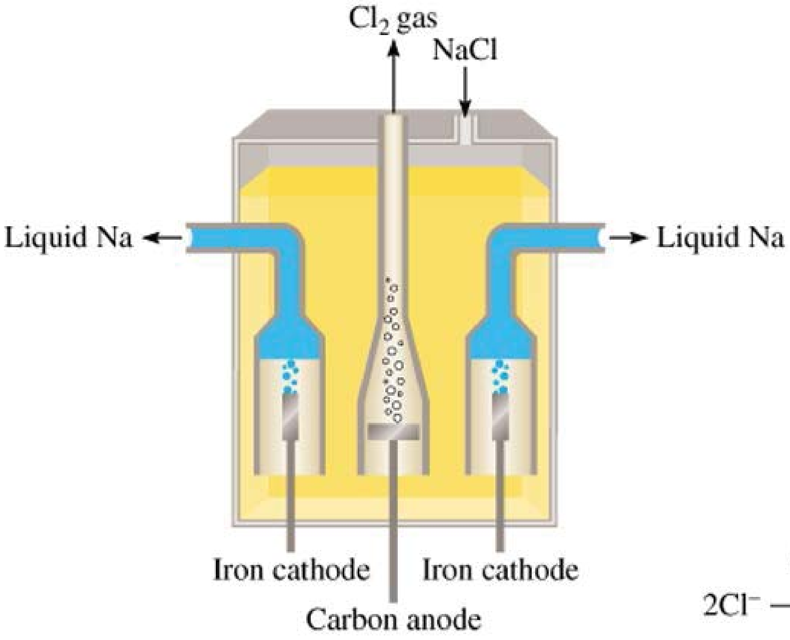
$4Fe\ (s) + 3O_2\ (g) + 2xH_2O\ (l) \rightarrow 2\mathbf{Fe_2O_3 \cdot xH_2O\ (s)}$

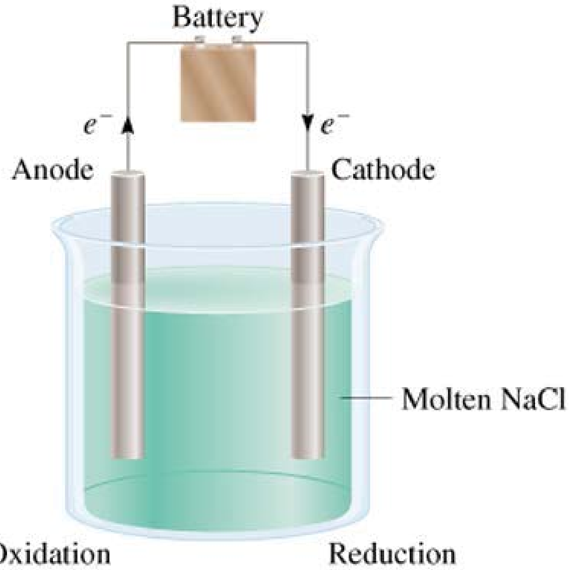


ការការពារកាតូតនៃធុងស្តុកធ្វើពីដែក
(Cathodic Protection of an Iron Storage Tank)



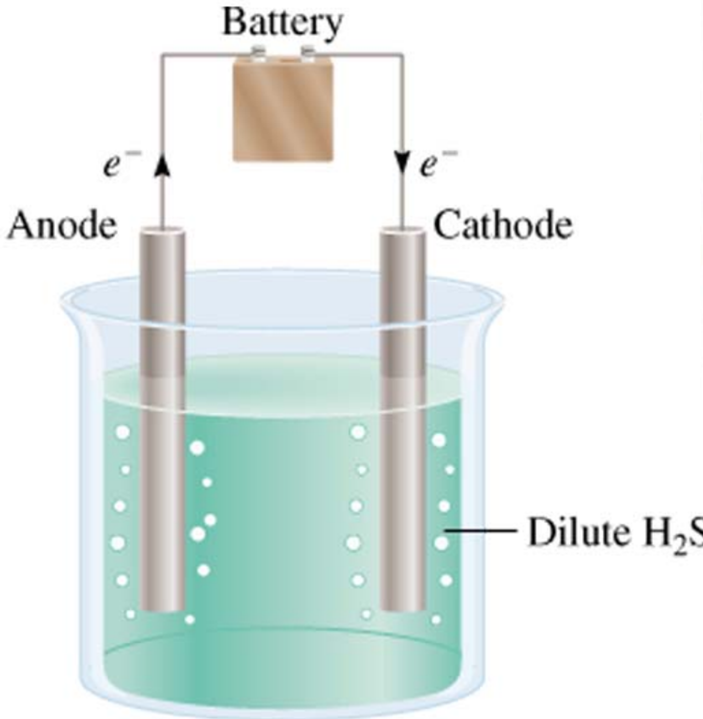
អគ្គិសនីវិភាគ(Electrolysis) គឺជាដំណើរការដែលថាមពលអគ្គិសនីបានប្រើដើម្បីធ្វើឲ្យប្រតិកម្មគីមីមិនកើតមានឯកឯងទៅកើតមាន។

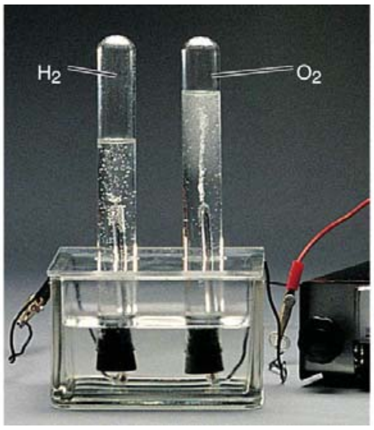




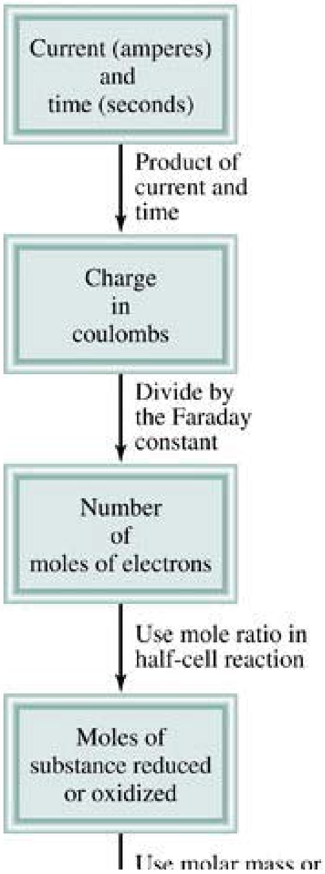
$2Cl^- \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na(l)$

អគ្គិសនីវិភាគទឹក(Electrolysis of Water)





$2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$ $4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$

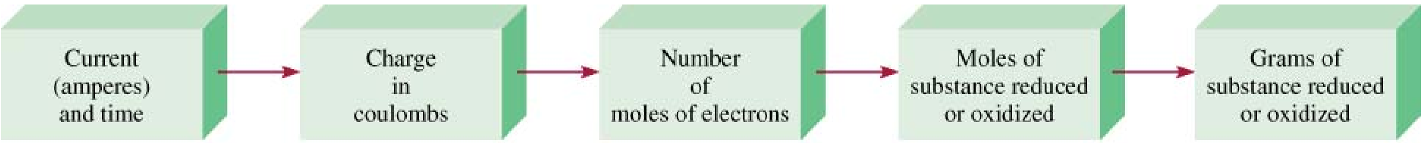


អគ្គិសវិភាគ និងបម្រែបម្រួលម៉ាស
(Electrolysis and Mass Changes)

បន្ទុក(C) = ចរន្ត (A) x រយៈពេល (s)

1ម៉ូល e^- = 96,500 C

Electrolysis and Mass Changes



charge (Coulombs) = current (Amperes) x time (sec)

1 mole e^- = 96,500 C = 1 Faraday

1 amp = 1 Coulomb / sec

តើមានកាល់ស្យូមប៉ុន្មានក្រាមនឹងត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងពិលអគ្គិសនីវិភាគនៃ$CaCl_2$ រលាយ បើចរន្ត 0.452 A ត្រូវបានឆ្លងកាត់ពិលសម្រាប់រយៈពេល 1.5 ម៉ោង?

អាណូត(Anode): $2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

កាតូត(Cathode) $Ca^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Ca(s)$

$$Ca^{2+}(l) + 2Cl^-(l) \longrightarrow Ca(s) + Cl_2(g)$$

2 ម៉ូល e^- = 1 ម៉ូល Ca

$$\text{ម៉ូល Ca} = 0.452\ \frac{\cancel{C}}{\cancel{s}} \times 1.5\ \cancel{hr} \times 3600\ \frac{\cancel{s}}{\cancel{hr}} \times \frac{1\ \cancel{mol\ e^-}}{96{,}500\ \cancel{C}} \times \frac{1\ mol\ Ca}{2\ \cancel{mol\ e^-}}$$

$$= 0.0126\ mol\ Ca$$

$$= 0.50\ g\ Ca$$

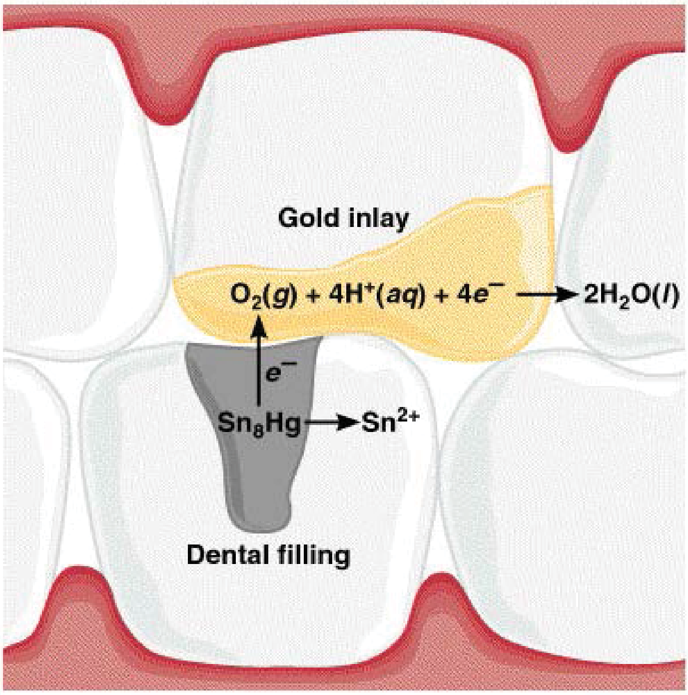
Chemistry In Action: Dental Filling Discomfort

Corrosion of a Dental Filling

Hg_2^{2+}/Ag_2Hg_3 0.85 V

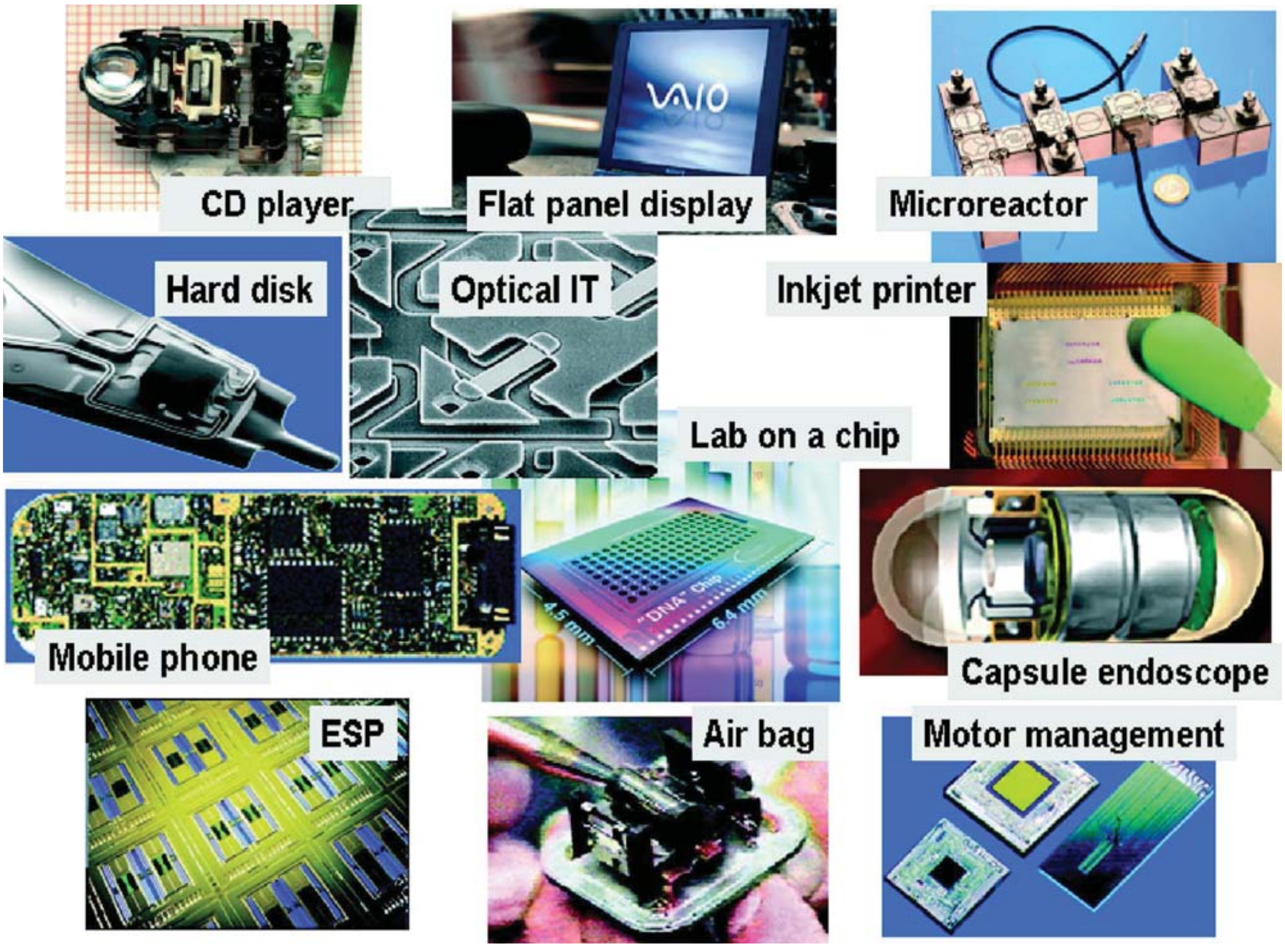
Sn^{2+}/Ag_3Sn -0.05 V

Sn^{2+}/Ag_3Sn -0.05 V



Key Equations

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$	(19.1)	Calculating the standard emf of a galvanic cell.
$\Delta G = -nFE_{cell}$	(19.2)	Relating free-energy change to the emf of the cell.
$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$	(19.3)	Relating the standard free-energy change to the standard emf of the cell.
$E^\circ_{cell} = \dfrac{0.0257\ \text{V}}{n} \ln K$	(19.5)	Relating the standard emf of the cell to the equilibrium constant.
$E^\circ_{cell} = \dfrac{0.0592\ \text{V}}{n} \log K$	(19.6)	Relating the standard emf of the cell to the equilibrium constant.
$E = E^\circ - \dfrac{0.0257\ \text{V}}{n} \ln Q$	(19.8)	Relating the emf of the cell to the concentrations under nonstandard state conditions.
$E = E^\circ - \dfrac{0.0592\ \text{V}}{n} \log Q$	(19.9)	Relating the emf of the cell to the concentrations under nonstandard state conditions.



11. ចូរគណនា emf ស្តង់ដាររបស់ពិលដែលប្រើ Mg/ Mg^{2+} និង Cu / Cu^{2+} ជាប្រតិកម្មពាក់កណ្តាលពិលនៅ 25°c ។ចូរសរសេរសមីការប្រតិកម្មពិលដែលកើតឡើងក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា ។

12. គណនា emf ស្តង់ដាររបស់ពិលដែលប្រើប្រតិកម្មពាក់កណ្តាលពិល Ag/ Ag^{+} និង Al / Al^{3+} នៅ25°c ចូរសរសេរប្រតិកម្មពិលដែលកើតឡើងក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា ។

19.11

Half-reaction	$E°$(V)
$Mg^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Mg(s)$	−2.37
$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)$	+0.34

The overall equation is: $Mg(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Cu(s)$

$$E° = 0.34\ V - (-2.37\ V) = \mathbf{2.71\ V}$$

19.12 **Strategy:** At first, it may not be clear how to assign the electrodes in the galvanic cell. From Table 19.1 of the text, we write the standard reduction potentials of Al and Ag and apply the diagonal rule to determine which is the anode and which is the cathode.

Solution: The standard reduction potentials are:

$$Ag^{+}(1.0\ M) + e^{-} \rightarrow Ag(s) \qquad E° = 0.80\ V$$
$$Al^{3+}(1.0\ M) + 3e^{-} \rightarrow Al(s) \qquad E° = -1.66\ V$$

Applying the diagonal rule, we see that Ag^{+} will oxidize Al.

Anode (oxidation):	$Al(s) \rightarrow Al^{3+}(1.0\ M) + 3e^{-}$
Cathode (reduction):	$3Ag^{+}(1.0\ M) + 3e^{-} \rightarrow 3Ag(s)$
Overall:	$\mathbf{Al(s) + 3Ag^{+}(1.0\ M) \rightarrow Al^{3+}(1.0\ M) + 3Ag(s)}$

Note that in order to balance the overall equation, we multiplied the reduction of Ag^{+} by 3. We can do so because, as an intensive property, $E°$ is not affected by this procedure. We find the emf of the cell using Equation (19.1) and Table 19.1 of the text.

$$E°_{cell} = E°_{cathode} - E°_{anode} = E°_{Ag^{+}/Ag} - E°_{Al^{3+}/Al}$$

$$E°_{cell} = 0.80\ V - (-1.66\ V) = \mathbf{+2.46\ V}$$

Check: The positive value of $E°$ shows that the forward reaction is favored.

13. ចូរព្យាករណ៍ថាតើ Fe^{3+} អាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មលើ I^{-} ដើម្បីអោយបាន I_2 នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដារដែរឬទេ ?

19.13 The appropriate half-reactions from Table 19.1 are

$$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq) \qquad E^\circ_{anode} = 0.53\ V$$
$$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightarrow Fe^{2+}(aq) \qquad E^\circ_{cathode} = 0.77\ V$$

Thus iron(III) should oxidize iodide ion to iodine. This makes the iodide ion/iodine half-reaction the anode. The standard emf can be found using Equation (19.1).

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode} = 0.77\ V - 0.53\ V = 0.24\ V$$

14. តើភ្នាក់ងារខាងក្រោមនេះមួយណាអាចធ្វើអុកស៊ីតកម្មលើទឹកដើម្បីទទួលបាន O2 នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា ? $H^+_{(aq)}$, $Cl^-_{(aq)}$,$Cl_{2(aq)}$ $Cu^{2+}_{(aq)}$, $Pb^{2+}_{(aq)}$,$MnO_4^-{}_{(aq)}$ (ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត)។

19.14 The half–reaction for oxidation is:

$$2H_2O(l) \xrightarrow{\text{oxidation (anode)}} O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \qquad E^\circ_{\text{anode}} = +1.23\text{ V}$$

The species that can oxidize water to molecular oxygen must have an E°_{red} more positive than +1.23 V.

From Table 19.1 of the text we see that only **Cl_2**(g) and **MnO_4^-**(aq) in acid solution can oxidize water to oxygen.

15. ចូរពិនិត្យមើលប្រតិកម្មពាក់កណ្ដាលខាងក្រោម

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+{}_{(aq)} + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)}$$

$$NO_3^-{}_{(aq)} + 4H^+{}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow NO_{(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

ចូរព្យាករណ៍ថាតើអ៊ីយ៉ុង NO_3^- នឹងធ្វើអុកស៊ីតកម្មលើ Mn^{2+}ដើម្បីទទួលបាន MnO_4^- នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា។

19.15 The overall reaction is:

$$5NO_3^-(aq) + 3Mn^{2+}(aq) + 2H_2O(l) \rightarrow 5NO(g) + 3MnO_4^-(aq) + 4H^+(aq)$$

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} - E^0_{anode} = 0.96\ V - 1.51\ V = -0.55\ V$$

The negative emf indicates that reactants are favored at equilibrium. NO_3^- will not oxidize Mn^{2+} to MnO_4^- under standard-state conditions.

16. ចូរព្យាករណ៍ថាតើ ប្រតិកម្មខាងក្រោមអាចកើតឡើងដោយឯកឯង ក្នុងសូលុយស្យុងទឹក នៅសីតុណ្ហភាព 25°c ដែរឬទេ ។ ដោយសន្មត់ថា កំហាប់ដើមនៃធាតុរលាយទាំងអស់គឺ 1,0M ។

a- $Ca_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + Cd_{(s)}$

b- $2Br^-_{(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Br_{2(l)} + Sn_{(s)}$

c- $2Ag_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^+_{(aq)} + Ni_{(s)}$

d- $Cu^+_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)}$

19.16 **Strategy:** E°_{cell} is *positive* for a spontaneous reaction. In each case, we can calculate the standard cell emf from the potentials for the two half-reactions.

$$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$$

Solution:

(a) $E^\circ = -0.40\text{ V} - (-2.87\text{ V}) = \mathbf{2.47\text{ V}}$. The reaction is spontaneous.

(b) $E^\circ = -0.14\text{ V} - 1.07\text{ V} = \mathbf{-1.21\text{ V}}$. The reaction is not spontaneous.

(c) $E^\circ = -0.25\text{ V} - 0.80\text{ V} = \mathbf{-1.05\text{ V}}$. The reaction is not spontaneous.

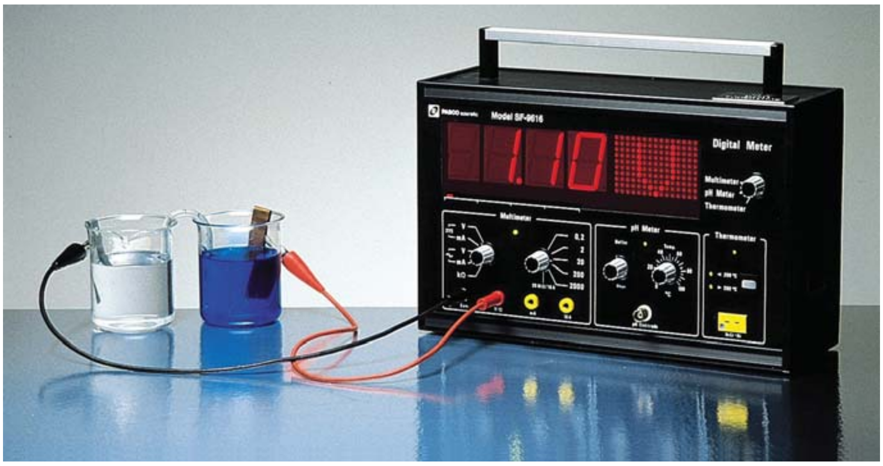
(d) $E^\circ = 0.77\text{ V} - 0.15\text{ V} = \mathbf{0.62\text{ V}}$. The reaction is spontaneous.

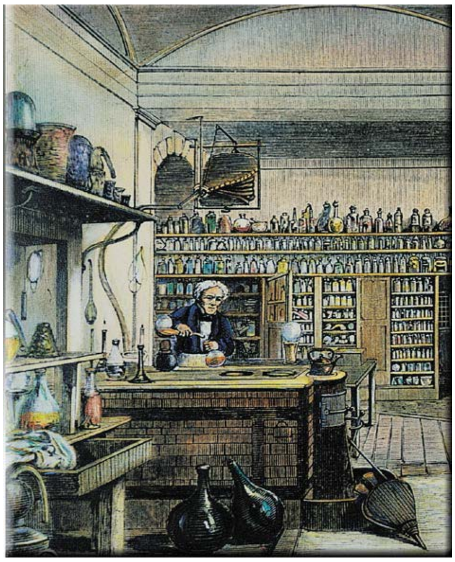
a- $Ca_{(s)} + Cd^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + Cd_{(s)}$

b- $2Br^{-}_{(aq)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Br_{2(l)} + Sn_{(s)}$

c- $2Ag_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \longrightarrow 2Ag^{+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$

d- $Cu^{+}_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Fe^{2+}_{(aq)}$





Electrochemistry

Chapter 19

Electron Transfer Reactions

- **Electron transfer reactions are oxidation-reduction or redox reactions.**
- **Results in the generation of an electric current (electricity) or be caused by imposing an electric current.**
- **Therefore, this field of chemistry is often called ELECTROCHEMISTRY.**

Electrochemical processes are oxidation-reduction reactions in which:

- the energy released by a spontaneous reaction is converted to electricity or
- electrical energy is used to cause a nonspontaneous reaction to occur

$$\overset{0}{2Mg}\,(s) + \overset{0}{O_2}\,(g) \longrightarrow \overset{2+\;2-}{2MgO}\,(s)$$

$2Mg \longrightarrow 2Mg^{2+} + 4e^-$ ***Oxidation*** half-reaction (lose e^-)

$O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$ ***Reduction*** half-reaction (gain e^-)

Terminology for Redox Reactions

- **OXIDATION—loss of electron(s) by a species; increase in oxidation number; increase in oxygen.**
- **REDUCTION—gain of electron(s); decrease in oxidation number; decrease in oxygen; increase in hydrogen.**
- **OXIDIZING AGENT—electron acceptor; species is reduced. (an agent facilitates something; ex. Travel agents don't travel, they facilitate travel)**
- **REDUCING AGENT—electron donor; species is oxidized.**

You can't have one… without the other!

- Reduction (gaining electrons) can't happen without an oxidation to provide the electrons.
- You can't have 2 oxidations or 2 reductions in the same equation. Reduction has to occur at the cost of oxidation

LEO the lion says GER!

L: ose, E: lectrons, O: xidation — G: ain, E: lectrons, R: eduction

GER!

Another way to remember

- OIL RIG

O: xidation, I: s, L: ose — R: eduction, I: s, G: ain

Review of Oxidation numbers

> The charge the atom would have in a molecule (or an ionic compound) if electrons were completely transferred.

1. Free elements (uncombined state) have an oxidation number of zero.

$$Na, Be, K, Pb, H_2, O_2, P_4 = 0$$

2. In monatomic ions, the oxidation number is equal to the charge on the ion.

$$Li^+, Li = +1; Fe^{3+}, Fe = +3; O^{2-}, O = -2$$

3. The oxidation number of oxygen *is* **usually** –2. In H_2O_2 and O_2^{2-} it is –1.

4. The oxidation number of hydrogen is +1 *except* when it is bonded to metals in binary compounds. In these cases, its oxidation number is –1.

5. Group IA metals are +1, IIA metals are +2 and fluorine is always –1.

6. The sum of the oxidation numbers of all the atoms in a molecule or ion is equal to the charge on the molecule or ion.

Oxidation numbers of all the atoms in HCO_3^- ?

HCO_3^-

O = -2   H = +1

3x(-2) + 1 + ? = -1

C = +4

Balancing Redox Equations

The oxidation of Fe^{2+} to Fe^{3+} by $Cr_2O_7^{2-}$ in acid solution?

1. Write the unbalanced equation for the reaction in ionic form.

$$Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+}$$

2. Separate the equation into two half-reactions.

Oxidation: $\overset{+2}{Fe^{2+}} \longrightarrow \overset{+3}{Fe^{3+}}$

Reduction: $\overset{+6}{Cr_2O_7^{2-}} \longrightarrow \overset{+3}{Cr^{3+}}$

3. Balance the atoms other than O and H in each half-reaction.

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+}$$

Balancing Redox Equations

4. For reactions in acid, add H_2O to balance O atoms and H^+ to balance H atoms.

$$Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

5. Add electrons to one side of each half-reaction to balance the charges on the half-reaction.

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + 1e^-$$

$$6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

6. If necessary, equalize the number of electrons in the two half-reactions by multiplying the half-reactions by appropriate coefficients.

$$6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 6e^-$$

$$6e^- + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

Balancing Redox Equations

7. Add the two half-reactions together and balance the final equation by inspection. **The number of electrons on both sides must cancel. You should also cancel like species.**

Oxidation: $6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + \cancel{6e^-}$

Reduction: $\cancel{6e^-} + 14H^+ + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$$14H^+ + Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

8. Verify that the number of atoms **and** the charges are balanced.

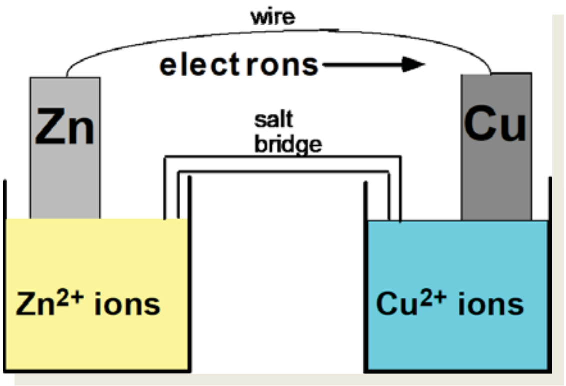
$$14x1 – 2 + 6x2 = 24 = 6x3 + 2x3$$

9. For reactions in basic solutions, add OH^- to **both sides** of the equation for every H^+ that appears in the final equation. You should combine H^+ and OH^- to make H_2O.

10/8/2024 9:24 AM 89 19.1

CHEMICAL CHANGE ---> ELECTRIC CURRENT

•To obtain a useful current, we separate the oxidizing and reducing agents so that electron transfer occurs thru an external wire.



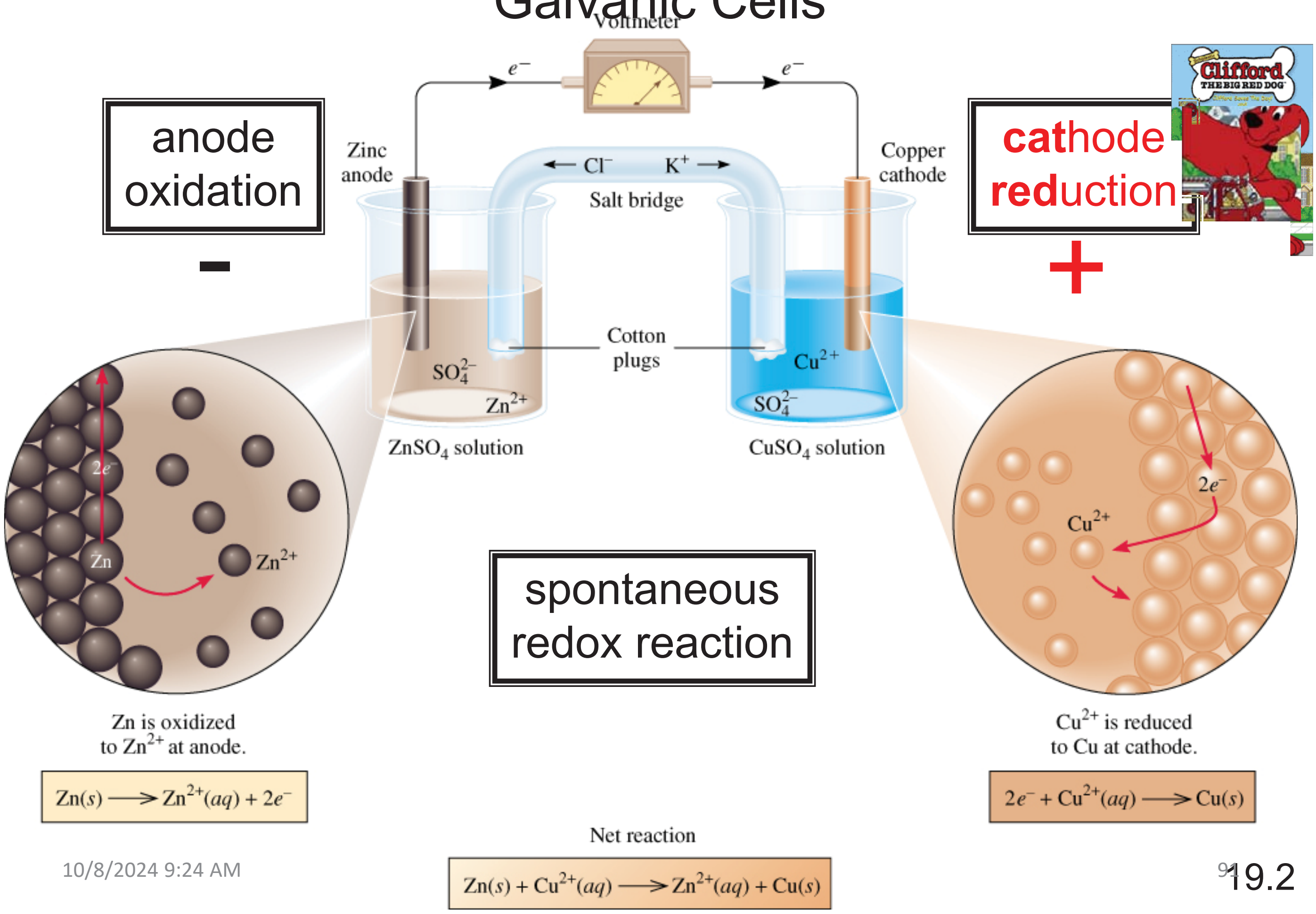
This is accomplished in a GALVANIC or VOLTAIC cell. http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/galvan5.swf

A group of such cells is called a battery.

Galvanic Cells

anode
oxidation
-

cathode
reduction
+



spontaneous
redox reaction

Zn is oxidized to Zn^{2+} at anode.

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

Cu^{2+} is reduced to Cu at cathode.

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

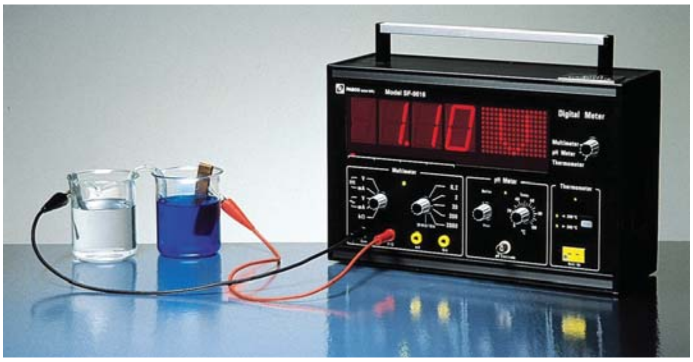
Net reaction

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

Galvanic Cells

The difference in electrical potential between the anode and cathode is called:

- ***cell voltage***
- ***electromotive force (emf)***
- ***cell potential***



Cell Diagram

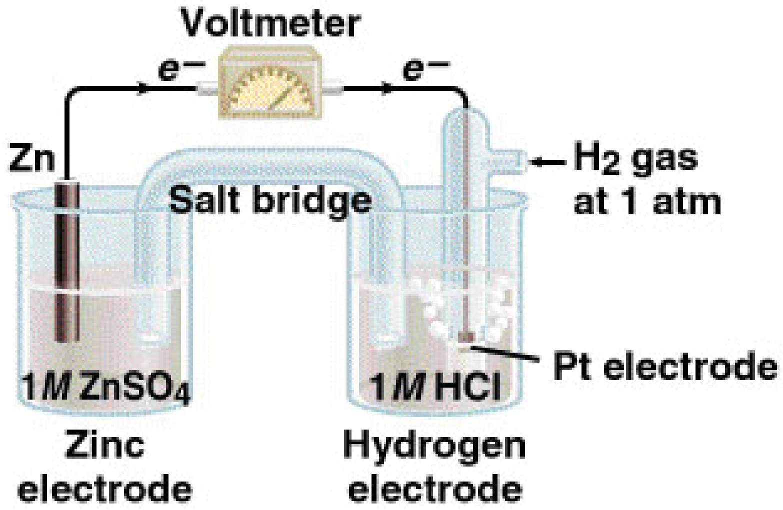
$$Zn\ (s) + Cu^{2+}\ (aq) \longrightarrow Cu\ (s) + Zn^{2+}\ (aq)$$

$$[Cu^{2+}] = 1\ M\ \&\ [Zn^{2+}] = 1\ M$$

$$Zn\ (s)\ |\ Zn^{2+}\ (1\ M)\ ||\ Cu^{2+}\ (1\ M)\ |\ Cu\ (s)$$

anode cathode

Standard Electrode Potentials



Zn (s) | Zn^{2+} (1 M) || H^+ (1 M) | H_2 (1 atm) | Pt (s)

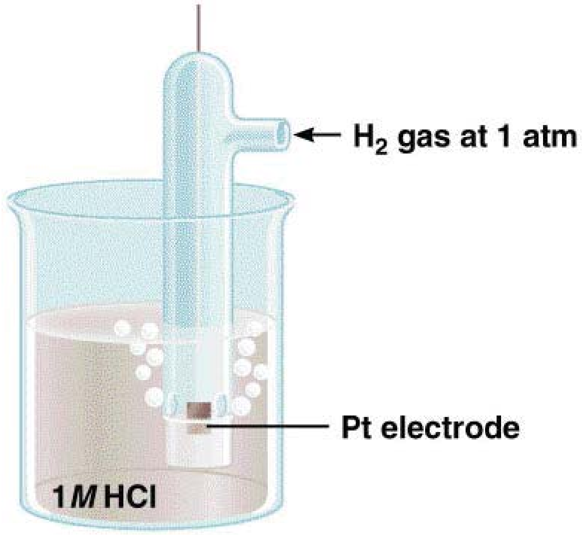
Anode (oxidation): Zn (s) $\longrightarrow$ Zn^{2+} (1 M) + $2e^-$

Cathode (reduction): $2e^-$ + $2H^+$ (1 M) $\longrightarrow$ H_2 (1 atm)

Zn (s) + $2H^+$ (1 M) $\longrightarrow$ Zn^{2+} + H_2 (1 atm)

Standard Electrode Potentials

Standard reduction potential (E^0) is the voltage associated with a **reduction reaction** at an electrode when all solutes are 1 M and all gases are at 1 atm.



Reduction Reaction

$2e^-$ + $2H^+$ (1 M) $\longrightarrow$ H_2 (1 atm)

$E^0 = 0$ V

Standard hydrogen electrode (SHE)

TABLE 19.1 Standard Reduction Potentials at 25°C*

Half-Reaction	$E°$(V)
$F_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2F^-(aq)$	+2.87
$O_3(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow O_2(g) + H_2O$	+2.07
$Co^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Co^{2+}(aq)$	+1.82
$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.77
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) + 2e^- \longrightarrow PbSO_4(s) + 2H_2O$	+1.70
$Ce^{4+}(aq) + e^- \longrightarrow Ce^{3+}(aq)$	+1.61
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	+1.51
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Au(s)$	+1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O$	+1.33
$MnO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2H_2O$	+1.23
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+1.23
$Br_2(l) + 2e^- \longrightarrow 2Br^-(aq)$	+1.07
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \longrightarrow NO(g) + 2H_2O$	+0.96
$2Hg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Hg_2^{2+}(aq)$	+0.92
$Hg_2^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow 2Hg(l)$	+0.85
$Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2O_2(aq)$	+0.68
$MnO_4^-(aq) + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2(s) + 4OH^-(aq)$	+0.59
$I_2(s) + 2e^- \longrightarrow 2I^-(aq)$	+0.53
$O_2(g) + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-(aq)$	+0.40
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$	+0.34
$AgCl(s) + e^- \longrightarrow Ag(s) + Cl^-(aq)$	+0.22
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow SO_2(g) + 2H_2O$	+0.20
$Cu^{2+}(aq) + e^- \longrightarrow Cu^+(aq)$	+0.15
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.13
$2H^+(aq) + 2e^- \longrightarrow H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Pb(s)$	−0.13
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sn(s)$	−0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ni(s)$	−0.25
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Co(s)$	−0.28
$PbSO_4(s) + 2e^- \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(aq)$	−0.31
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cd(s)$	−0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Fe(s)$	−0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s)$	−0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Zn(s)$	−0.76
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	−0.83
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mn(s)$	−1.18
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$	−1.66
$Be^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Be(s)$	−1.85
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Mg(s)$	−2.37
$Na^+(aq) + e^- \longrightarrow Na(s)$	−2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ca(s)$	−2.87
$Sr^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Sr(s)$	−2.89
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Ba(s)$	−2.90
$K^+(aq) + e^- \longrightarrow K(s)$	−2.93
$Li^+(aq) + e^- \longrightarrow Li(s)$	−3.05

Increasing strength as oxidizing agent ↑ — Increasing strength as reducing agent ↓

*For all half-reactions the concentration is 1 *M* for dissolved species and the pressure is 1 atm for gases. These are the standard-state values.

- E^0 is for the reaction as written
- The more positive E^0 the greater the tendency for the substance to be reduced
- The half-cell reactions are reversible
- The sign of E^0 changes when the reaction is reversed
- Changing the stoichiometric coefficients of a half-cell reaction ***does not*** change the value of E^0

19.3

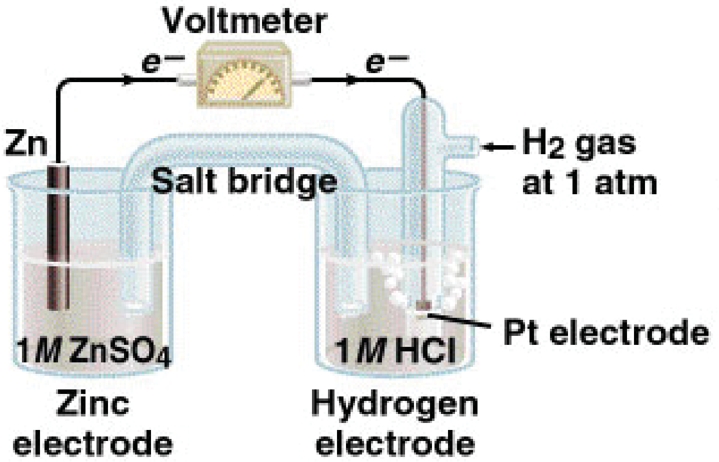
STANDARD REDUCTION POTENTIALS IN AQUEOUS SOLUTION AT 25°C

Half-reaction			$E°$(V)
$F_2(g) + 2e^-$	→	$2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^-$	→	Co^{2+}	1.82
$Au^{3+} + 3e^-$	→	$Au(s)$	1.50
$Cl_2(g) + 2e^-$	→	$2Cl^-$	1.36
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^-$	→	$2H_2O(l)$	1.23
$Br_2(l) + 2e^-$	→	$2Br^-$	1.07
$2Hg^{2+} + 2e^-$	→	Hg_2^{2+}	0.92
$Hg^{2+} + 2e^-$	→	$Hg(l)$	0.85
$Ag^+ + e^-$	→	$Ag(s)$	0.80
$Hg_2^{2+} + 2e^-$	→	$2Hg(l)$	0.79
$Fe^{3+} + e^-$	→	Fe^{2+}	0.77
$I_2(s) + 2e^-$	→	$2I^-$	0.53
$Cu^+ + e^-$	→	$Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^-$	→	$Cu(s)$	0.34
$Cu^{2+} + e^-$	→	Cu^+	0.15
$Sn^{4+} + 2e^-$	→	Sn^{2+}	0.15
$S(s) + 2H^+ + 2e^-$	→	$H_2S(g)$	0.14
$2H^+ + 2e^-$	→	$H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+} + 2e^-$	→	$Pb(s)$	−0.13
$Sn^{2+} + 2e^-$	→	$Sn(s)$	−0.14
$Ni^{2+} + 2e^-$	→	$Ni(s)$	−0.25
$Co^{2+} + 2e^-$	→	$Co(s)$	−0.28
$Cd^{2+} + 2e^-$	→	$Cd(s)$	−0.40
$Cr^{3+} + e^-$	→	Cr^{2+}	−0.41
$Fe^{2+} + 2e^-$	→	$Fe(s)$	−0.44
$Cr^{3+} + 3e^-$	→	$Cr(s)$	−0.74
$Zn^{2+} + 2e^-$	→	$Zn(s)$	−0.76
$2H_2O(l) + 2e^-$	→	$H_2(g) + 2OH^-$	−0.83
$Mn^{2+} + 2e^-$	→	$Mn(s)$	−1.18
$Al^{3+} + 3e^-$	→	$Al(s)$	−1.66
$Be^{2+} + 2e^-$	→	$Be(s)$	−1.70
$Mg^{2+} + 2e^-$	→	$Mg(s)$	−2.37
$Na^+ + e^-$	→	$Na(s)$	−2.71
$Ca^{2+} + 2e^-$	→	$Ca(s)$	−2.87
$Sr^{2+} + 2e^-$	→	$Sr(s)$	−2.89
$Ba^{2+} + 2e^-$	→	$Ba(s)$	−2.90
$Rb^+ + e^-$	→	$Rb(s)$	−2.92
$K^+ + e^-$	→	$K(s)$	−2.92
$Cs^+ + e^-$	→	$Cs(s)$	−2.92
$Li^+ + e^-$	→	$Li(s)$	−3.05

Official AP Reduction Table

Copyright College Board

Standard Electrode Potentials



Standard emf (E^0_{cell})

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} + E^0_{anode}$$

If the reaction is backwards, be sure to flip the sign!

Zn (*s*) | Zn^{2+} (1 *M*) || H^+ (1 *M*) | H_2 (1 atm) | Pt (*s*)

$E^0_{cell} = E^0_{H^+/H_2} + E^0_{Zn\ /Zn^{+2}}$

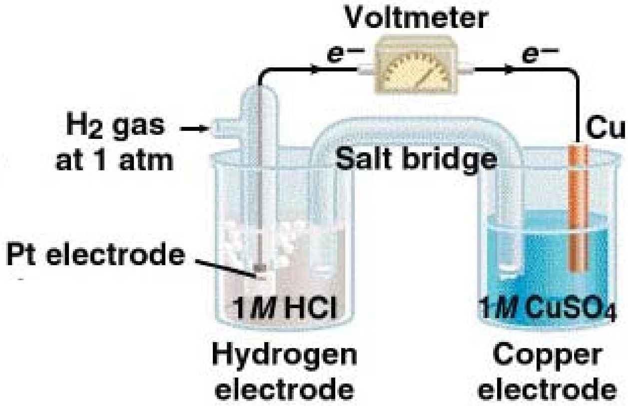
Zn^{2+} (1 *M*) + $2e^-$ ⟶ Zn $E^0 = -0.76$ V

So $E^o_{Zn/Zn^{+2}} = +0.76\ V$

$E^0_{cell} = 0 + 0.76\ V = 0.76$ V

Standard Electrode Potentials

$E^0_{cell} = 0.34$ V



$E^0_{cell} = E^0_{cathode} + E^0_{anode}$

$E^0_{cell} = E^0_{Cu^{2+}/Cu} + E^0_{H_2/H+}$

$0.34 = E^0_{Cu^{2+}/Cu} + -0$

$E^0_{Cu^{2+}/Cu} = 0.34$ V

Pt (*s*) | H_2 (1 *atm*) | H^+ (1 *M*) || Cu^{2+} (1 *M*) | Cu (*s*)

Anode (oxidation): H_2 (1 *atm*) ⟶ $2H^+$ (1 *M*) + $2e^-$

Cathode (reduction): $2e^-$ + Cu^{2+} (1 *M*) ⟶ Cu (s)

H_2 (1 *atm*) + Cu^{2+} (1 *M*) ⟶ Cu (*s*) + $2H^+$ (1 *M*)

What is the standard emf of an electrochemical cell made of a Cd electrode in a 1.0 *M* $Cd(NO_3)_2$ solution and a Cr electrode in a 1.0 *M* $Cr(NO_3)_3$ solution?

$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cd(s) \quad E^0 = -0.40\ V$ — Cd is the stronger oxidizer

$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Cr(s) \quad E^0 = -0.74\ V$ — Cd will oxidize Cr

Anode (oxidation): $Cr(s) \longrightarrow Cr^{3+}(1\ M) + 3e^-$ x 2

Cathode (reduction): $2e^- + Cd^{2+}(1\ M) \longrightarrow Cd(s)$ x 3

$$2Cr(s) + 3Cd^{2+}(1\ M) \longrightarrow 3Cd(s) + 2Cr^{3+}(1\ M)$$

$$E^0_{cell} = E^0_{cathode} + E^0_{anode}$$

$$E^0_{cell} = -0.40 + (+0.74)$$

$$E^0_{cell} = 0.34\ V$$

Spontaneity of Redox Reactions

$\Delta G = -nFE_{cell}$ — n = number of moles of electrons in reaction

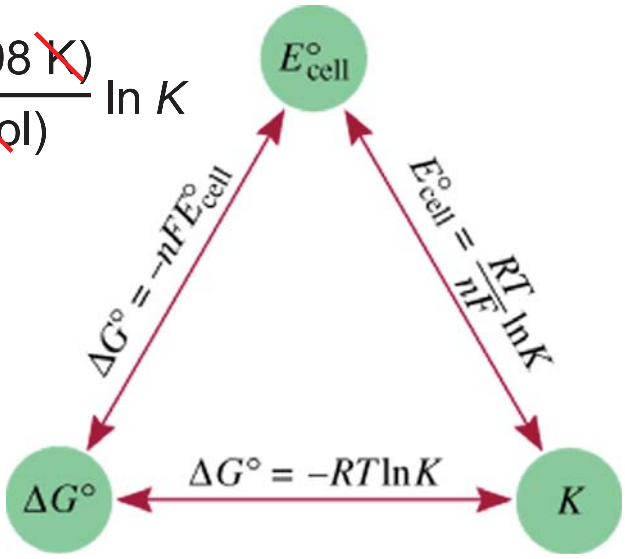
$\Delta G^0 = -nFE^0_{cell}$ — $F = 96{,}500 \dfrac{J}{V \cdot mol} = 96{,}500\ C/mol$

$$\Delta G^0 = -RT \ln K = -nFE^0_{cell}$$

$$E^0_{cell} = \frac{RT}{nF}\ln K = \frac{(8.314\ J/K{\cdot}mol)(298\ K)}{n\,(96{,}500\ J/V{\cdot}mol)}\ln K$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.0257\ V}{n}\ln K$$

$$E^0_{cell} = \frac{0.0592\ V}{n}\log K$$



Spontaneity of Redox Reactions

TABLE 19.2 Relationships among $\Delta G°$, K, and $E°_{cell}$

$\Delta G°$	K	$E°_{cell}$	Reaction under Standard-State Conditions
Negative	>1	Positive	Favors formation of products.
0	=1	0	Reactants and products are equally favored.
Positive	<1	Negative	Favors formation of reactants.

19.4

What is the equilibrium constant for the following reaction at 25^0C? Fe^{2+} (*aq*) + 2Ag (*s*) ⇌ Fe (*s*) + $2Ag^+$ (*aq*)

$$E^0_{cell} = \frac{0.0257\ V}{n} \ln K$$

Oxidation: $2Ag \longrightarrow 2Ag^+ + 2e^-$

Reduction: $2e^- + Fe^{2+} \longrightarrow Fe$

$n = 2$

$E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} + E^0_{Ag\ /Ag^+}$

$E^0 = -0.44 + -0.80$

$E^0 = -1.24\ V$

Check

$$K = \exp\left[\frac{E^0_{cell} \times n}{0.0257\ V}\right] = \exp\left[\frac{-1.24\ V \times 2}{0.0257\ V}\right]$$

$K = 1.23 \times 10^{-42}$

The Effect of Concentration on Cell Emf

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln Q \qquad \Delta G = -nFE \qquad \Delta G^0 = -nFE^0$$

$$-nFE = -nFE^0 + RT \ln Q$$

Nernst equation

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

At 298

$$E = E^0 - \frac{0.0257\ \text{V}}{n} \ln Q \qquad E = E^0 - \frac{0.0592\ \text{V}}{n} \log Q$$

Will the following reaction occur spontaneously at 25^{0}C if $[Fe^{2+}] = 0.60\ M$ and $[Cd^{2+}] = 0.010\ M$?

$Fe^{2+}(aq) + Cd(s) \rightleftharpoons Fe(s) + Cd^{2+}(aq)$

Oxidation: $Cd \longrightarrow Cd^{2+} + 2e^-$

Reduction: $2e^- + Fe^{2+} \longrightarrow 2Fe$

$n = 2$

$$E^0 = E^0_{Fe^{2+}/Fe} + E^0_{Cd/Cd^{2+}}$$

$$E^0 = -0.44 + -(-0.40)$$

$$E^0 = -0.04\ \text{V}$$

$$E = E^0 - \frac{0.0257\ \text{V}}{n} \ln Q$$

$$E = -0.04\ \text{V} - \frac{0.0257\ \text{V}}{2} \ln \frac{0.010}{0.60}$$

$$E = 0.013$$

$E > 0$ Spontaneous

Charging a Battery

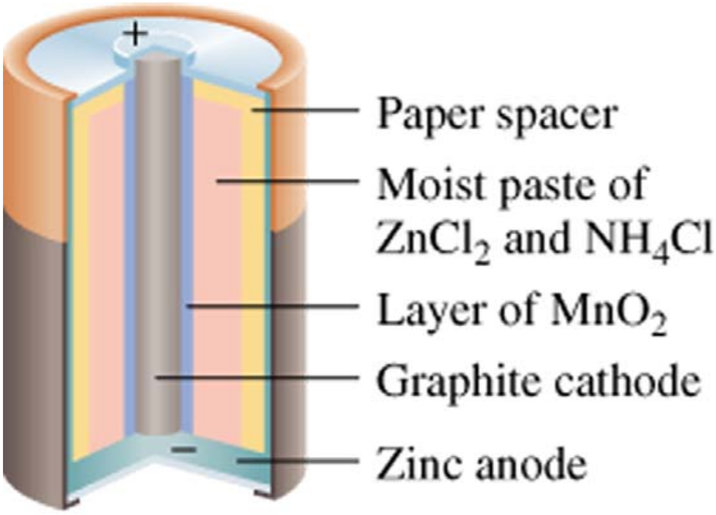
When you charge a battery, you are forcing the electrons backwards (from the + to the -). To do this, you will need a higher voltage backwards than forwards. This is why the ammeter in your car often goes slightly higher while your battery is charging, and then returns to normal.

In your car, the battery charger is called an alternator. If you have a dead battery, it could be the battery needs to be replaced OR the alternator is not charging the battery properly.

Batteries

Dry cell

Leclanché cell



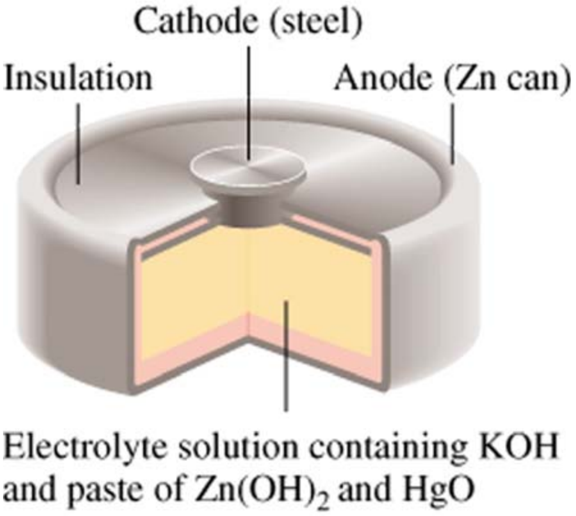
Anode: $Zn (s) \longrightarrow Zn^{2+} (aq) + 2e^-$

Cathode: $2NH_4^+ (aq) + 2MnO_2 (s) + 2e^- \longrightarrow Mn_2O_3 (s) + 2NH_3 (aq) + H_2O (l)$

$$Zn (s) + 2NH_4 (aq) + 2MnO_2 (s) \longrightarrow Zn^{2+} (aq) + 2NH_3 (aq) + H_2O (l) + Mn_2O_3 (s)$$

Batteries

Mercury Battery



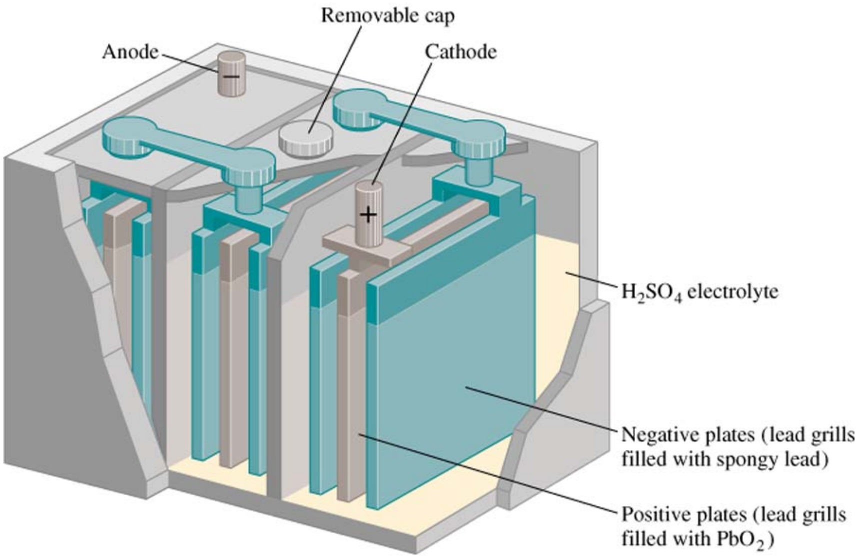
Anode: $Zn(Hg) + 2OH^{-}\ (aq) \longrightarrow ZnO\ (s) + H_2O\ (l) + 2e^{-}$

Cathode: $HgO\ (s) + H_2O\ (l) + 2e^{-} \longrightarrow Hg\ (l) + 2OH^{-}\ (aq)$

$Zn(Hg) + HgO\ (s) \longrightarrow ZnO\ (s) + Hg\ (l)$

Batteries

Lead storage battery

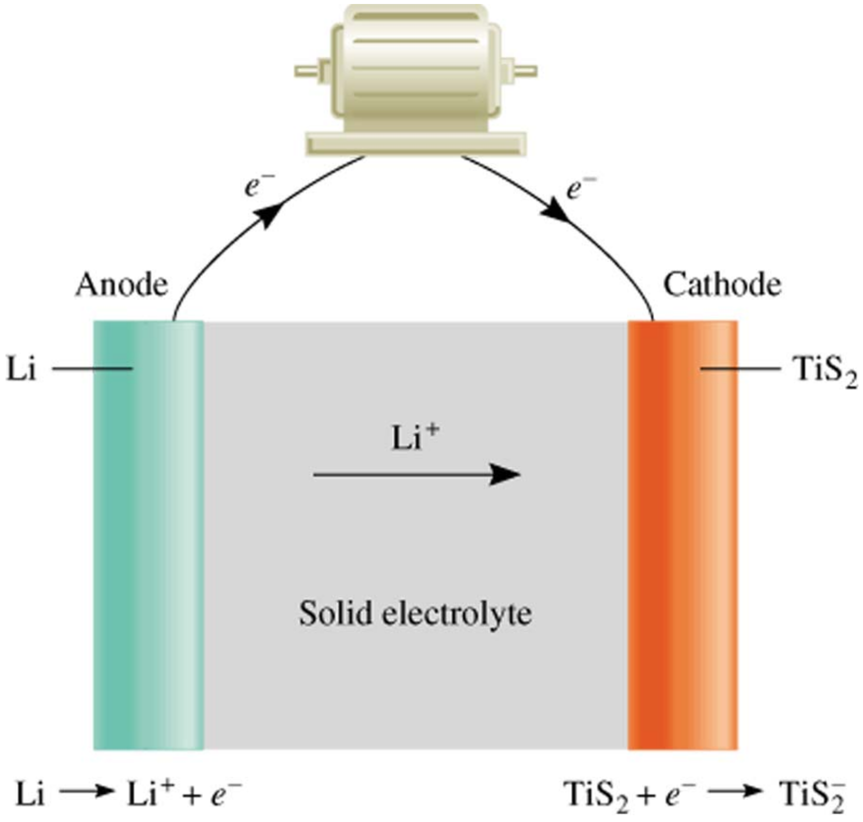


Anode: $Pb\ (s) + SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow PbSO_4\ (s) + 2e^{-}$

Cathode: $PbO_2\ (s) + 4H^{+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) + 2e^{-} \longrightarrow PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$

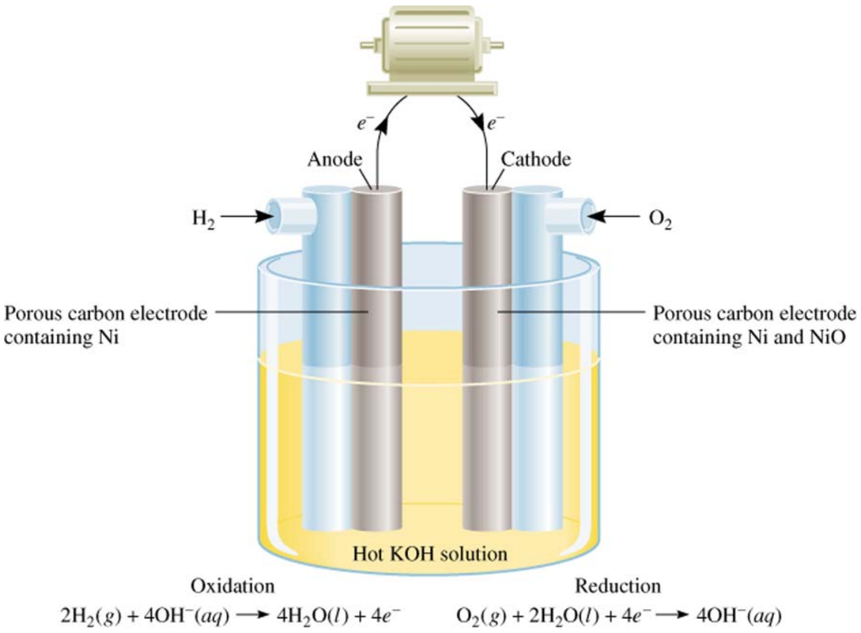
$Pb\ (s) + PbO_2\ (s) + 4H^{+}\ (aq) + 2SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow 2PbSO_4\ (s) + 2H_2O\ (l)$

Batteries



Solid State Lithium Battery

Batteries



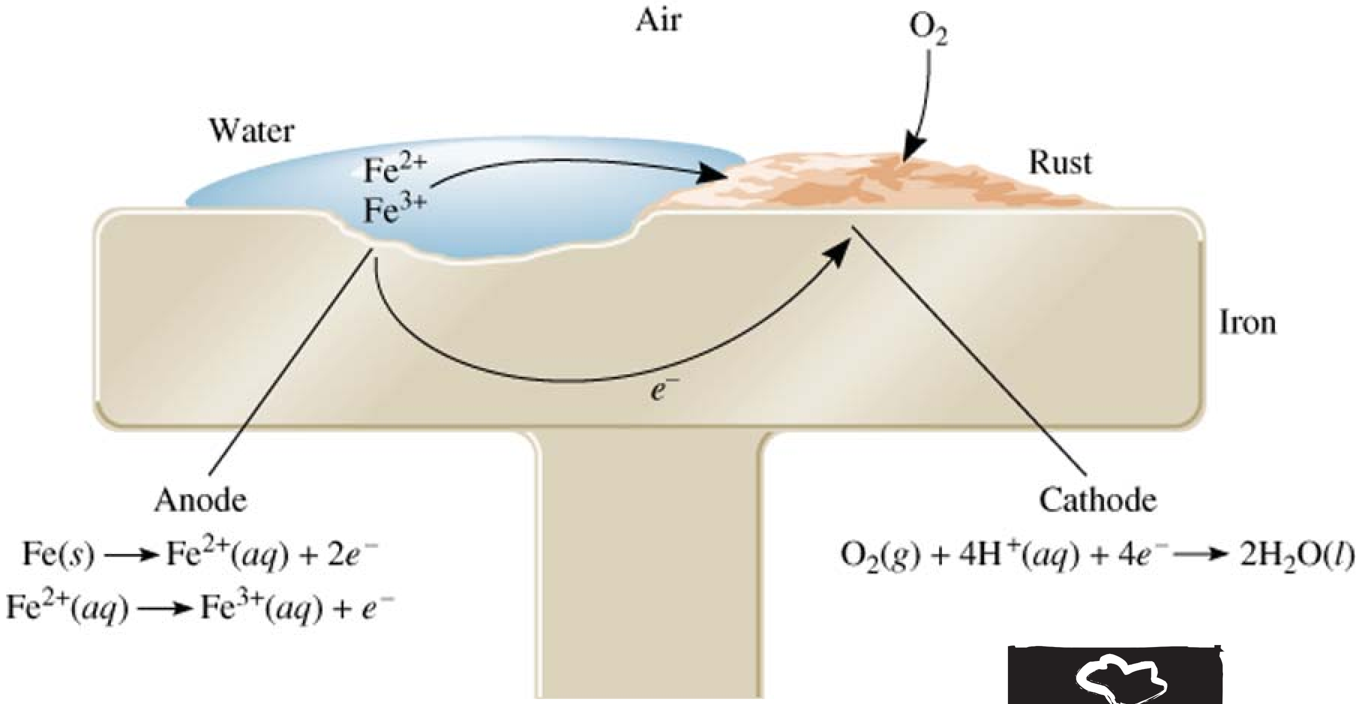
A ***fuel cell*** is an electrochemical cell that requires a continuous supply of reactants to keep functioning

Anode: $2H_2\,(g) + 4OH^-\,(aq) \longrightarrow 4H_2O\,(l) + 4e^-$

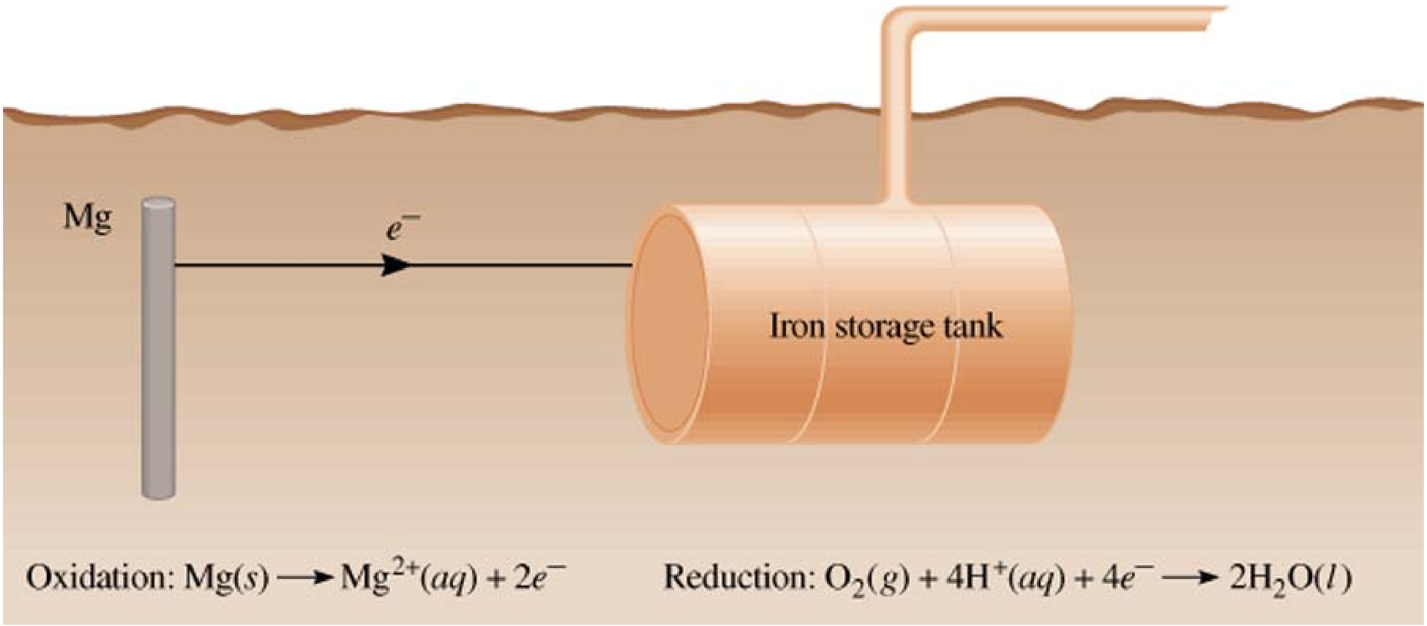
Cathode: $O_2\,(g) + 2H_2O\,(l) + 4e^- \longrightarrow 4OH^-\,(aq)$

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

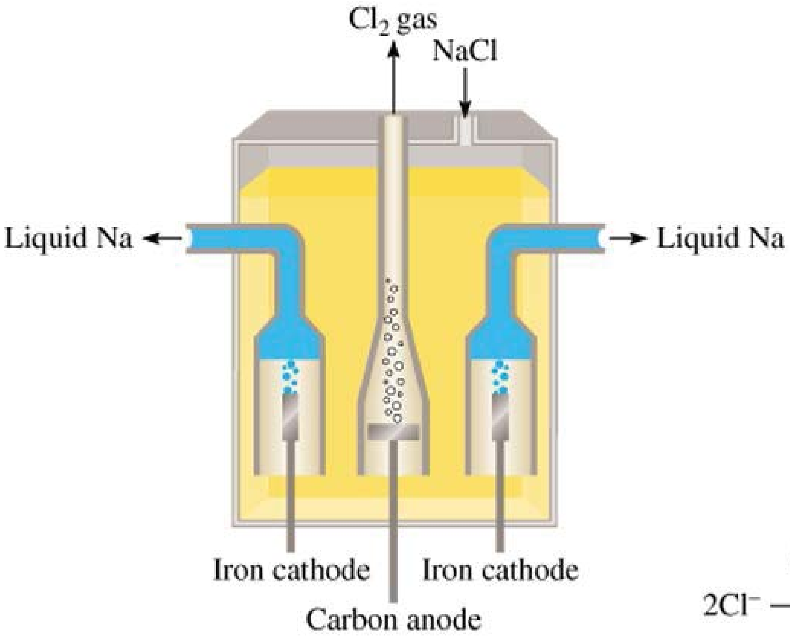
Corrosion

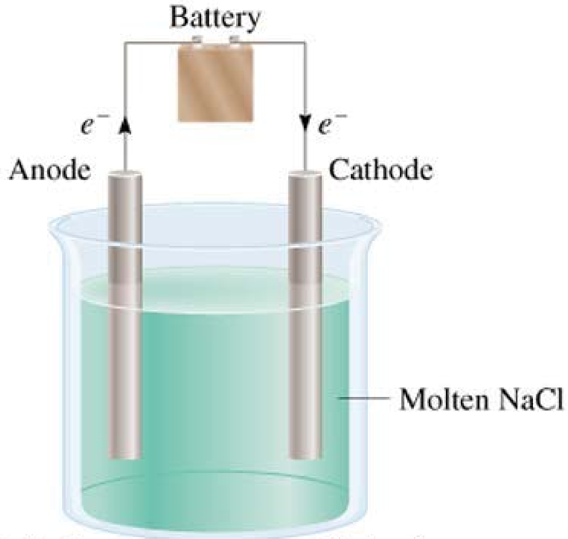


Cathodic Protection of an Iron Storage Tank



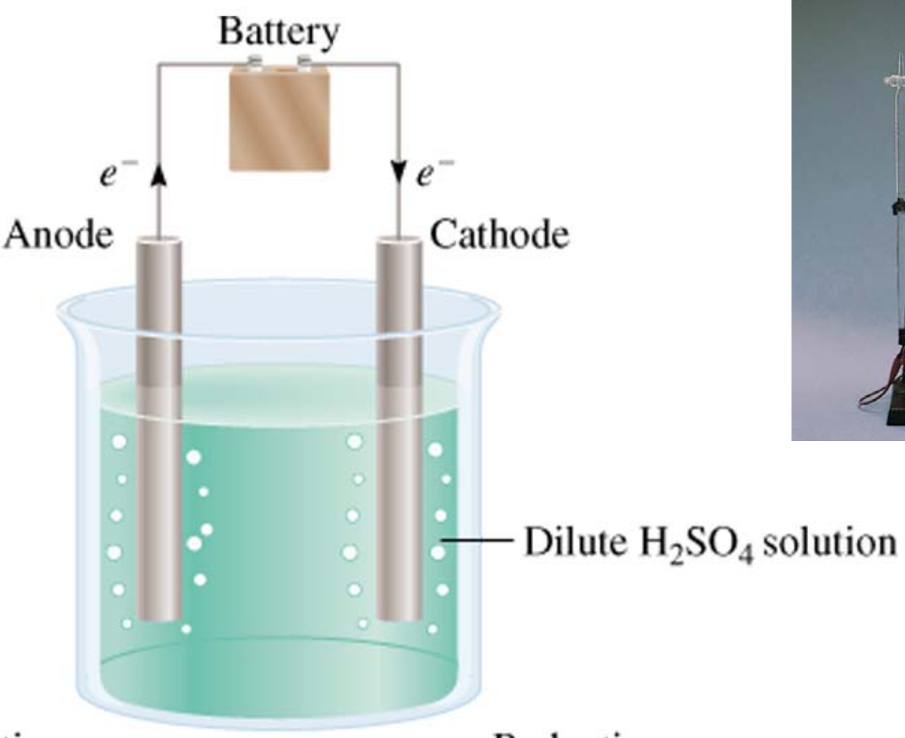
Electrolysis is the process in which electrical energy is used to cause a **nonspontaneous** chemical reaction to occur.





Oxidation	Reduction
$2Cl^- \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$	$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na(l)$

Electrolysis of Water



Oxidation	Reduction
$2H_2O(l) \longrightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$	$4H^+(aq) + 4e^- \longrightarrow 2H_2(g)$

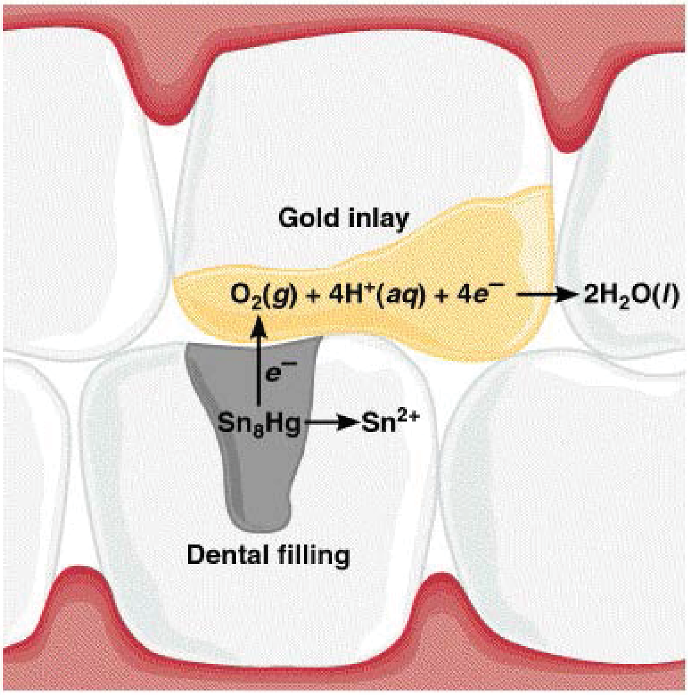
Chemistry In Action: Dental Filling Discomfort

Corrosion of a Dental Filling

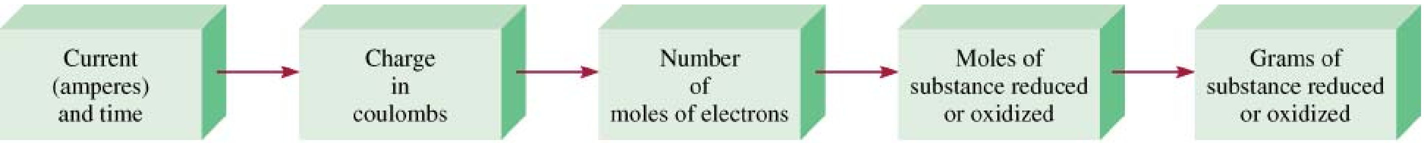
Hg_2^{2+}/Ag_2Hg_3 0.85 V

Sn^{2+}/Ag_3Sn -0.05 V

Sn^{2+}/Ag_3Sn -0.05 V



Electrolysis and Mass Changes



charge (Coulombs) = current (Amperes) x time (sec)

$$1 \text{ mole } e^- = 96{,}500 \text{ C} = 1 \text{ Faraday}$$

1 amp = 1 Coulomb / sec

How much Ca will be produced in an electrolytic cell of molten $CaCl_2$ if a current of 0.452 A is passed through the cell for 1.5 hours?

Anode: $2Cl^-(l) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

Cathode: $Ca^{2+}(l) + 2e^- \longrightarrow Ca(s)$

$$Ca^{2+}(l) + 2Cl^-(l) \longrightarrow Ca(s) + Cl_2(g)$$

2 mole e^- = 1 mole Ca

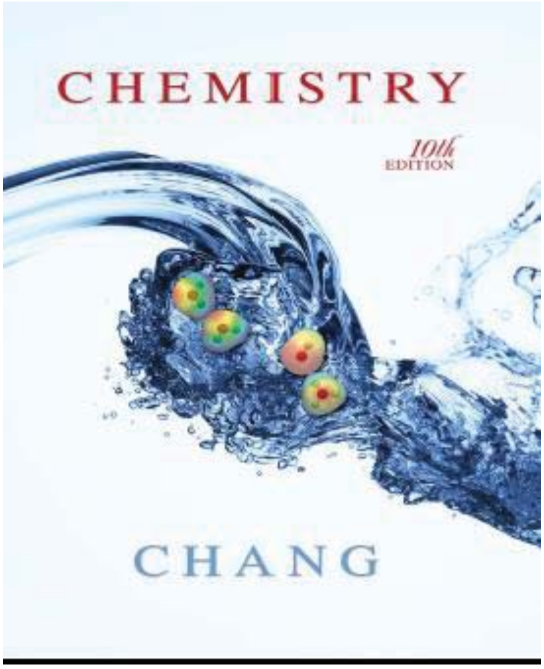
$$\text{mol Ca} = 0.452 \frac{\cancel{C}}{\cancel{s}} \times 1.5\ \cancel{hr} \times 3600 \frac{\cancel{s}}{\cancel{hr}} \times \frac{1\ \cancel{mol\ e^-}}{96{,}500\ \cancel{C}} \times \frac{1\ mol\ Ca}{2\ \cancel{mol\ e^-}}$$

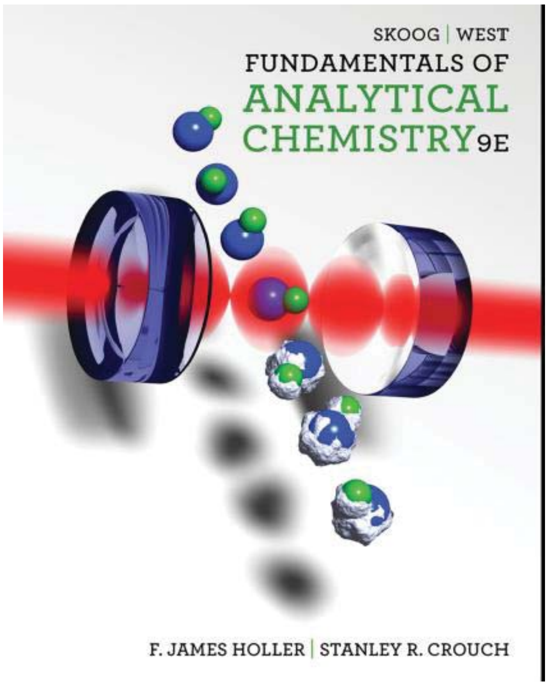
= 0.0126 mol Ca

= 0.50 g Ca

គីមីវិភាគ ភាគ១

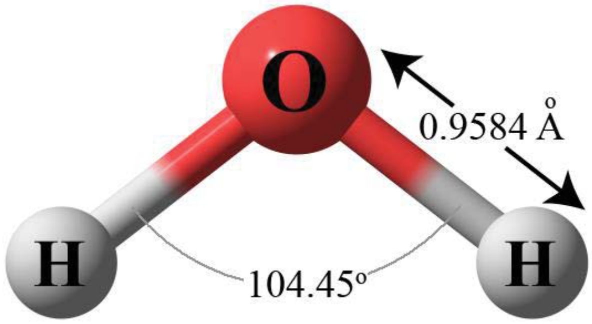
ANALYTICAL CHEMISTRY PART 1





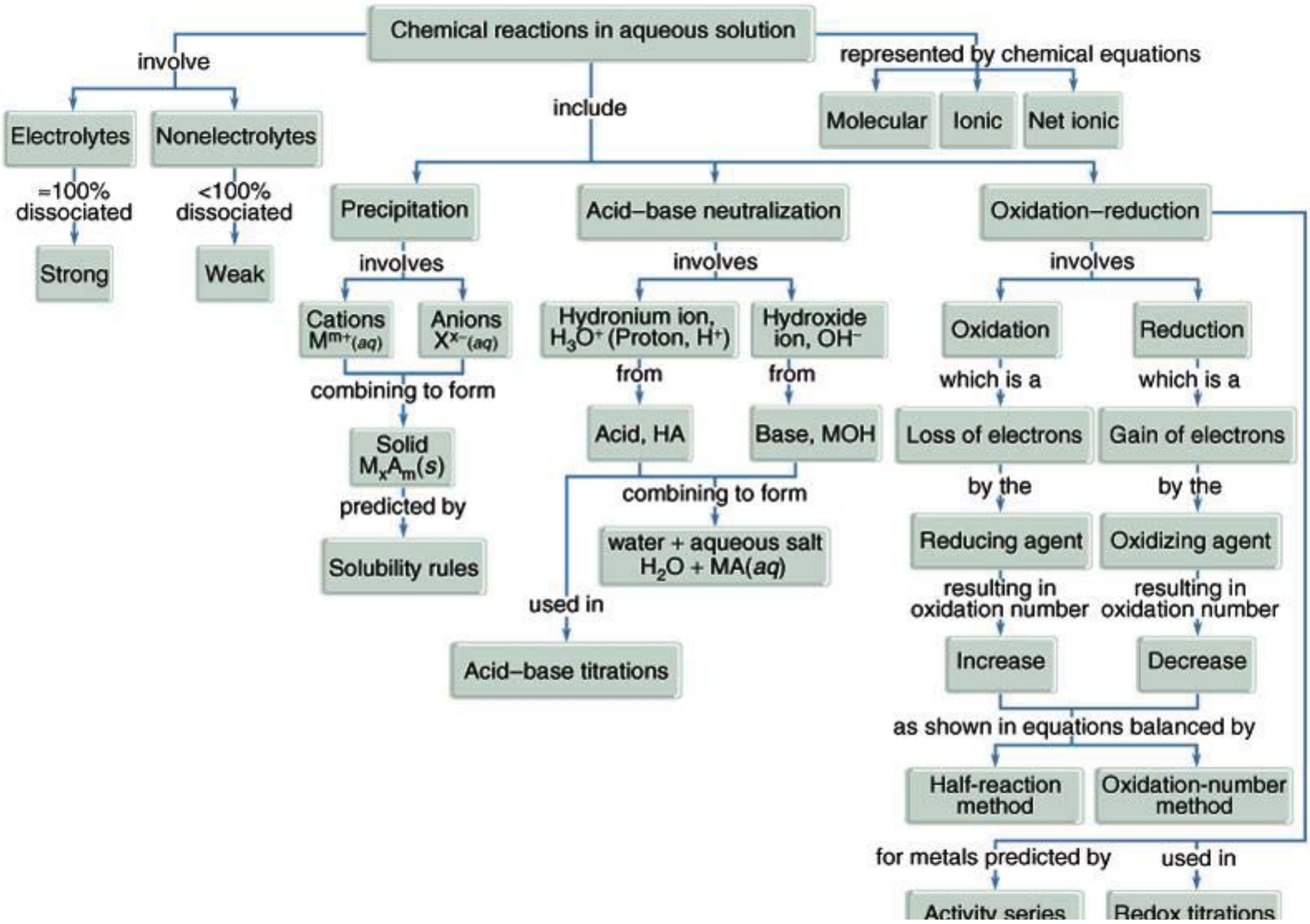
ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក

Reaction in Aqueous Solution

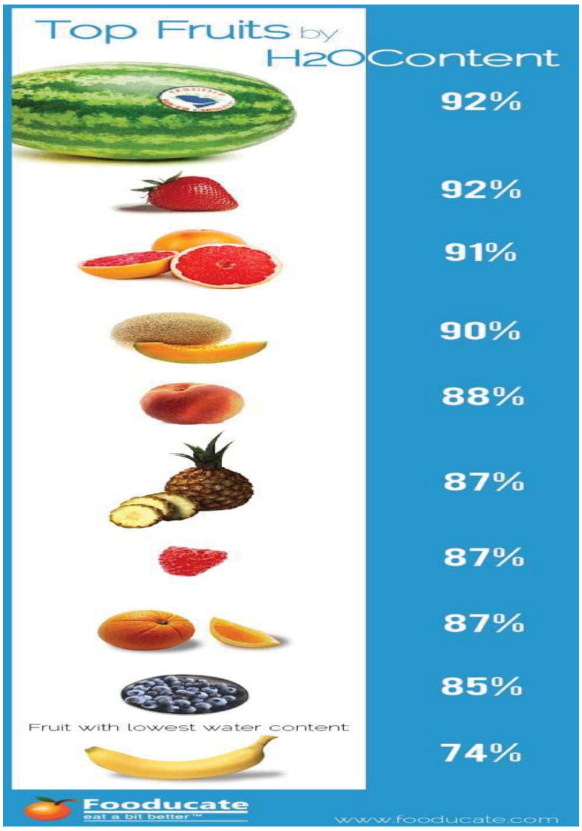


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Introduction to Reactions in Aqueous Solutions



ផ្លែឈើដែលសម្បូរណ៍ទឹក



តើអ្នកត្រូវការទឹកប៉ុន្មានលីត្រក្នុងមួយថ្ងៃសម្រាប់ការផឹក?

- ជាទូទៅចំពោះ:
- បុរសត្រូវការជាមធ្យម២ទៅ៣លីត្រ
- ស្ត្រីត្រូវការជាមធ្យមពី២ទៅ២.៥លីត្រ

ទឹកជាឱសថព្យាបាលជម្ងឺ

- Headaches, Body aches, Arthritis, Heart problems, Epilepsy, Obesity, Tuberculosis, Meningitis, Kidney diseases, Vomiting, Gastritis, Diabetes, Constipation, Uterine diseases, Ear and throat diseases
- A current trend in Japan today is drinking water immediately after getting out of bed.

The Method

- 1) When you wake up, before doing anything, drink four 6 ounce glasses of water, or 160 milliliters. (If for any reason you cannot drink this much water at one time, you may start with as much water as you can drink, then gradually increase the amount.)
  2) Brush your teeth and perform basic oral hygiene, then wait 45 minutes before eating or drinking anything.
  3) After the 45 minute waiting period you may eat and drink normally.
  4) Once a meal is completed, do not eat or drink anything for 2 hours.
- http://www.worthytoknow.com/using-water-medicine-drinking-water-empty-stomach#

ទឹកជាឱសថព្យាបាលជម្ងឺ

- ឈឺក្បាល, ឈឺខ្លួន, រលាកសន្លាក់, បញ្ហាបេះដូង, ជំងឺឆ្កួតជ្រូក, ធាត់, ជំងឺរបេង, រលាកស្រោមខួរ, ជំងឺតម្រងនោម, ក្អួត, រលាកក្រពះ, ទឹកនោមផ្អែម, ទល់លាមក, ជំងឺស្បូន, ជំងឺត្រចៀកនិងបំពង់ក។
- បច្ចុប្បន្ននៅក្នុងប្រទេសជប៉ុនសព្វថ្ងៃគឺការផឹកទឹកភ្លាមៗបន្ទាប់ពីក្រោកពីគេង។
- វិធីសាស្រ្ត
- ១) នៅពេលអ្នកភ្ញាក់ពីគេងមុនពេលធ្វើអ្វីមួយចូរផឹកទឹក ៤ កែវកន្លះឬ ១៦០ មីលីលីត្រ។ (ប្រសិនបើមានមូលហេតុណាមួយដែលអ្នកមិនអាចផឹកទឹកច្រើនក្នុងពេលតែមួយបានអ្នកអាចចាប់ផ្តើមជាមួយនឹងទឹកច្រើនដូចដែលអ្នកអាចផឹកបន្ទាប់មកបង្កើនបរិមាណបន្តិចម្តង ៗ ។
- ២) ដុសធ្មេញរបស់អ្នកនិងអនុវត្តអនាម័យតាមមាត់បន្ទាប់មករង់ចាំ ៤៥ នាទីមុន បរិភោគឬផឹកអ្វីទាំងអស់។
- ៣) បន្ទាប់ពីរយៈពេលរង់ចាំ ៤៥ នាទីអ្នកអាចញ៉ាំនិងផឹកធម្មតាបាន។
- ៤) ពេលអាហារចប់សូមកុំបរិភោគឬផឹកអ្វីរយៈពេល ២ ម៉ោង។
- http://www.worthytoknow.com/using-water-medicine-

សូលុយស្យុង៖ជាល្បាយស្មើសាច់នៃសារធាតុពីរឬច្រើន។

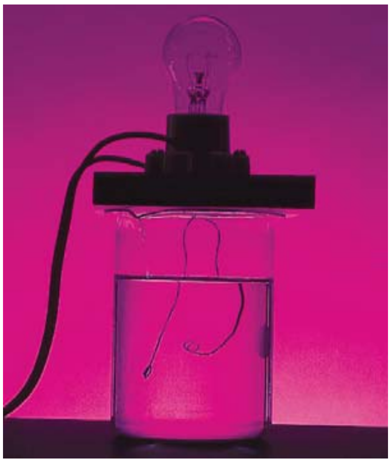
ធាតុរលាយ: ជាសារធាតុដែលមានវត្ថុមានក្នុងបរិមាណតិច ។

ធាតុរំលាយ: ជាសារធាតុដែលមានវត្ថុមានក្នុងបរិមាណច្រើន ។

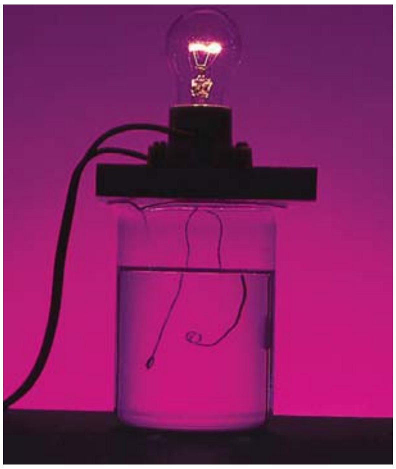
សូលុយស្យុង	ធាតុរំលាយ	ធាតុរលាយ
ភេសជ្ជៈ	H_2O	ស្ករ, CO_2
ខ្យល់ (g)	N_2	O_2, Ar, CH_4
សំលោហៈ(Soft Solder)	Pb	Sn

អេឡិចត្រូលីត៖ ជាសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹក(ទឹកបិត)ឲ្យជាអ៊ីយ៉ុងនិងអាចចម្លងចរន្តអគ្គីសនី។

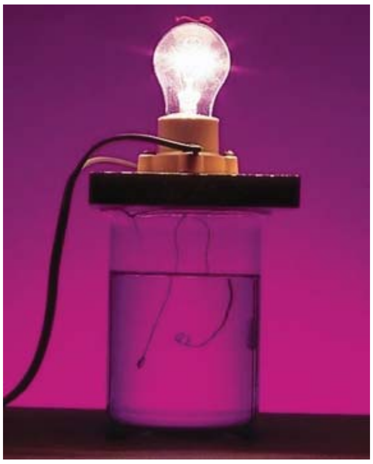
មិនអេឡិចត្រូលីត៖ជាសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹក(ទឹកបិត)មិនឲ្យជាអ៊ីយ៉ុងនិងមិនអាចចម្លងចរន្តអគ្គីសនី។



មិនអេឡិចត្រូលីត



អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ



អេឡិចត្រូលីតខ្លាំង

អ្វីជាការចម្លងអគ្គិសនីក្នុងសូលុយស្យុង?

កាចុង (+) និងអាញ៉ុង (-)

អេឡិចត្រូលីតខ្លាំងបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងស្ទើរតែសព្វ (~100%)

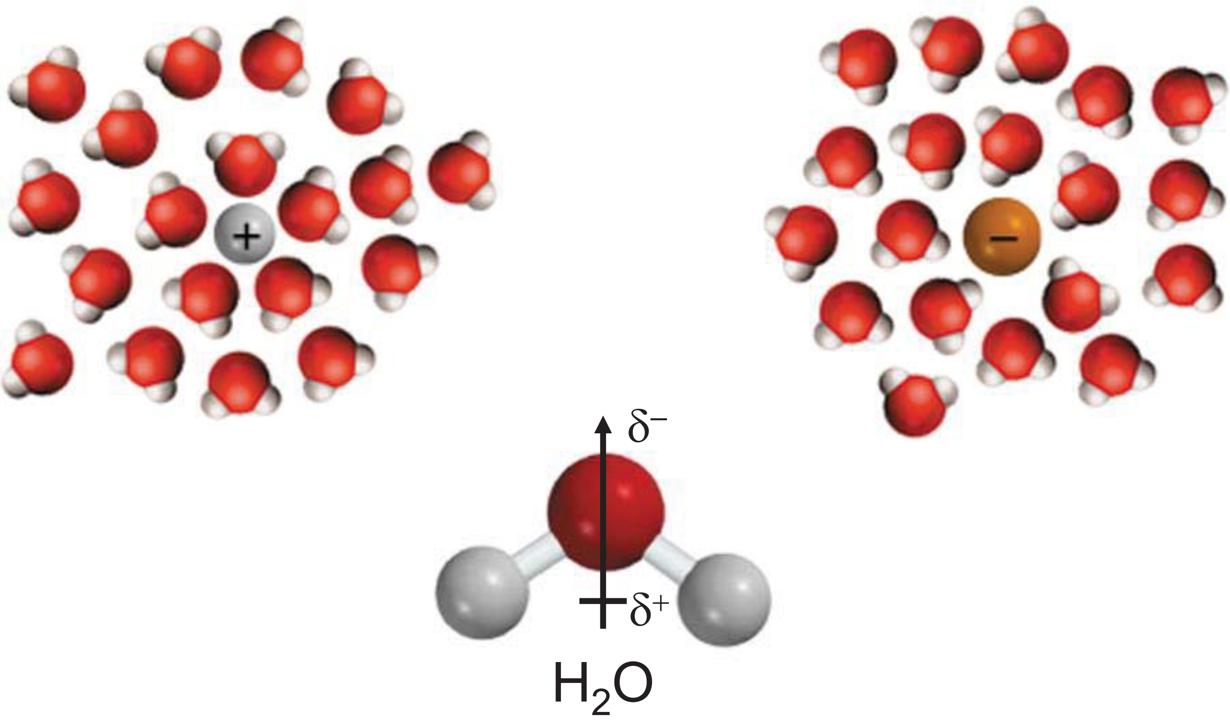
$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

អេឡិចត្រូលីតខ្សោយបំបែកជាអ៊ីយ៉ុងតិចតួច(តិចជាង10%)

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^{-}_{(aq)} + H^{+}_{(aq)}$$

4.1

អ៊ីដ្រាតកម្ម: ជាលំនាំដែលអ៊ីយ៉ុងពទ្ធ័ជុំវិញដោយម៉ូលេគុលទឹកហើយបាន តម្រៀបដោយមានលំដាប់លំដោយ ។



មិនអេឡិចត្រូលិតមិនចម្លងអគ្គិសនិ

cations (+) and anions (-) in solution

$$C_6H_{12}O_6\ (s) \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6\ (aq)$$

អេឡិចត្រូលីតខ្លាំង	អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ	មិនអេឡិចត្រូលីត
HCl	CH_3COOH	$(NH_2)_2CO$
HNO_3	HF	CH_3OH
$HClO_4$	HNO_2	C_2H_5OH
$NaOH$	H_2O	$C_{12}H_{22}O_{11}$
សមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង		

ប្រតិកម្មង្កើតកករ

កករៈជាអង្គធាតុរឹងមិនរលាយដែលអាចញែកចេញពីសូលុយស្យុងបាន។

PbI₂

កករ

$$Pb(NO_3)_2\ (aq) + 2NaI\ (aq) \longrightarrow PbI_2\ (s) + 2NaNO_3\ (aq)$$

សមីការម៉ូលេគុល

$$Pb^{2+} + \cancel{2NO_3^-} + \cancel{2Na^+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2\ (s) + \cancel{2Na^+} + \cancel{2NO_3^-}$$

សមីការអ៊ីយ៉ុង

$$Pb^{2+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2\ (s)$$

សមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល

Na^+ និង NO_3^- ជាអ៊ីយ៉ុងទស្សនិក (***spectator***)

ការសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុងសម្រួល

1. សរសេរសមីការម៉ូលេគុលលំនឹង
2. សរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុងបង្ហាញពីអេឡិចត្រូលីតខ្លាំង
3. កំណត់កករពីវិធានកម្រិតរលាយ
4. លប់ចោលអ៊ីយ៉ុងទស្សនិកនៅអង្គទាំងពីរនៃសមីការអ៊ីយ៉ុង

សរសេរសមីការសម្រួលសម្រាប់ប្រតិកម្មនៃប្រាក់នីត្រាត ជាមួយសូដ្យូមក្លរួ

$$AgNO_3\ (aq) + NaCl\ (aq) \longrightarrow AgCl\ (s) + NaNO_3\ (aq)$$

$$Ag^+ + \cancel{NO_3^-} + \cancel{Na^+} + Cl^- \longrightarrow AgCl\ (s) + \cancel{Na^+} + \cancel{NO_3^-}$$

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

វិធានកម្រិតរលាយសម្រាប់សមាសធាតុអ៊ីយ៉ុងក្នុងទឹកនៅ 25^0C

សមាសធាតុរលាយ	ការលើកលែង
សមាសធាតុដែលផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងលោហៈអាល់កាឡាំងនិង NH_4^+	
NO_3^-, HCO_3^-, ClO_3^-	
Cl^-, Br^-, I^-	Halides of Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+}
SO_4^{2-}	Sulfates of Ag^+, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}
សមាសធាតុមិនរលាយ	**ការលើកលែង**
CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, CrO_4^{2-}, S^{2-}	សមាសធាតុដែលផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងលោហៈអាល់កាឡាំងនិង NH_4^+
OH^-	សមាសធាតុដែលផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងលោហៈអាល់កាឡាំងនិង Ba^{2+}

Solubility of Chemical Substances

Elements: mostly ***insoluble*** solids, liquids & gases.

Covalent Compounds: mostly ***insoluble*** gases, except O & N containing organic (C) liquids (polar: acids, bases, alcohols, etc.)

Ionic Compounds:

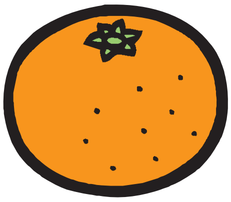
Ionic Compounds: many are soluble.

SOLUBILITY RULES: for Ionic Compounds (Salts)

1. All salts of **alkali metals (IA)** are ***soluble***.
2. All NH_4^+ salts are ***soluble***.
3. All salts containing the anions: NO_3^-, ClO_3^-, ClO_4^-, ($C_2H_3O_2^-$) are ***soluble***.
4. All Cl^-, Br^-, and I^- are ***soluble*** except for Hg_2^{2+}, Ag^+, and Pb^{2+} salts.
5. All SO_4^{2-} are ***soluble*** except for Pb^{2+}, Ba^{2+}, and Sr^{2+}.

---

6. All O^{2-} are ***insoluble*** except for IA metals Ca^{2+}, Ba^{2+}, and Sr^{2+} salts.
   {Soluble metal oxides form hydroxides: $CaO \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$}
7. All OH^- are ***insoluble*** except for IA metals, NH_4^+ & slightly soluble Ca^{2+} Ba^{2+} & Sr^{2+}
8. All salts containing the anions: CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, AsO_4^{3-}, S^{2-} and SO_3^{2-} are ***insoluble*** except fro IA metals and NH_4^+ salts.
9. For **salts** containing the anions **not mentioned** above (e.g., CrO_4^{2-}, $Cr_2O_7^{2-}$, P^{3-}, $C_2O_4^{2-}$ etc.) assume that they are ***insoluble*** except for IA metals and NH_4^+ salts, unless, otherwise informed.



អាស៊ីត

$C_3H_5O(COOH)_3$
citric acid

រសជាតិជូរ　　ទឹកខ្មេះរសជាតិជូរ　　ផ្លែក្រូចឆ្មារផ្ទុកស៊ីតស៊ីទ្រិច

ប្រតិកម្មជាមួយលោហៈបំភាយឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន

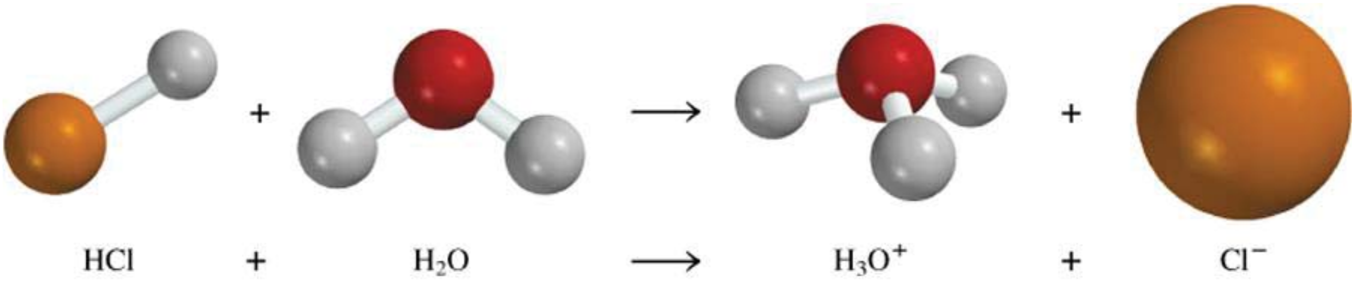
ប្រតិកម្មជាមួយកាបូណាតនិងប៊ីកាបូណាតបំភាយកាបូនឌីអុកស៊ីត

បាស

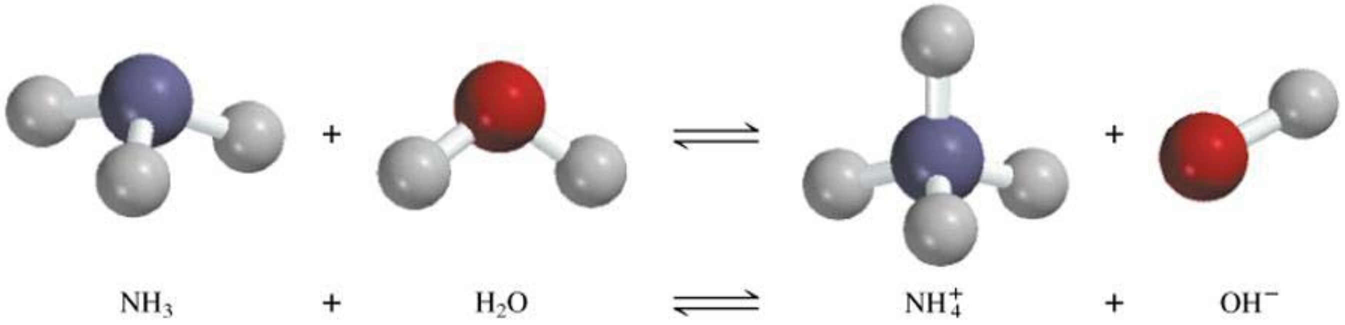
រសជាតិចត់

ប៉ះរអិលសាប៊ូភាគច្រើនជាបាស

អាស៊ីតArrhenius ជាសារធាតុដែលផលិត H^+ (H_3O^+) ក្នុងទឹក

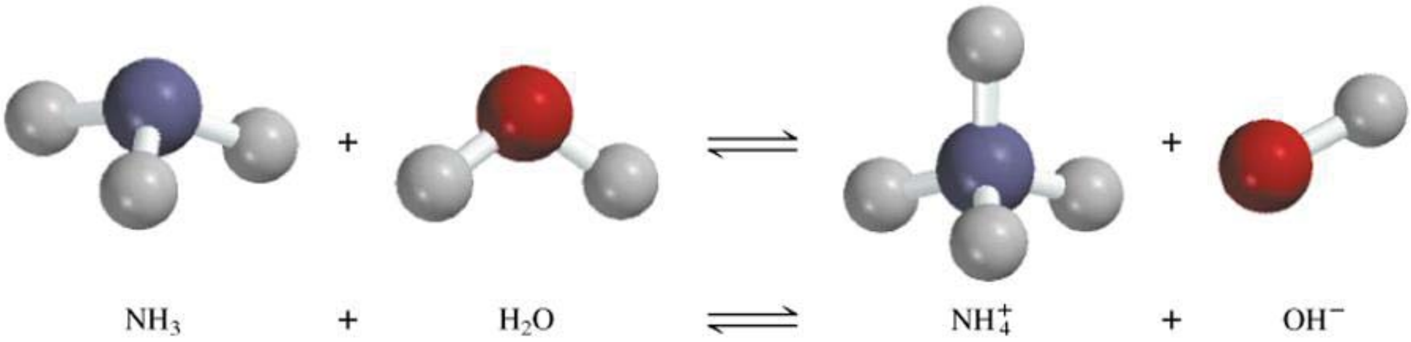


បាសArrhenius ជាសារធាតុដែលផលិត OH^- ក្នុងទឹក



អាស៊ីត Brønsted គឺជាអ្នកឲ្យប្រូតុង

បាសBrønsted គឺជាអ្នកទទួលប្រូតុង



base acid acid base

អាស៊ីតម៉ូណូប្រូតុង

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$ អេឡិចត្រូលីតខ្លាំង, អាស៊ីតខ្លាំង

$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$ អេឡិចត្រូលីតខ្លាំង, អាស៊ីតខ្លាំង

$CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$ អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ, អាស៊ីតខ្សោយ

អាស៊ីតឌីប្រូតុង

$H_2SO_4 \longrightarrow H^+ + HSO_4^-$ អេឡិចត្រូលីតខ្លាំង, អាស៊ីតខ្លាំង

$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$ អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ, អាស៊ីតខ្សោយ

អាស៊ីតទ្រីប្រូតុង

$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ, អាស៊ីតខ្សោយ

$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$ អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ, អាស៊ីតខ្សោយ

$HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$ អេឡិចត្រូលីតខ្សោយ, អាស៊ីតខ្សោយ

ប្រតិកម្មបន្សាប

អាស៊ីត + បាស $\longrightarrow$ អំបិល + ទឹក

$$HCl\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow NaCl\,(aq) + H_2O$$

$$H^+ + \cancel{Cl^-} + \cancel{Na^+} + OH^- \longrightarrow \cancel{Na^+} + \cancel{Cl^-} + H_2O$$

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

ប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

(ប្រតិកម្មបន្ទេរអេឡិចត្រុង)

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

$2Mg \longrightarrow 2Mg^{2+} + 4e^-$ ពាក់កណ្ដាលប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម (ខាត e^-)

$O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$ ពាក់កណ្ដាលប្រតិកម្មរេដុកម្ម (ចំណេញe^-)

$$2Mg + O_2 + \cancel{4e^-} \longrightarrow 2Mg^{2+} + 2O^{2-} + \cancel{4e^-}$$

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

ប្រតិកម្មបន្ទេរអេឡិចត្រុង

- ប្រតិកម្មបន្ទេរអេឡិចត្រុងជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម ឬប្រតិកម្មរេដុក
- ប្រើក្នុងការបង្កើតចរន្តអគ្គិសនី
- ដូច្នេះមុខវិជ្ជាគីមីនេះហៅអេឡិចត្រូគីមី

ELECTROCHEMISTRY

ដំណើរការគីមីជាប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្មដែល៖

ថាមពលបានបញ្ចេញដោយប្រតិកម្មកើតឡើងឯកឯងបានបំលែងជាអគ្គិសនី ឬថាមពលអគ្គិសនី។

$$2\overset{0}{\mathrm{Mg}}\,(s) + \overset{0}{\mathrm{O}}_2\,(g) \longrightarrow 2\overset{2+}{\mathrm{Mg}}\overset{2-}{\mathrm{O}}\,(s)$$

$2Mg \longrightarrow 2Mg^{2+} + 4e^-$ • ពាក់កណ្ដាលប្រតិកម្មអុកស៊ីតកម្ម (បាត់ e-)

$O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$ • ពាក់កណ្ដាលប្រតិកម្មរេដុកម្ម (ចំណេញ e-)

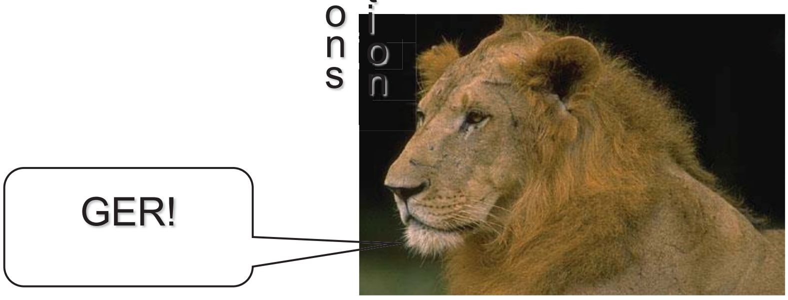
ពាក់កណ្ដាលប្រតិកម្មរេដុក

- អុកស៊ីតកម្ម—បាត់អេឡិចត្រុងដោយប្រភេទគីមី;កំណើនចំនួនអុកស៊ីតកម្ម; អុកស៊ីសែនកើន
- រេដុកម្ម—ចំណេញអេឡិចត្រុង; ថយចុះចំនួនអុកស៊ីតកម្ម;អុកស៊ីសែនថយចុះ
- ភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម—អ្នកទទួលអេឡិចត្រុង;ប្រភេទដែលរងរេដុកម្ម
- ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម—អ្នកឲអេឡិចត្រុង;ប្រភេទដែលរងអុកស៊ីតកម្ម

- រេដុកម្ម (ចំណេញអេឡិចត្រុង)មិនអាចកើតមានបើគ្មានអុកស៊ីតកម្មផ្តល់អេឡិចត្រុង។
- អ្នកមិនអាចមានអុកស៊ីតកម្មពីរឬរេដុកម្មពីរក្នុងសមីការតែមួយ។

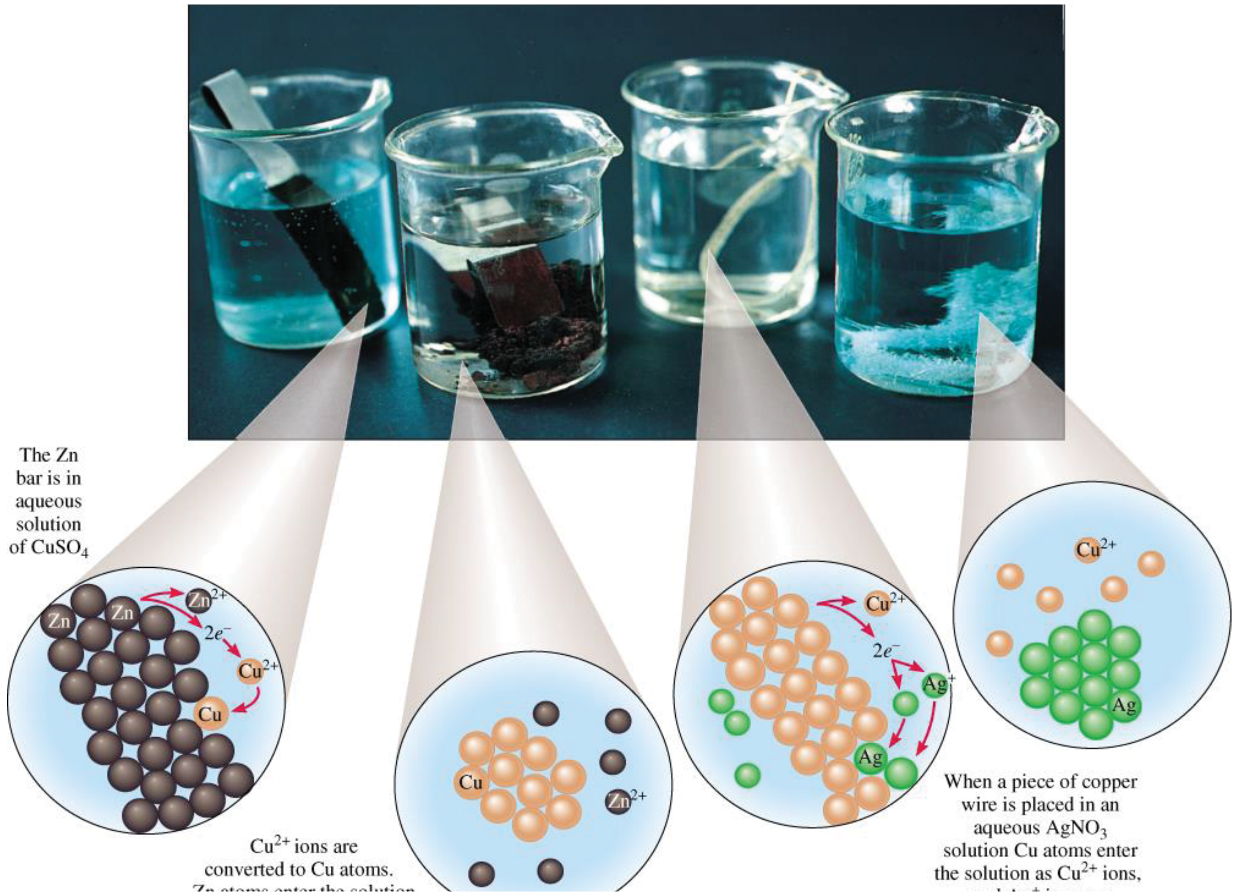
LEO the lion says GER!

- LEO: **L**ose, **E**lectrons, **O**xidation
- GER: **G**ain, **E**lectrons, **R**eduction



វិធីផ្សេងទៀតដើម្បីចងចាំ
(Another way to remember)

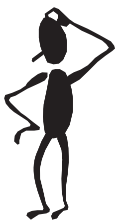
- **OIL RIG**
  - **O**xidation **I**s **L**ose
  - **R**eduction **I**s **G**ain



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

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

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



សរសេរទង់ដែងប្រតិកម្មជាមួយប្រាក់នីត្រាតឲលោហៈប្រាក់
អ្វីជាភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្មក្នុងប្រកម្មនេះ?

$$Cu\ (s) + 2AgNO_3\ (aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2\ (aq) + 2Ag\ (s)$$

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

$Ag^+ + 1e^- \longrightarrow Ag$ Ag^+ រងរេដុកម្ម Ag^+ ជាភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម

ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម

បន្ទុកអាតូមមានក្នុងម៉ូលេគុល (ឬសមាសធាតុអ៊ីយ៉ុង) អេឡិចត្រុងបានផ្ទេរទាំងស្រុង។

1. ធាតុសេរី (ភាពមិនចូលផ្សំ) មានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើសូន្យ។

$Na, Be, K, Pb, H_2, O_2, P_4 = 0$

2. អ៊ីយ៉ុងម៉ូណូអាតូមមានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើទៅនិងបន្ទុកលើអ៊ីយ៉ុង។

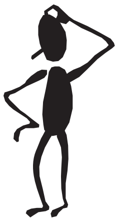
Li^+, Li = +1; Fe^{3+}, Fe = +3; O^{2-}, O = -2

3. ជាទូទៅអ៊ីដ្រូសែនមានចំនួនអុកស៊ីតកម្មស្មើ –2។ក្នុង H_2O_2 និង O_2^{2-} គឺស្មើ –1។

4. ចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អ៊ីដ្រូសែនគឺ +1លើកលែងកាលណាវាចងសម្ព័ន្ធជាមួយលោហៈក្នុសមាសធាតុទ្វេធាតុ។ក្នុងករណីទាំនេះចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់វាគឺ –1។

5. លោហៈក្រុម IA គឺ +1លោហៈក្រុម IIA គឺ +2 និងភ្លុយអរូគឺ –1.

6. ផលបូកចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអាតូមទាំងឡាយក្នុងម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងគឺស្មើទៅនិងបន្ទុកលើម៉ូលេគុលឬអ៊ីយ៉ុងនោះ។



រកចំនួនអុកស៊ីតកម្មធាតុទាំងឡាយក្នុង HCO_3^- ?

HCO_3^-

O = -2   H = +1

3x(-2) + 1 + ? = -1

C = +4

រកចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃធាតុដូចតទៅ ?

IF_7

F = -1

7x(-1) + ? = 0

I = +7

$NaIO_3$

Na = +1 O = -2

3x(-2) + 1 + ? = 0

I = +5

$K_2Cr_2O_7$

O = -2 K = +1

7x(-2) + 2x(+1) + 2x(?) = 0

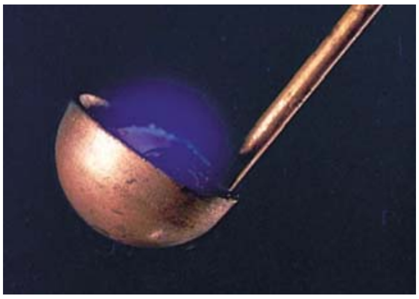
Cr = +6

ប្រភេទប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

ប្រតិកម្មបន្សំ

$$A + B \longrightarrow C$$

$$\overset{0}{S} + \overset{0}{O_2} \longrightarrow \overset{+4}{S}\overset{-2}{O_2}$$



ប្រតិកម្មបំបែក

$$C \longrightarrow A + B$$

$$2\overset{+1}{K}\overset{+5}{Cl}\overset{-2}{O_3} \longrightarrow 2\overset{+1}{K}\overset{-1}{Cl} + 3\overset{0}{O_2}$$

ប្រភេទប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

ប្រតិកម្មជំនួស

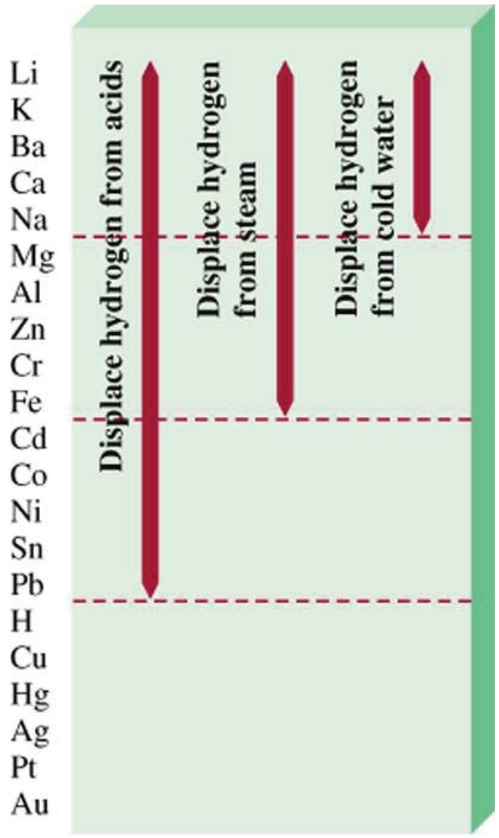
$$A + BC \longrightarrow AC + B$$

$$\overset{0}{Sr} + 2\overset{+1}{H_2}O \longrightarrow \overset{+2}{Sr}(OH)_2 + \overset{0}{H_2}$$ ជំនួសអ៊ីដ្រូសែន

$$\overset{+4}{Ti}Cl_4 + 2\overset{0}{Mg} \longrightarrow \overset{0}{Ti} + 2\overset{+2}{Mg}Cl_2$$ ជំនួសលោហៈ

$$\overset{0}{Cl_2} + 2K\overset{-1}{Br} \longrightarrow 2K\overset{-1}{Cl} + \overset{0}{Br_2}$$ ជំនួសអាឡូសែន

សេរីសកម្មភាពនៃលោហៈ(The Activity Series for Metals)



ប្រតិកម្មជំនួស

$$M + BC \longrightarrow MC + B$$

M ជាលោហៈ

BC ជាអាស៊ីតឬទឹក B ជា H_2

$$Ca + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$$

~~$Pb + 2H_2O \longrightarrow Pb(OH)_2 + H_2$~~ (crossed out)

ប្រភេទប្រតិកម្មអុកស៊ីដូរេដុកម្ម

ប្រភេទប្រតិកម្មឌីស្មូតកម្ម

ធាតុរងអុកស៊ីតកម្មនិងរេដុកម្មបន្តបន្ទាប់

$$\overset{0}{Cl_2} + 2OH^- \longrightarrow \overset{+1}{ClO^-} + \overset{-1}{Cl^-} + H_2O$$

Chlorine Chemistry

ចំណាត់ថ្នាក់ប្រតិកម្មដូចតទៅ

$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow CaCO_3$ កករ

$NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$ អាស៊ីតបាស

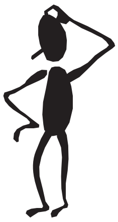
$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$ រេដុក (ជំនួសH_2)

$Ca + F_2 \longrightarrow CaF_2$ រេដុក (បន្សំ)

ស្ទើត្យូមេទ្រីសូលុយស្យុង

កំហាប់សូលុយស្យុងជាវត្ថុមានបរិមាណអង្គធាតុរលាយក្នុងបរិមាណអង្គធាតុរំលាយឬសូលុយស្យុងបានឲ។

$$M = \text{ម៉ូឡារីតេ} = \frac{\text{ចំនួនម៉ូលអង្គធាតុរលាយ}}{\text{មាឌសូលុយស្យុងជាលីត}}$$



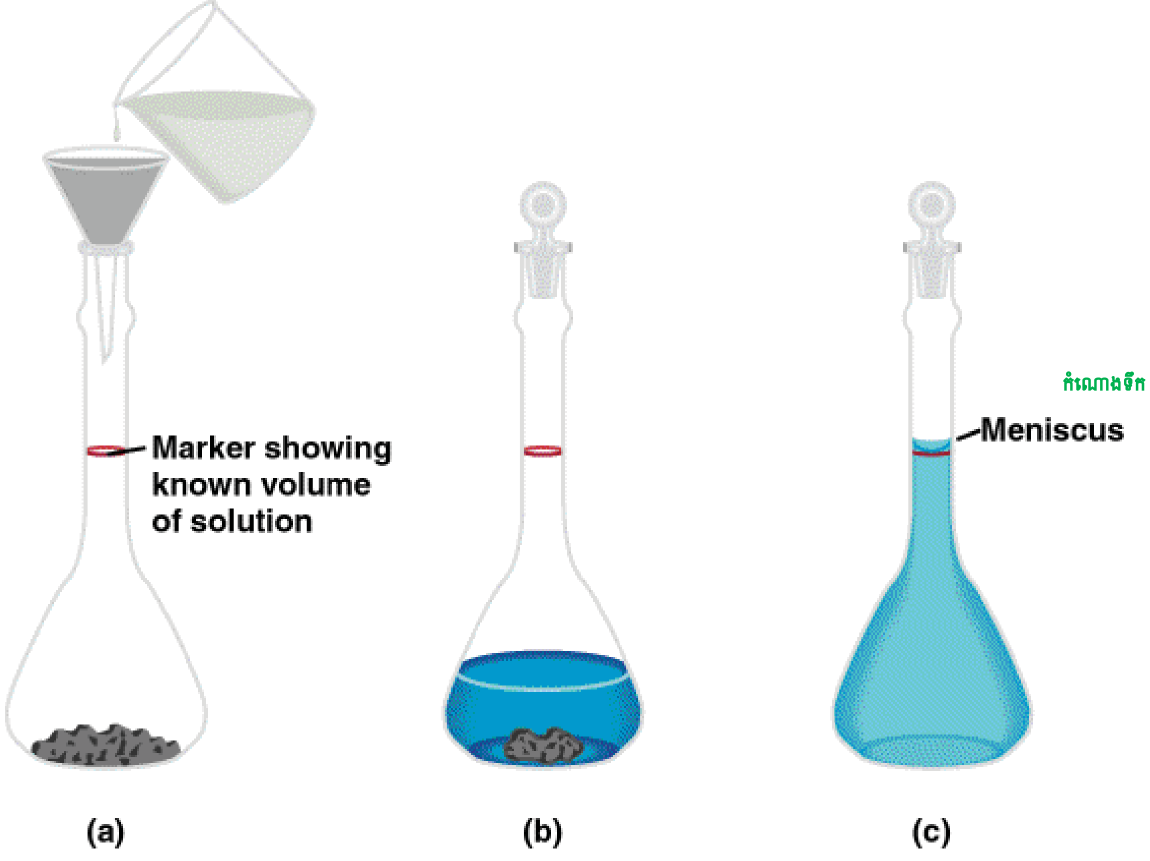
គណនាម៉ាស KIត្រូវការដើម្បីទង្វើសូលុយស្យុង 500mL ដែលមានកំហាប់ 2.80 M ?

មាឌ KI $\xrightarrow{M \text{ KI}}$ ម៉ូល KI $\xrightarrow{\mathcal{M} \text{ KI}}$ ម៉ាស KI

$$500.\ \cancel{\text{mL}} \times \frac{1\ \cancel{\text{L}}}{1000\ \cancel{\text{mL}}} \times \frac{2.80\ \cancel{\text{mol}}\ \text{KI}}{1\ \cancel{\text{L}}\ \text{soln}} \times \frac{166\ \text{g KI}}{1\ \cancel{\text{mol}}\ \text{KI}} = 232\ \text{g KI}$$

ការរៀបចំសូលុយស្យុងកំហាប់ម៉ូឡារីតេបានស្គាល់

Preparing a Solution of Known Molarity



ការពង្រាវ: ជាដំណើរការសម្រាប់ការរៀបចំសូលុយស្យុងកំហាប់កាន់តែតូច។

ចំនួនម៉ូលរបស់អង្គធាតុរលាយ មុនពង្រាយ = ចំនួនម៉ូលរបស់ធាតុរលាយ ក្រោយពង្រាវ

$$M_iV_i = M_fV_f$$

តើអ្នករៀបចំដូចម្តេចដើម្បីទទួលបាន 60.0 mL កំហាប់ 0.2 M នៃ HNO_3 ពីស្តុកសូលុយស្យុងកំហាប់ 4.00 M ?

$$M_iV_i = M_fV_f$$

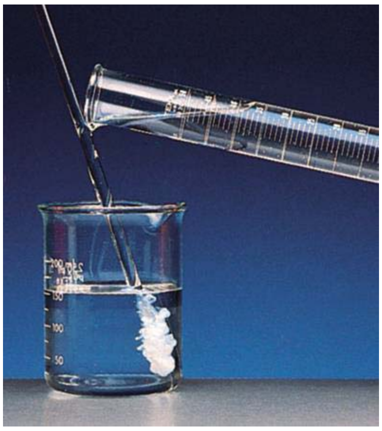
$M_i = 4.00$ $\quad M_f = 0.200$ $\quad V_f = 0.06$ L $\quad V_i = ?$ L

$$V_i = \frac{M_fV_f}{M_i} = \frac{0.200 \times 0.06}{4.00} = 0.003 \text{ L} = 3 \text{ mL}$$

3 mL អាស៊ីត + 57 mL ទឹក = 60 mL សូលុយស្យុង

វិភាគការបង្កើតកករ

1. រំលាយសារធាតុមិនស្គាល់ក្នុងទឹក
2. ប្រតិកម្មសារធាតុមិនស្គាល់ជាមួយសារធាតុដែលស្គាល់ឲកករ
3. ច្រោះនិងសម្ងួតកករ
4. ថ្លឹងកករ
5. ប្រើរូបមន្តគីមីនិងម៉ាសកករដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃអ៊ីយ៉ុងមិនស្គាល់។

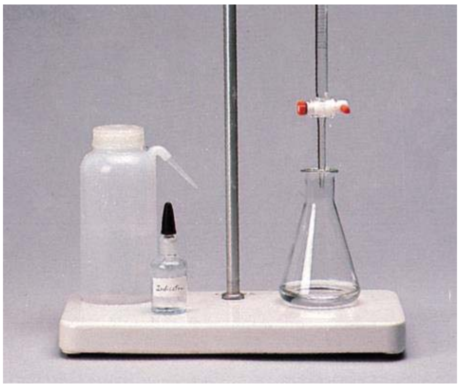


អត្រាកម្ម

ក្នុងអត្រាកម្មសូលុយស្យុងមានស្គាល់មានកំហាប់ជាក់លាក់គឺបាន បន្ថែមបន្តិចម្តងៗទៅលើសូលុយស្យុងមួយទៀតកំហាប់មិនស្គាល់ រហូតដល់ប្រតិកម្មគីមីរវាងសូលុយស្យុងទាំងពីរសព្វ។

ចំណុចសមមូល – ជាចំណុចដែលប្រតិកម្មសព្វ

អង្គធាតុចង្អុលពណ៌ –ជាសារធាតុដែលប្រែពណ៌នៅឯ (ឬជិត) ចំណុចសមមូល



បន្ថែមបាសយឺតៗ
រហូតដល់អាស៊ីត
មិនស្គាល់
រហូតដល់

អង្គធាតុចង្អុល
ពណ៌ប្រែពណ៌

ចូររកមាឌនៃសូលុយស្យុង NaOH កំហាប់1.420 *M* គឺត្រូវការសម្រាប់ 25.00 mL សូលុយស្យុង H_2SO_4 កំហាប់4.50 *M*?

សរសេរសមីការគីមី

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2H_2O + Na_2SO_4$$

មាឌអាស៊ីត $\xrightarrow[\text{acid}]{M}$ **ម៉ូលអាស៊ីត** $\xrightarrow[\text{coef.}]{\text{rx}}$ **ម៉ូលបាស** $\xrightarrow[\text{base}]{M}$ **មាឌបាស**

$$25.00\ \cancel{\text{mL}} \times \frac{4.50\ \cancel{\text{mol } H_2SO_4}}{1000\ \cancel{\text{mL soln}}} \times \frac{2\ \cancel{\text{mol NaOH}}}{1\ \cancel{\text{mol } H_2SO_4}} \times \frac{1000\ \text{ml soln}}{1.420\ \cancel{\text{mol NaOH}}} = 158\ \text{mL}$$

គីមីអនុវត្តន៍

ការធ្វើតេស្តរកវត្តមានអាល់កុលមានក្នុងឈាម

អុកស៊ីតកម្មអេតាណុលដោយប៉ូតាស្យូមឌីក្រូម៉ាតក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីត

$$3CH_3CH_3OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4\ 3CH_3COOH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

ឧបករណ៍តេស្តរកជាតិអាល់កុលក្នុងឈាម

លំហាត់

ចូរសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុង និងអ៊ីយ៉ុងសំរួលសំរាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a) $2AgNO_{3\,(aq)} + Na_2SO_{4\,(aq)} \longrightarrow$

(b) $BaCl_{2\,(aq)} + ZnSO_{4\,(aq)} \longrightarrow$

(c) $(NH_4)_2CO_{3\,(aq)} + CaCl_{2\,(aq)} \longrightarrow$

ចូរសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុង និងអ៊ីយ៉ុងសំរួលសំរាប់ប្រតិកម្មខាងក្រោម៖

(a) $Na_2S_{(aq)} + ZnCl_{2\,(aq)} \longrightarrow$

(b) $2K_3PO_{4\,(aq)} + 3Sr(NO_3)_{2\,(aq)} \longrightarrow$

(c) $Mg(NO_3)_{2\,(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow$

តើដំណើរការខាងក្រោមណាខ្លះនឹងប្រហែលជាលទ្ធផលប្រតិកម្មបង្កើតកករ?

(a) ការលាយសូលុយស្យុង $NaNO_3$ ជាមួយសូលុយស្យុង $CuSO_4$ ។

(b) ការលាយសូលុយស្យុង $BaCl_2$ ជាមួយសូលុយស្យុង K_2SO_4 ។

ចូរសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលសំរាប់ប្រតិកម្មបង្កើតកករ ។

លំហាត់

26. ចូរកំណត់អត្តសញ្ញាណកម្មសមាសធាតុខាងក្រោមជាអាស៊ីត រឺបាសខ្សោយ រឺខ្លាំង៖ (a) NH_3 (b) H_3PO_4 (c) LiOH (d) HCOOH (អាស៊ីតផមិច) (e) H_2SO_4 (f) HF (g) $Ba(OH)_2$ ។

30. ចូរថ្លឹងសមីការខាងក្រោម និងសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុង និងអ៊ីយ៉ុងសំរួលដែលត្រូវគ្នា (ប្រសិនបើសមស្រប)៖

(a) $CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow$

(b) $H_2CO_{3\,(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow$

(c) $HNO_{3\,(aq)} + Ba(OH)_{2\,(aq)} \rightarrow$

លំហាត់

39. ចំពោះប្រតិកម្មរេដុកសព្វដែលបានផ្តល់អោយខាងក្រោម៖ (i) ចូរបំបែកប្រតិកម្មនិមួយៗទៅជាពាក់កណ្តាលប្រតិកម្មរបស់វា (ii) កំណត់អត្តសញ្ញាណកម្មភ្នាក់ងារអុកស៊ីតកម្ម (iii) ភ្នាក់ងាររេដុកម្ម ៖

(a) $2Sr + O_2 \longrightarrow 2SrO$
(b) $2Li + H_2 \longrightarrow 2LiH$
(c) $2Cs + Br_2 \longrightarrow 2CsBr$
(d) $3Mg + N_2 \longrightarrow Mg_3N_2$

41. រៀបលំដាប់ប្រភេទគីមីខាងក្រោមទៅតាមការកើនឡើងនៃចំនួនអុកស៊ីតកម្មរបស់អាតូមស្ពាន់ធ័រ ៖ (a) H_2S (b) S_8 (c) H_2SO_4 (d) S^{2-} (e) HS^- (f) SO_2 (g) SO_3 ។

42. ផូស្វ័របង្កើតជាអុកសូអាស៊ីតជាច្រើន។ ចូរចង្អុលបង្ហាញអំពីចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃផូស្វ័រក្នុងអាស៊ីតនិមួយៗខាងក្រោម ៖ (a) H_3PO_3 (b) H_3PO_2 (c) H_3PO_3 (d) H_3PO_4 (e) $H_4P_2O_7$ (f) $H_5P_3O_{10}$ ។

លំហាត់

45. ចូរផ្តល់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មចំពោះអាតូមដែលបានគូសបន្ទាត់ពីក្រោមក្នុងម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុងនិមួយៗ ខាងក្រោម ៖ (a) $\underline{Cs}_2O$ (b) $Ca\underline{I}_2$ (c) $\underline{Al}_2O_3$ (d) $H_3\underline{As}O_3$ (e) $\underline{Ti}O_2$ (f) $\underline{Mo}O_4^{2}$ (g) $\underline{Pt}Cl_4^{2-}$ (h) $\underline{Pt}Cl_6^{2-}$ (i) $\underline{Sn}F_2$ (j) $\underline{Cl}F_3$ (k) $\underline{Sb}F_6^-$

46. ចូរផ្តល់ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃអាតូមដែលបានគូសបន្ទាត់ពីក្រោមក្នុងម៉ូលេគុល និងអ៊ីយ៉ុង និមួយៗខាងក្រោម ៖ (a) $Mg_3\underline{N}_2$ (b) $Cs\underline{O}_2$ (c) $Ca\underline{C}_2$ (d) $\underline{C}O_3^{2-}$ (e) $\underline{C}_2O_4^{2-}$ (f) $\underline{Zn}O_2^{2-}$ (g) $Na\underline{B}H_4$ (h) $\underline{W}O_4^{2-}$ ។

49. ផ្អែកលើមូលដ្ឋាននៃការគិតអំពីចំនួនអុកស៊ីតកម្មមានអុកស៊ីតខាងក្រោមមួយនឹងមិនមានប្រតិកម្មជាមួយម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនទេ ៖ NO N_2O SO_2 SO_3 P_4O_6 ។ តើវាគឺជាអុកស៊ីតណាមួយ? ហេតុអ្វី?

លំហាត់

55. ចូរគណនាម៉ាសនៃKIជាក្រាមដែលត្រូវការដើម្បីទង្វើ5,00x10^2 mL នៃសូលុយស្យុង2,80 M ។

56. បរិមាណ 5,25g នៃ $NaNO_3$ ត្រូវបានរំលាយក្នុងបរិមាណគ្រប់គ្រាន់នៃទឹកដើម្បីបង្កើតបានជាសូលុយស្យុងពិតប្រាកដ 1 L ។ តើម៉ូឡារីតេនៃសូលុយស្យុងស្មើប៉ុន្មាន?

57. តើមាន $MgCl_2$ ប៉ុន្មានម៉ូលដែលមានវត្តមានក្នុង 60,0 mL នៃសូលុយស្យុង $MgCl_2$ 0,100 M

58. តើមាន KOH ប៉ុន្មានក្រាមដែលមានវត្តមានក្នុង 35,0 mL នៃសូលុយស្យុង 5,50 M ។

59. ចូរគណនាម៉ូឡារីតេនៃសូលុយស្យុងនិមួយៗខាងក្រោម ៖

(a) 29,0 g នៃអេតាណុល (C_2H_5OH) ក្នុង 545 mL នៃសូលុយស្យុង ។

(b) 15,4 g នៃសាក់ការូស ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ក្នុង 74,0 mL នៃសូលុយស្យុង ។

(c) 9,00 g នៃសូដ្យូមក្លរ (NaCl) ក្នុង 86,4 mL នៃសូលុយស្យុង ។

លំហាត់

ចូរគណនាម៉ូឡារីតេនៃសូលុយស្យុងនិមួយៗខាងក្រោម ៖

(a) 6,57 g នៃមេតាណុល (CH_3OH) ក្នុង 1,50 x 10^2 mL នៃសូលុយស្យុង ។

(b) 10,4 g នៃកាល់ស្យូមក្លរ ($CaCl_2$) ក្នុង 2,20 x 10^2 mL នៃសូលុយស្យុង ។

(c) 7,82 g នៃណាប់តាឡែន ($C_{10}H_8$) ក្នុង 85,2 mL នៃសូលុយស្យុងបង់សែន ។

62. ចូរកំណត់ថាតើគេត្រូវការអង្គធាតុរលាយនិមួយៗខាងក្រោមប៉ុន្មានក្រាមដើម្បីទង្វើអោយបាន 2,50 x 10^2 mL នៃសូលុយស្យុង 0,100 M ៖

(a) សេស្យូមអ៊ីយ៉ូឌួ (CsI) (b) អាស៊ីតស៊ុលផួរិច (H_2SO_4)

(c) សូដ្យូមកាបូណាត (Na_2CO_3) (d) ប៉ូតាស្យូមឌីក្រូម៉ាត ($K_2Cr_2O_7$)

(e) ប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាត ($KMnO_4$)

លំហាត់

65. ចូរពិពណ៌នាអំពីរបៀបទង្វើ 1L នៃសូលុយស្យុង HCl 0,646 Mដែលចាប់ផ្តើមពីសូលុយស្យុង HCl 2,00 M ។

66. គេបន្ថែមទឹកទៅក្នុង 25,0 mL នៃសូលុយស្យុង KNO_3 0,866 M រហូតទាល់តែមាឌនៃសូលុយស្យុងពិតប្រាកដគឺ 500 mL ។ តើកំហាប់នៃសូលុយស្យុងចុងក្រោយនេះស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

67. តើអ្នកត្រូវទង្វើ 60,0 mL នៃ HNO_3 0,200 M ពីសូលុយស្យុងស្តុកនៃ HNO_3 4,00 M យ៉ាងដូចម្តេច?

68. អ្នកមាន 505 mL នៃសូលុយស្យុង HCl 0,125 M ហើយអ្នកចង់ពង្រាវវាអោយបានកំហាប់ពិតប្រាកដ 0,100 M ។ តើអ្នកត្រូវថែមទឹកប៉ុន្មាន?

69. គេលាយ 35,2 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 1,66 M ជាមួយ 16,7 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,892 M ។ ចូរគណនាកំហាប់នៃសូលុយស្យុងចុងក្រោយ ។

លំហាត់

73. ប្រសិនបើគេបន្ថែម 30,0 mL នៃ $CaCl_2$ 0,150 M ទៅក្នុង 15,0 mL នៃ $AgNO_3$ 0,100M តើម៉ាសជាក្រាមនៃកករ AgCl ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

74. ភាគសំណាក 0,6760 g នៃសមាសធាតុមិនស្គាល់ដែលមានផ្ទុកអ៊ីយ៉ុងបារ្យូម (Ba^{2+}) ត្រូវបានគេរំលាយក្នុងទឹក និងអោយមានអំពើជាមួយNa_2SO_4លើស ។ ប្រសិនបើម៉ាសនៃកករបារ្យូមស៊ុលផាត ($BaSO_4$) ដែលត្រូវបង្កើតឡើងគឺ 0,4105 g តើភាគរយជាម៉ាសនៃ Ba ក្នុងសមាសធាតុដើមដែលមិនស្គាល់កំហាប់នោះស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

75. តើគេត្រូវការ NaCl ប៉ុន្មានក្រាមដើម្បីបង្កើតកករជាមួយអ៊ីយ៉ុង Ag^+ អោយបានច្រើនបំផុតពី $2,50 \times 10^2$ mL នៃសូលុយស្យុង $AgNO_3$ 0,0113 M? ចូរសរសេរសមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលសំរាប់ប្រតិកម្មនេះ ។

ពាំកាត់

79. ចូរគណនាមាឌជា mL នៃសូលុយស្យុង NaOH 1,420 M ដែលត្រូវការចាំបាច់ដើម្បីអត្រាសូលុយស្យុងនិមួយៗខាងក្រោម :

(a) 25,00 mL នៃសូលុយស្យុង HCl 2,430 M

(b) 25,00 mL នៃសូលុយស្យុង H_2SO_4 4,500 M

(c) 25,00 mL នៃសូលុយស្យុង H_3PO_4 1,500 M

80. តើគេត្រូវការមាឌសូលុយស្យុង HCl 0,50 M ប៉ុន្មានដើម្បីបន្សាបសូលុយស្យុងនិមួយៗខាងក្រោមអោយបានសព្វ :

(a) 10,0 mL នៃសូលុយស្យុង NaOH 0,30 M

(b) 10,0 mL នៃសូលុយស្យុង $Ba(OH)_2$ 0,20 M

លំហាត់

83. ដែក (II) អាចរងអុកស៊ីតកម្មដោយសូលុយស្យុង $K_2Cr_2O_7$ ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតដែលផ្អែកទៅលើសមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលខាងក្រោម :

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$

ប្រសិនបើវាត្រូវប្រើអស់ 26,0 mL នៃសូលុយស្យុង$K_2Cr_2O_7$ 0,0250M ដើម្បីធ្វើអត្រា25,0 mL នៃសូលុយស្យុងដែលមានផ្ទុក Fe^{2+} តើកំហាប់ម៉ូលែររបស់ Fe^{2+} ស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

84. វត្តមាន SO_2 ក្នុងបរិយាកាសច្រើនតែជាដើមហេតុសំរាប់បាតុភូតភ្លៀងអាស៊ីត។ កំហាប់របស់វាអាចត្រូវកំណត់ដោយការធ្វើអត្រាជាមួយសូលុយស្យុងពែរម៉ង់កាណាតស្តង់ដាដូចខាងក្រោម :

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

ចូរគណនាបរិមាណជាក្រាមនៃ SO_2 ក្នុងភាគសំណាកនៃបរិយាកាសប្រសិនបើ 7,37 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,00800 M ត្រូវការចាំបាច់សំរាប់អត្រាកម្មសព្វ។

លំហាត់

86. កំហាប់នៃសូលុយស្យុងអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីតអាចត្រូវបានកំណត់យ៉ាងងាយស្រួលដោយអត្រាកម្មជាមួយសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាតដែលបានធ្វើស្តង់ដាកម្មក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតតាមសមីការខាងក្រោម :

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

ប្រសិនបើគេត្រូវការចាំបាច់36,44mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,01652M ដើម្បីធ្វើអុកស៊ីតកម្មសព្វជាមួយ 25,00 mL នៃសូលុយស្យុង H_2O_2 ចូរគណនាម៉ូឡារីតេនៃសូលុយស្យុង H_2O_2 ។

88. អាស៊ីតអុកសាលិច ($H_2C_2O_4$) មានវត្តមានក្នុងរុក្ខជាតិ និងបន្លែជាច្រើន។ ប្រសិនបើគេត្រូវការ 24,0 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,0100 M ដើម្បីធ្វើអត្រាជាមួយ 1,00 g នៃ $H_2C_2O_4$ ទៅដល់ចំនុចសមមូល តើភាគរយជាម៉ាសនៃ $H_2C_2O_4$ ក្នុងភាគសំណាកស្មើនឹងប៉ុន្មាន? សមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលគឺ

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 5C_2O_4^{2-} \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

លំហាត់

89. គេធ្វើអត្រាបរិមាណ 25,0 mL នៃសូលុយស្យុងមួយដែលមានផ្ទុកទាំងអ៊ីយ៉ុង Fe^{2+} និងFe^{3+} ជាមួយ 23,0 mL នៃ $KMnO_4$ 0,0200 M (ក្នុងអាស៊ីតស៊ុលផួរិចរាវ)។ ជាលទ្ធផល Fe^{2+} ទាំងអស់បានរងអុកស៊ីតកម្មទៅជាអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ។ បន្ទាប់មកសូលុយស្យុងត្រូវបានដាក់អោយមានប្រតិកម្មជាមួយលោហៈ Zn ដើម្បីបំលែងអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ទាំងអស់ទៅជាអ៊ីយ៉ុង Fe^{2+} ។ ទីបញ្ចប់សូលុយស្យុងនោះមានផ្ទុកតែអ៊ីយ៉ុង Fe^{2+} ត្រូវការ 40,0 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ ដដែលសំរាប់អុកស៊ីតកម្មទៅជាអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} ។ ចូរគណនាកំហាប់ម៉ូលែរនៃ Fe^{2+} និង Fe^{3+} ក្នុងសូលុយស្យុងដើម។ សមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលគឺ

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$$

លំហាត់

90. កាល់ស្យូមអុកសាឡាត (CaC_2O_4) មិនរលាយក្នុងទឹកទេ។ ចំពោះហេតុផលនេះវាត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីកំណត់បរិមាណនៃអ៊ីយ៉ុង Ca^{2+} ក្នុងវត្ថុរាវដូចជាឈាម។ កាល់ស្យូមអុកសាឡាតដែលបានញែកចេញពីឈាមត្រូវរំលាយក្នុងអាស៊ីត និងធ្វើអត្រាជាមួយសូលុយស្យុង $KMnO_4$ ដែលបានធ្វើស្តង់ដាកម្មដូចបង្ហាញក្នុងលំហាត់។ ក្នុងការធ្វើតេស្តមួយគេឃើញថាកាល់ស្យូមអុកសាឡាតដែលញែកបានពីភាគសំណាកឈាម 10,0 mL ត្រូវការ 24,2 mL នៃ $KMnO_4$ 9,56 x 10^{-4} M សំរាប់អត្រាកម្មសព្វ។ ចូរគណនាបរិមាណជាមីលីក្រាម (mg) នៃកាល់ស្យូមក្នុង មីលីលីត្រ (mL) នៃឈាម។

មេរៀនទី២៖លំនឹងគីមី
Chemical Equilibrium

លំនឹងគីមី

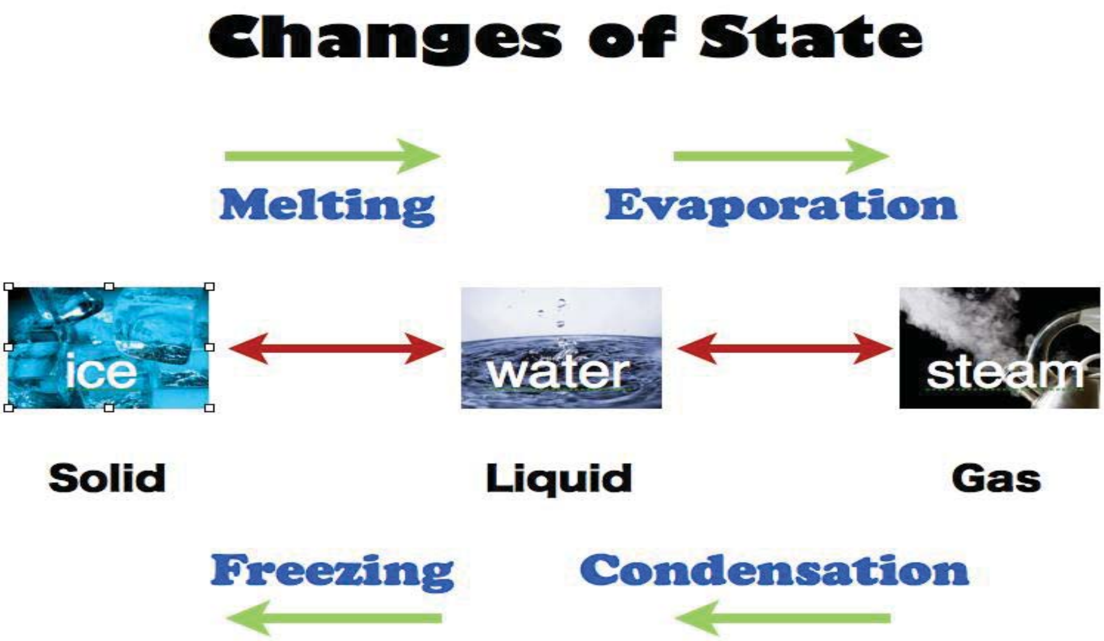
☞ លំនឹងគីមីកើតមាន កាលណាល្បឿននៃការបំបាត់អង្គធាតុប្រតិករ និងល្បឿននៃការផលិតផលមិប្រែប្រួល និងកំហាប់ប្រភេទគីមីទាំងពីរ (ប្រតិករនិងផលិតផល)ថេរ។

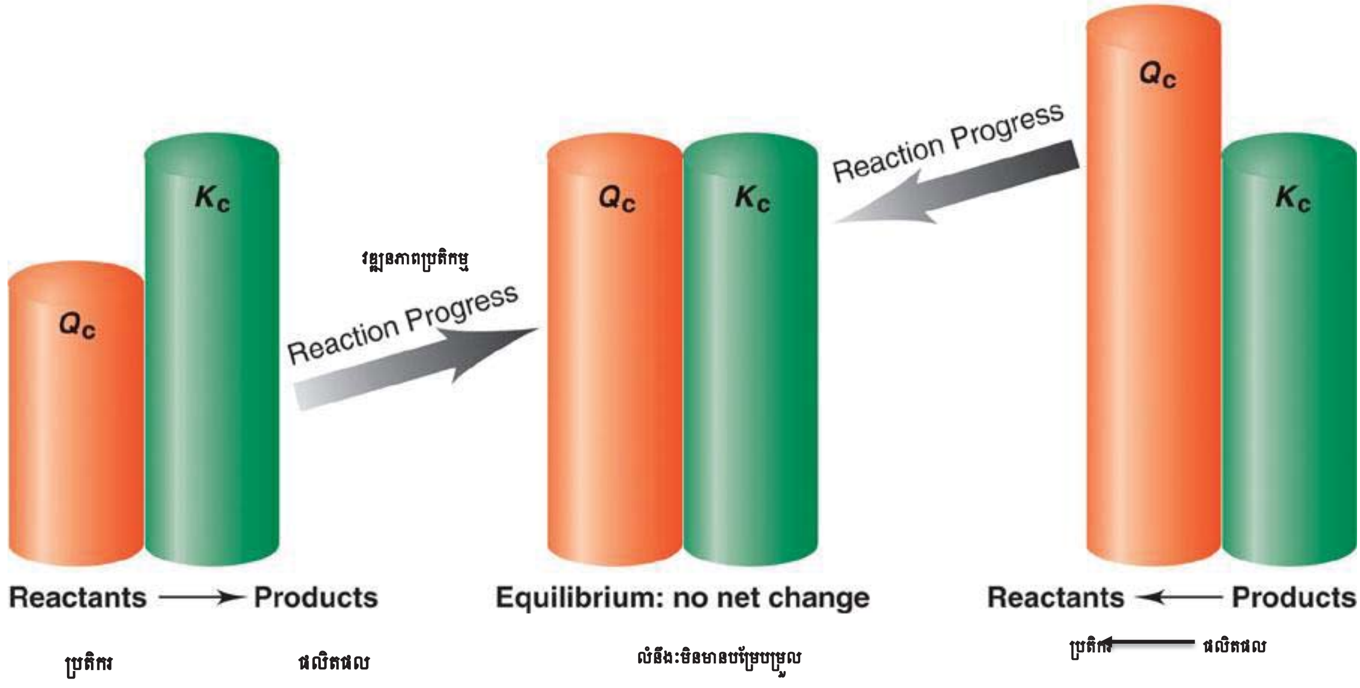
☞ លំនឹងគីមីជាលំនាំធីណាមិច។ ឧទាហរណ៍:ការជិះស្គី

លំនឹងរូប

- លំនឹងនៃសារធាតុតែមួយដែលមានផាសច្រើនហៅ ***លំនឹងរូប។***

ឧទាហរណ៍: ទឹក





បើ $Q < K_{eq}$,រំកិលទៅស្តាំ
(ឆ្ពោះទៅខាងផលិតផល)

បើ $Q > K_{eq}$, រំកិលទៅខាងឆ្វេង
(ឆ្ពោះទៅខាងប្រតិករ)

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ពិចារណាកំណកគ្មានព័ណនៃ N_2O_4 នៅសីតុណ្ហភាពបន្ទប់

វាបំបែកឱ្យជា NO_2 ព័ណត្នោត:

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g).$$

- នៅអំឡុងពេលដូចគ្នា ព័ណឈប់ប្រែប្រួល និងយើងមាន

ល្បាយនៃ N_2O_4 និង NO_2.

- **លំនឹងគីមីគឺជាចំណុចដែលល្បឿននៃប្រតិកម្មឆ្ពោះទៅមកនិង**

ល្បឿនប្រតិកម្មត្រឡប់ក្រោយ។

- នៅចំណុចនេះ កំហាប់នៃប្រភេទគីមីទាំងអស់ថេរ

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

- នៅពេលដែលសារធាតុកំដៅវាចាប់ផ្តើមបំបែក:

$$N_2O_4(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

- នៅពេលដែល NO_2 បានកើតឡើងគ្រប់គ្រាន់ វាអាចប្រតិកម្មទៅជាសណ្ឋាន N_2O_4:

$$2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g).$$

- នៅលំនឹង N_2O_4 ប្រតិកម្មទៅតាមលទ្ធភាពទៅជាសណ្ឋាន NO_2 ដូច NO_2 ប្រតិកម្មដើម្បីប្តូរសណ្ឋានទៅជា N_2O_4

- សញ្ញាព្រួញពីរជាន់ប្រាប់ពីដំណើរការគឺមានលក្ខណ:ជាឌីណាមិច

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

វឌ្ឍនភាពនៃប្រតិកម្ម:

- $[A]$ ថយចុះរហូតដល់ថេរ
- $[B]$ កើនឡើងពីសូន្យរហូតដល់ដល់ថេរ
- នៅពេល $[A]$ និង $[B]$ ថេរ គឺលំនឹងបានសម្រេច(ឈានដល់លំនឹង)។

$$A \rightleftharpoons B$$

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

- គ្មានបញ្ហា ការចាប់ផ្តើមបំបែកនឹប្រតិករ និងផលិតផល កំហាប់សមាមាត្រដូចគ្នានិងឈានដល់លំនឹង។

ប្រតិកម្មទូទៅ

$$aA + bB(g) \rightleftharpoons pP + qQ$$

កន្សោមថេរលំនឹងគឺ៖

$$K_c = \frac{[P]^p[Q]^q}{[A]^a[B]^b}$$

ដែល K_c គឺជាថេរលំនឹង

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

- K_c គឺផ្អែកលើកំហាប់ម៉ូឡារីតែនៃប្រតិករនិងផលិតផលនៅពេលលំនឹង។
- ជាទូទៅ យើងចោលខ្នាតថេរលំនឹង
- ចូរកត់សម្គាល់ថាកន្សោមថេរលំនឹងគឺជាផលចែករវាងផលិតផលនិងប្រតិករ។

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ថេរលំនឹងសម្រាប់សម្ពាធ(សារធាតុឧស្ម័ន)

- បើ K_P គឺជាថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មដែលទាក់ទងទៅនឹង

ឧស្ម័ន។ យើងអាចសរសេរ៖

$$K_P = \frac{(P_P)^p (P_Q)^q}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

K_P គឺផ្អែកលើសម្ពាធសម្ពាធដោយផ្អែកវាស់ក្នុងបរិយាកាស។

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ទំហំនៃថេរលំនឹង

ថេរលំនឹង K គឺជាផលធៀបរវាងផលិតផលនិងប្រតិករ

- ដូចច្នេះ តម្លៃK កាន់តែធំ នោះមានផលិតផលកកើតច្រើន ចំពោះមុខលំនឹង។
- ច្រាសមកវិញ បើតម្លៃK កាន់តែតូច នោះមានប្រតិករកកើតច្រើនចំពោះមុខលំនឹង។

- បើ $K >> 1$ នោះឧត្តមភាពទៅខាងផលិតផល និងលំនឹងទំនោរទៅខាងស្តាំ។
- បើ $K << 1$ នោះឧត្តមភាពទៅខាងប្រតិករ និងលំនឹងទំនោរទៅខាងឆ្វេង។

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ទំហំនៃថេរលំនឹង

លំនឹងអាចខិតជិតទៅទិសដៅណាមួយ

ឧទាហរណ៍

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 0.212$$

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

ទំហំនៃថេរលំនឹង

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$$

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{1}{0.212} = 4.72$$

- ថេរលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្មក្នុងទិសដៅមួយគឺជាចម្រាសនៃថេលំនឹងនៃប្រតិកម្មក្នុងទិសដៅផ្ទុយគ្នា។

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

លំនឹងមិនស្មើសាច់(Heterogeneous Equilibria)

- កាលណាគ្រប់ប្រតិករនិងផលិតផលស្ថិតក្នុងផាសដូចគ្នា(ផាសតែមួយ) នោះជាលំនឹងស្មើសាច់។
    - បើប្រតិករឬផលិតផលមួយឬច្រើនមានផាសខុសគ្នា នោះជាថេរលំនឹងមិនស្មើសាច់។

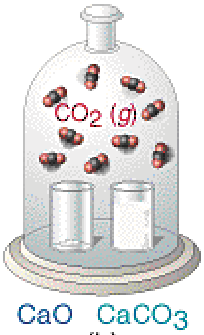
– តាមរយៈការពិសោធ បរិមាណនៃ CO_2 គឺមិនទំនងជាអាស្រ័យលើបរិមាណនៃ CaO និង $CaCO_3$។ ហេតុអ្វី?

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

បញ្ញត្តិនៃលំនឹង

លំនឹងអេតេរ៉ូសែន

(a)



(b)

ថេរលំនឹង

លំនឹងអេតេរ៉ូសែន

- ទាំងដង់ស៊ីតេឬម៉ាសម៉ូលគឺជាអថេរ។កំហាប់របស់អង្គធាតុរឹង និងរាវសុទ្ធគឺថេរ។យើងនឹងសិក្សាលំអិតក្នុងមេរៀនអាក់ទីវីតេ។
- យើងចោលកំហាប់នៃអង្គធាតុរាវឬរឹងសុទ្ធក្នុងកន្សោមថេរលំនឹង។
- បរិមាណ CO_2ដែលកើតឡើងនឹងមិនអាស្រ័យលើបរិមាណនៃវត្ថុមាន CaO និង$CaCO_3$ ។

$$K_c = [CO_2]$$

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

S=solid= ភាពរឹង Liquid= l = ភាពរាវ gas= s= ភាពឧស្ម័ន

ការគណនាថេរលំនឹង

ជំហានសម្រាប់ដោះស្រាយបញ្ហា

1. សរសេរកន្សោមលំនឹងសម្រាប់សមីការលំនឹង
2. សរសេរតារាង**ICE**(I:Initial=ចាប់ផ្តើម,C:Change=បម្លែងនិ E=Equilibria=លំនឹង)

1. បំពេញបរិមាណបានឲ្យ
2. ប្រើស្មើត្យូមេទ្រី(ផលធៀបម៉ូល)នៅលើបម្រែបម្រួលលើជួរកំហាប់
3. កាត់បន្ថយកំហាប់លំនឹងនៃគ្រប់ប្រភេទគីមី
4. ជាទូទៅ កំហាប់ដើមនៃផលិតផលគឺសូន្យ(មិនគ្រប់ករណីទាំងអស់ទេ)។

ការអនុវត្តលើថេរលំនឹង

ចូរព្យាករណ៍ពីទិសដៅនៃប្រតិកម្ម

យើងតាង Q ជាផលធៀបប្រតិកម្ម សម្រាប់ប្រតិកម្មនៅលក្ខខណ្ឌមិនទាន់លំនឹង។

$$aA + bB(g) \rightleftharpoons pP + qQ$$

ដែល [A], [B], [P], និង [Q] ជាកំហាប់ម៉ូឡារីតែនៅគ្រប់ពេល។

- $Q = K$ តែនៅពេលលំនឹង

$$Q = \frac{[P]^p[Q]^q}{[A]^a[B]^b}$$

ការអនុវត្តលើថេរលំនឹង

ការព្យាករណ៍ពីទិសដៅនៃប្រតិកម្ម

- បើ $Q > K$ គឺប្រតិកម្មច្រាសត្រូវតែកើតឡើងដើម្បីឈានដល់លំនឹង(ទៅឆ្វេង)

- បើ $Q < K$ គឺប្រតិកម្មស្របត្រូវតែកើតឡើងដើម្បីឈានដល់លំនឹង(ទៅស្តាំ)

Example Problem: Calculate Concentration

លំហាត់:ការបំបែកនៃHI នៅសីតុណ្ហភាពទាបត្រូវបានសិក្សាតាមរយៈការចាក់បញ្ចូល 2.50 ម៉ូលនៃ HI ទៅក្នុងភាជន៍ចំណុះ10.32L។ចូរគណនា $[H_2]$នៅពេលលំនឹងសម្រាប់ប្រតិកម្ម:$2HI_{(g)} \leftrightarrows H_{2(g)} + I_{2(g)}$ $K_c=1.26x10^{-3}$

គណនាកំហាប់HI: 2.5 mol/10.32 L = 0.242 M

$$Keq = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2}$$

	2 HI ⇌	H_2 +	I_2
I:	0.242 M	0	0
C:	-2x	+x	+x
E:	0.242-2x	x	x

$$Keq = \frac{[x][x]}{[0.242-2x]^2} = \frac{x^2}{[0.242-2x]^2} = 1.26x10^{-3}$$

ដោះស្រាយសមីការ

$$\frac{x^2}{[0.242-2x]^2}=1.26x10^{-3}$$

$$x^2=1.26x10^{-3}[0.242-2x]^2$$
$$=1.26x10^{-3}[0.0586-0.968x+4x^2]$$
$$=7.38x10^{-5}-1.22x10^{-3}x+5.04x10^{-3}x^2$$

$$0.995x^2+1.22x10^{-3}x-7.38x10^{-5}=0$$

$$x=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$ =0.00802M=$[H_2]$

Example Problem: Calculate Keq

កិច្ចការ:អុកស៊ីតកម្មក្នុងបរិយាកាសនៃអាហ្សូតអុកស៊ីត:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

ត្រូវបានសិក្សានៅ184°Cជាមួយសម្ពាធដើមនៃ NOគឺ 1atmនិងអុកស៊ីសែន(O_2)នៅ1atm។ នៅពេលលំនឹងសម្ពាធO_2គឺ 0.506atm។គណនាK_p?

គេបាន $2\ NO + O_2 \rightleftharpoons 2\ NO_2$

Initial:

Change:

Equilibrium:

សាកល្បងដោះស្រាយ

Approximating

If Keq is really small the reaction will not proceed to the right very far, meaning the equilibrium concentrations will be nearly the same as the initial concentrations of your reactants.

0.20 – x is just about 0.20 is x is really dinky.

If the difference between Keq and initial concentrations is around 3 orders of magnitude or more, go for it. Otherwise, you have to use the quadratic.

Example

FOLLOW-UP PROBLEM 17.9 In a study of halogen bond strengths, 0.50 mol of I_2 was heated in a 2.5-L vessel, and the following reaction occurred: $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$.
(a) Calculate $[I_2]$ and [I] at equilibrium at 600 K; $K_c = 2.94\times10^{-10}$.
(b) Calculate $[I_2]$ and [I] at equilibrium at 2000 K; $K_c = 0.209$.

a)កំហាប់ដើមនៃ I_2: 0.50 mol/2.5L = 0.20 M

	$I_2 \rightleftharpoons$	$2\,I$
Initial	0.20	0
change	-x	+2x
equil:	0.20-x	2x

$$Keq = \frac{[I]^2}{[I_2]} = 2.94x10^{-10}$$

$$= \frac{[2x]^2}{[0.20-x]} = 2.94x10^{-10}$$

More than 3 orders of mag. between these numbers. The simplification will work here.

ដោយថេរលំនឹងតូចខ្លាំងនោះ X អាចចោលបាននិង 0.20 – x = x

$$\frac{[2x]^2}{0.20} = 2.94x10^{-10}$$

x = 3.83 x 10^{-6} M

Example

FOLLOW-UP PROBLEM 17.9 In a study of halogen bond strengths, 0.50 mol of I_2 was heated in a 2.5-L vessel, and the following reaction occurred: $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$.
(a) Calculate $[I_2]$ and [I] at equilibrium at 600 K; $K_c = 2.94\times10^{-10}$.
(b) Calculate $[I_2]$ and [I] at equilibrium at 2000 K; $K_c = 0.209$.

Initial Concentration of I_2: 0.50 mol/2.5L = 0.20 M

	I_2 $\rightleftharpoons$	2 I
Initial	0.20	0
change	-x	+2x
equil:	0.20-x	2x

$$Keq = \frac{[I]^2}{[I_2]} = 0.209$$

$$= \frac{[2x]^2}{[0.20 - x]} = 0.209$$

These are too close to each other ... 0.20-x will not be trivially close to 0.20 here.

ដោយថេរលំនឹងមិនតូចខ្លាំងនោះ X មិនអាចចោលបានទេ។
ត្រូវដោះស្រាយតាមសមីការដឺក្រេទី២

សាកល្បងដោះស្រាយ

គោលការណ៍ Châtelier

Le Châtelier’s Principle

គោលការណ៏ Chatelier:ប្រសិនបើអ្នករំខានលំនឹងវានឹងប្តូរទៅមិនធ្វើវិញនូវការរំខាន។

ចូរចងចាំថា:គោលការណ៍របស់Chatelier អនុញ្ញាតឱ្យយើងទស្សទាយលទ្ធផលដែលបណ្តាលមកពីការផ្លាស់ប្តូរ លក្ខខណ្ឌនៃប្រព័ន្ធមួយនៅលំនឹងគីមី។ នេះអនុញ្ញាតឱ្យអ្នកវិទ្យាសាស្រ្តបង្កើតបច្ចេកទេសដើម្បីគ្រប់គ្រងប្រតិកម្មគីមីនៅក្នុងធម្មជាតិនិងឧស្សាហកម្មដើម្បីទទួលបានផលិតផលដែលចង់បាន។

គោលការណ៍ Châtelier

បម្រែបម្រួលកំហាប់ប្រតិករឬផលិតផល

→ ការបន្ថែមប្រតិករឬផលិតផលរំកិលលំនឹងឆ្ពោះទៅការកើនឡើង។

→

→ ការយកចេញប្រតិករឬផលិតផលរំកិលលំនឹងឆ្ពោះទៅរកការថយចុះ។

ដើម្បីបង្កើនបរិមាណផលិតផលឱ្យមានលំនឹងយើងត្រូវការបង្កើន

ប្រភាជន៍ប្រតិករហើយបន្តដកផលិតផលចេញ (Châtelier) ។

ឧស្សាហកម្មផលិតអាម៉ូញាក់

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

គោលការណ៍ Châtelier

បម្រែបម្រួលកំហាប់ប្រតិករឬផលិផល

ពិចារណាអំពីដំណើរការរបស់ **Haber**

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

បើH_2 បានបន្ថែមនៅពេលដែលប្រពន្ធ័លំនឹង នោះប្រពន្ធ័ត្រូវតែឆ្លើយតបដើម្បីទប់ទល់និងការបន្ថែមH_2 (by Le Châtelier)។

គឺថាប្រព័ន្ធត្រូវតែប្រើប្រាស់ H_2និងបន្ថយផលិតផលរហូតដល់លំនឹងថ្មីត្រូវបានបង្កើតឡើង។

- ដូចច្នេះ $[H_2]$ និង $[N_2]$ នឹងថយចុះ។ចំណែក $[NH_3]$ បានកើតឡើង។

គោលការណ៍Châtelier

បម្រែបម្រួលកំហាប់ប្រតិករឬផលិផល

អាហ្សូត និងអ៊ីដ្រូសែនមិនចូលប្រតិកម្មគឺត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញជាមួយនិងឧស្ម័នថ្មីN_2 និង H_2 ។

បរិមាណលំនឹងនៃអាម៉ូញាក់ត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរពីព្រោះផលិតផល (NH3) ត្រូវបានដកចេញជាបន្តបន្ទាប់ហើយប្រតិករ (N_2 និង H_2) កំពុង

ត្រូវបានបន្ថែមជាបន្តបន្ទាប់។

ឥទ្ធិពលមាឌ និងសម្ពាធ

នៅពេលមាឌបានថយចុះ សម្ពាធកើនឡើង។គោលការណ៍របស់

Le Châtelier ប្រសិនបើសម្ពាធត្រូវបានកើនឡើងប្រព័ន្ធត្រូវបានរំកិលដើម្បីទប់ទល់និងការកើនឡើងនេះ។

គោលការណ៍ Châtelier

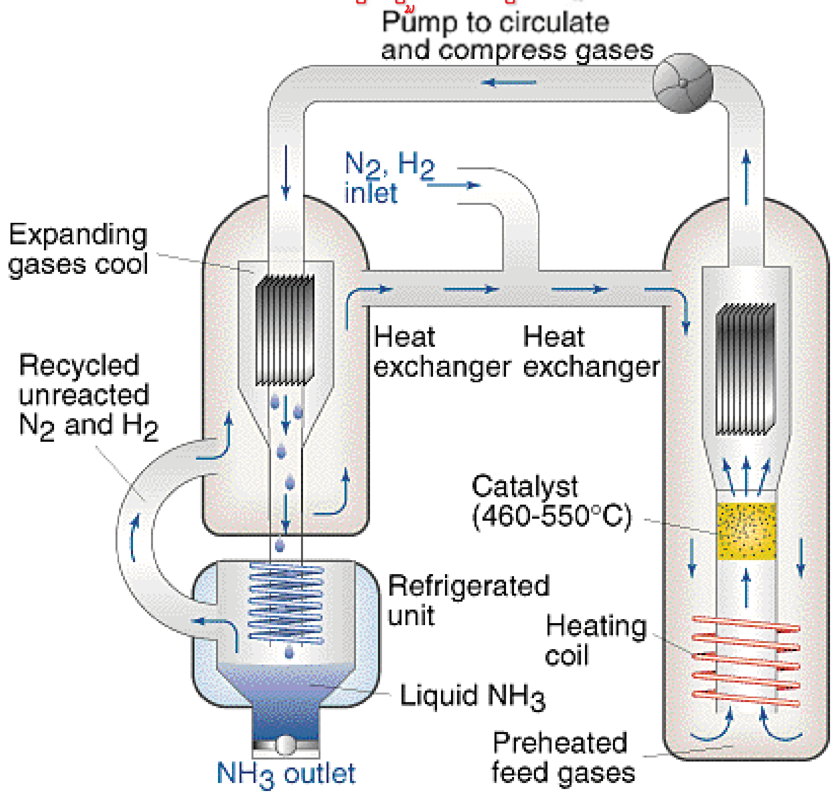
ពិចារណាពីផលិតកម្មអាម៉ូញាក់

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

បើសម្ពាធកើន បរិមាណនៃវត្ថុមានអាម៉ូញាក់នៅលំនឹងកើនឡើង។បើសីតុណ្ហភាពថយចុះ បរិមាណអាម៉ូញាក់នៅលំនឹងកើនឡើង។

គោលការណ៍ Châtelier

បម្រែបម្រួលកំហាប់ប្រតិករឬផលិតផល



គោលការណ៍ Châtelier

ឥទ្ធិពលមាឌ និងសម្ពាធ

ប្រព័ន្ធផ្លូវបានរំកិលដើម្បីយកឧស្ម័នចេញនិងបន្ថយសម្ពាធ។ការកើនឡើងសម្ពាធសមស្របនឹងទិសដៅដែលមានចំនួនម៉ូលឧស្ម័នតិចតួច។

នៅក្នុងប្រតិកម្មជាមួយចំនួនម៉ូលឧស្ម័ននៃផលិតផលនិងប្រតិករដូចគ្នា នោះឧស្ម័នសម្ពាធមិនមានប្រសិទ្ធិភាពទេ។

ពិចារណា

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

គោលការណ៍Châtelier

ឥទ្ធិពលមាឌ និងសម្ពាធ

ការកើនឡើងសម្ពាធ (ដោយការបន្ថយបរិមាណ) អនុគ្រោះដល់ការបង្កើត N_2O_4 គ្មានពណ៌។

សម្ពាធកើនឡើងភ្លាមៗប្រព័ន្ធមិនមានលំនឹងហើយកំហាប់ឧស្ម័នទាំងពីរបានកើនឡើង។

ប្រព័ន្ធផ្លាស់ទីដើម្បីកាត់បន្ថយចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន (ឧទាហរណ៍ប្រតិកម្មឆ្ពោះទៅមុខត្រូវបានគេពេញចិត្ត) ។

លំនឹងថ្មីមួយត្រូវបានបង្កើតឡើងដែលក្នុងនោះល្បាយនេះស្រាលជាងមុនព្រោះមាន N_2O_4 គ្មានពណ៌។

គោលការណ៍ Châtelier

ឥទ្ធិពលនៃបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព

ថេរលំនឹងគឺអាស្រ័យនិងសីតុណ្ហភាព

ចំពោះប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ $\Delta H > 0$ **និងកម្តៅត្រូវបានពិចារណាជា**ប្រតិករ

ចំពោះប្រតិកម្មស្រូបកម្តៅ $\Delta H < 0$ **និងកម្តៅត្រូវបានពិចារណាជា**ផលិតផល

ការបន្ថែមកំដៅ (ឧ.ការកម្តៅភាជន៍) អនុគ្រោះពីការកើនឡើង៖

– បើ $\Delta H > 0$, **ការបន្ថែមកម្តៅធ្វើឲ្យប្រតិកម្មទំនោរទៅមុខ**

– បើ $\Delta H < 0$, **ការបន្ថែមកម្តៅធ្វើឲ្យប្រតិកម្មទំនោរត្រឡប់**

+ សង្ខេបសមីការសំខាន់

$k = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$ (២) ច្បាប់អំពើនៃម៉ាស ។ សមីការទូទៅនៃថេរលំនឹង

$K_p = K_c(0,0821T)^{\Delta n}$ (៥) ទំនាក់ទំនងរវាង K_p និង K_c

$K_c = K_c^{'}K_c^{''}$ (៩) ថេរលំនឹងសរុបនៃប្រតិកម្មគឺជាផលគុណនៃថេរលំនឹងរបស់ប្រតិកម្មនីមួយៗ ។

ការសង្ខេបនូវភាពពិត និងបញ្ញត្តិផ្សេងៗ

1. លំនឹងឌីណាមិចរវាងផាសផ្សេងៗគ្នាគឺជាលំនឹងរូប ។ លំនឹងគីមី គឺជាលំនាំច្រាស់មកវិញ ដែលក្នុងនោះល្បឿនប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅនិងល្បឿនប្រតិកម្មច្រាសមកវិញស្មើគ្នា ហើយកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករនិងកំហាប់ផលិតផលគឺពុំមានការប្រែប្រួលទៅតាមពេលវេលាទេ ។
2. សមីការគីមីទូទៅ aA + bB ⇌ cC + dD ដែលកំហាប់អង្គធាតុប្រតិករ និងកំហាប់ផលិតផលនៅពេលមានលំនឹង (គិតជា ម៉ូល.លី) អាចគណនាបានតាមសមីការថេរលំនឹង[សមីការ (2)] ។
3. ថេរលំនឹងឧស្ម័ន K_p ត្រូវបាន សំដែងដោយទំនាក់ទំនងរវាងលំនឹងសំពាធដោយផ្នែក (គិតជា atm) ។

4. ដំណើរការប្រព្រឹត្តទៅនៃលំនឹងគីមីដែលគ្រប់អង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផលទាំងអស់ឋិតនៅក្នុងផាសតែមួយ គេហៅថាលំនឹងអូម៉ូសែន។ បើអង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផលមិនឋិតនៅក្នុងផាសតែមួយទេ គេហៅថាលំនឹងអេតេរ៉ូសែន។ កំហាប់នៃអង្គធាតុរឹងសុទ្ធ អង្គធាតុរាវសុទ្ធ និងអង្គធាតុរំលាយ គឺមិនប្រែប្រួលទេ និងមិនត្រូវបានរាប់បញ្ចូលក្នុងសមីការថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មដែរ។
5. ប្រសិនបើប្រតិកម្មមួយ គឺជាលទ្ធផលនៃផលបូករបស់ប្រតិកម្មពីរ ឬច្រើនបញ្ចូលគ្នា នោះថេរលំនឹងប្រតិកម្មសរុបចុងក្រោយ គឺត្រូវបានកំណត់ដោយលទ្ធផលសរុបនៃថេរលំនឹងទាំងអស់របស់ប្រតិកម្មនីមួយៗដែលចូលរួម។

6. តំលៃនៃថេរលំនឹង K គឺអាស្រ័យទៅនឹងសមីការតុល្យការ ហើយថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មត្រឡប់មកវិញ គឺជាចំរាស់នៃថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មដើម។
7. ថេរលំនឹង គឺជាផលធៀបនៃថេរល្បឿនរបស់ប្រតិកម្មប្រព្រឹត្តទៅ និងថេរល្បឿនរបស់ប្រតិកម្មច្រាសមកវិញ។
8. ផលចែកនៃប្រតិកម្ម Q គឺមានទំរង់ដូចគ្នានឹងថេរលំនឹង ប៉ុន្តែវាប្រើសំរាប់ប្រតិកម្ម ដែលមិនទាន់ឈានដល់ទីលំនឹង។ បើ $Q > K$ ប្រតិកម្មនឹងមានទិសដៅពីស្តាំទៅឆ្វេងដើម្បីទទួលបានលំនឹង។ បើ $Q < K$ ប្រតិកម្មនឹងមានទិសដៅពីឆ្វេងទៅស្តាំដើម្បីទទួលបានលំនឹង។

9. គោលការណ៍ឡឺឆាតឺលីយេ (Le Chatelier) ចែងថាបើសិនជាឥទ្ធិពលខាងក្រៅមានអំពើលើប្រព័ន្ធមួយនៅខណៈលំនឹងគីមី ប្រព័ន្ធនោះនឹងសម្របសម្រួលទៅនឹងឥទ្ធិពលនោះ។

10. មានតែបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពតែមួយទេ ធ្វើអោយថេរលំនឹង ប្រតិកម្មមួយមានតំលៃប្រែប្រួល។ បម្រែបម្រួលកំហាប់ សំពាធ ឬមាឌ អាចធ្វើអោយមានបម្រែបម្រួលលំនឹងកំហាប់នៃអង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផល។ ការបន្ថែមកាតាលីករ ជួយពន្លឿនដល់លំនឹងប្រតិកម្ម ប៉ុន្តែមិនមានឥទ្ធិពលដល់លំនឹងកំហាប់របស់អង្គធាតុប្រតិករ និងផលិតផលទេ។

កិច្ចការ

5 - ចូរអោយនិយមន័យលំនឹងអូម៉ូសែន និងលំនឹងអេតេរ៉ូសែន។
ចូរអោយឧទាហរណ៍នៃលំនឹងទាំងពីរអោយបាន2 ។

6 - តើនិមិត្តសញ្ញា K_c និង K_p តាងអ្វី?

7 - ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹង K_p សំរាប់ប្រតិកម្មដូចខាងក្រោម

ក- $2NaHCO_3(s) \rightleftharpoons 2Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$

ខ- $2CaSO_4(s) \rightleftharpoons 2CaO(s) + 2SO_2(g) + O_2(g)$

8 - ចូរសរសេរកន្សោមថេរលំនឹង K_c និង K_p (បើអាចមាន) សំរាប់លំនាំដូចខាងក្រោម

ក- $2CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + O_2(g)$

ខ- $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$

គ- $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$

ឃ- $H_2O(g) + C(s) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$

13 - ថេរលំនឹងសំរាប់ប្រតិកម្ម $2HCl(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Cl_2(l)$ គឺ $4,17 \times 10^{-34}$ នៅសីតុណ្ហភាព $25\ ^\circ C$ ។ ចូររកថេរលំនឹងសំរាប់ប្រតិកម្ម $H_2(g) + Cl_2(l) \rightleftharpoons 2HCl(g)$ នៅសីតុណ្ហភាពដដែល ។

14 - ចូរពិចារណាពីលំនាំបង្កើតលំនឹងនៃប្រតិកម្មនៅសីតុណ្ហភាព 700 °C ដូចខាងក្រោម

$$2H_2(g) + S_2(g) \rightleftharpoons 2H_2S(g)$$

តាមការវិភាគបង្ហាញថា នៅក្នុងកែវមានឧស្ម័ន H_2 2,50mol ឧស្ម័ន S_2 $1,35 \times 10^{-5}$mol និងឧស្ម័ន H_2S មាន មាឌ 12L ។ ចូរគណនាថេរលំនឹងប្រតិកម្ម K_c ។

15 - ចូរគណនា K_p នៅសីតុណ្ហភាព 1273 °C នៃប្រតិកម្ម $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$ ។ គេដឹងថា K_c នៅសីតុណ្ហភាពនេះគឺ $2,24 \times 10^{22}$ ។

22 - អាម៉ូញ៉ូមកាបាម៉ាត ($NH_4CO_2NH_2$) បំបែកដូចខាងក្រោម

$$NH_4CO_2NH_2(s) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + CO_2(g)$$

ដោយចាប់ផ្តើមមានតែអង្គធាតុរឹងប៉ុណ្ណោះយើងឃើញថា នៅសីតុណ្ហភាព 40 °C សំពាធឧស្ម័នសរុប (NH_3 និង CO_2) គឺ 0,363 atm ។ ចូរគណនាថេរលំនឹង K_p ។

28 - ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មអាស៊ីតអុកសាលិចត្រូវបានរកឃើញនៅសីតុណ្ហភាព 25 °C

$$C_2H_2O_4(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + C_2HO_4^-(aq) \qquad K_c' = 6,5 \times 10^{-2}$$

$$C_2HO_4^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \qquad K_c'' = 6,1 \times 10^{-5}$$

គណនាថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្មខាងក្រោមនៅសីតុណ្ហភាពថេរ

$$C_2H_2O_4(aq) \rightleftharpoons 2H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$$

38-ប្រតិកម្មសំយោគអាម៉ូញ៉ាក់ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ថេរលំនឹងនៃប្រតិកម្ម K_c =1,2 នៅសីតុ 375 °C ។ ចាប់ផ្តើមជាមួយនិងកំហាប់ដើម $[H_2]_0 = 0,76M$, $[N_2]_0 = 0,60M$ និង $[NH_3]_0 = 0,48M$ តើកំហាប់ឧស្ម័នណាមួយកើនឡើង និងមួយណាថយចុះពេលល្បាយ ឈានដល់ទីលំនឹង?

51 - ពិចារណាលំនាំនៃប្រព័ន្ធប្រតិកម្មដែលមាន SO_2 , Cl_2 និង SO_2Cl_2

$SO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2Cl_2(g)$

ទស្សន៍ទាយពីទិសដៅប្រតិកម្មថាតើទិសដៅនៃប្រតិកម្មត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរ ឬទេបើ

a) ឧស្ម័នត្រូវបានបន្ថែមទៅក្នុងប្រតិកម្ម

b) SO_2Cl_2 ត្រូវបានដកចេញពីប្រតិកម្ម

c) SO_2 ត្រូវបានដកចេញពីប្រព័ន្ធ ។ សីតុ តីថេរ ។

គីមីវិភាគ ភាគ២

Analytical Chemistry Part 2

តើអ្វីទៅជាគីមីវិភាគ?

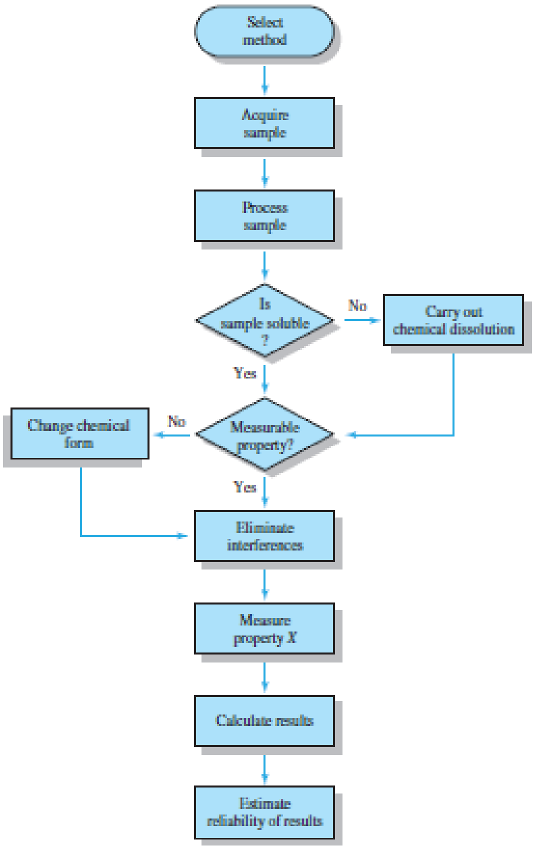
ជាវិទ្យាសាស្រ្តទាក់ទងទៅនិងការញែក ការធ្វើអត្តសញ្ញាណកម្ម នសសារធាតុក្នុងភាគសំណាក។

ការវិភាគចែកជា៖

វិភាគគុណភាព:ចង់ដឹងថា តើមានធាតុបង្កអ្វីខ្លះក្នុងភាគសំណាក។

វិភាគបរិមាណ:ចង់ដឹងថា តើធាតុបង្កនីមួយៗមានបរិមាណប៉ុន្មាន។

Figure 1-1 The relationship between analytical chemistry, other branches of chemistry, and the other sciences. The central location of analytical chemistry in the diagram signifies its importance and the breadth of its interactions with many other disciplines.



ខ្នាតសំខាន់ៗនិយមប្រើក្នុងគីមី

TABLE 4-1

SI Base Units

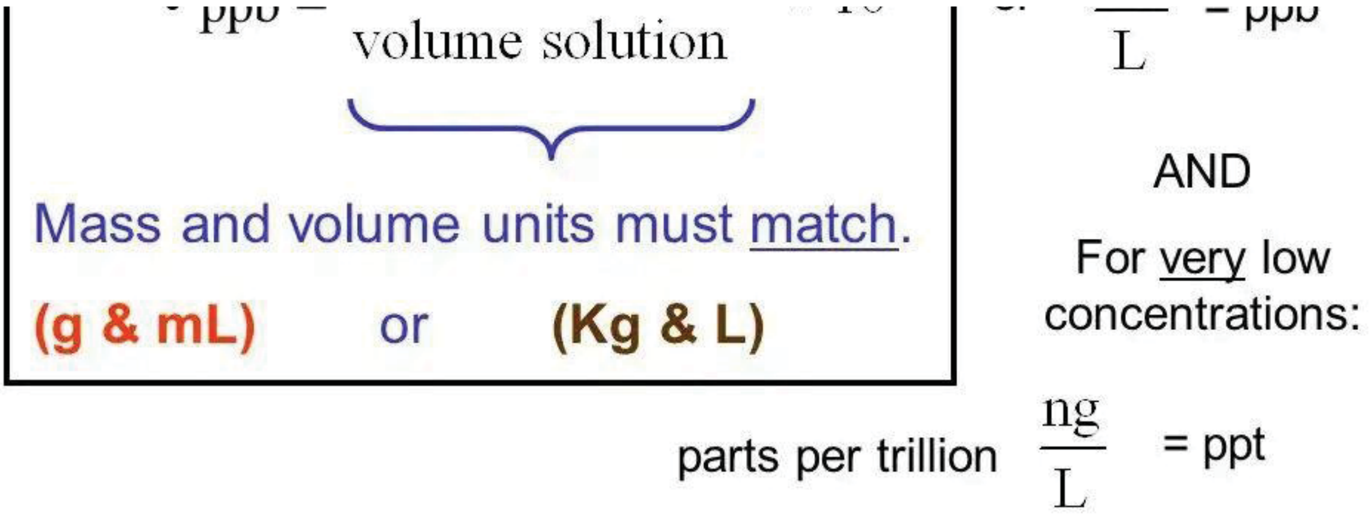
Physical Quantity	Name of Unit	Abbreviation
Mass	kilogram	kg
Length	meter	m
Time	second	s
Temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Electric current	ampere	A
Luminous intensity	candela	cd

ខ្នាតផ្សេងៗទៀត

TABLE 4-2

Prefixes for Units

Prefix	Abbreviation	Multiplier
yotta-	Y	10^{24}
zetta-	Z	10^{21}
exa-	E	10^{18}
peta-	P	10^{15}
tera-	T	10^{12}
giga-	G	10^{9}
mega-	M	10^{6}
kilo-	k	10^{3}
hecto-	h	10^{2}
deca-	da	10^{1}
deci-	d	10^{-1}
centi-	c	10^{-2}
milli-	m	10^{-3}
micro-	μ	10^{-6}
nano-	n	10^{-9}
pico-	p	10^{-12}
femto-	f	10^{-15}
atto-	a	10^{-18}
zepto-	z	10^{-21}
yocto-	y	10^{-24}



Expression	Abbreviation	w/w	w/v	v/v
Parts per hundred	pph (%)	g/100g	g/100mL	mL/100mL
Parts per thousand	ppt (‰)	g/kg	g/L	mL/L
		mg/g	mg/mL	µL/mL
		µg/mg	µg/µL	nL/µL
		ng/µg	ng/nL	pL/nL
		pg/ng	pg/pL	
Parts per million	ppm	mg/kg	mg/L	µL/L
		µg/g	µg/mL	nL/mL
		ng/mg	ng/µL	pL/µL
		pg/µg	pg/nL	
Parts per billion	ppb	µg/kg	µg/L	nL/L
		ng/g	ng/mL	pL/ml
		pg/mg	pg/µL	
Parts per trillion	pptr*	ng/kg	ng/L	pL/L
		pg/g	pg/mL	

*pptr is used instead of ppt to avoid confusion.

Concentration scales (cont.)

Weight / weight (w/w) basis

% (w/w) = $\left(\frac{mass\ solute(g)}{mass\ sample(g)}\right)10^2$ → percent

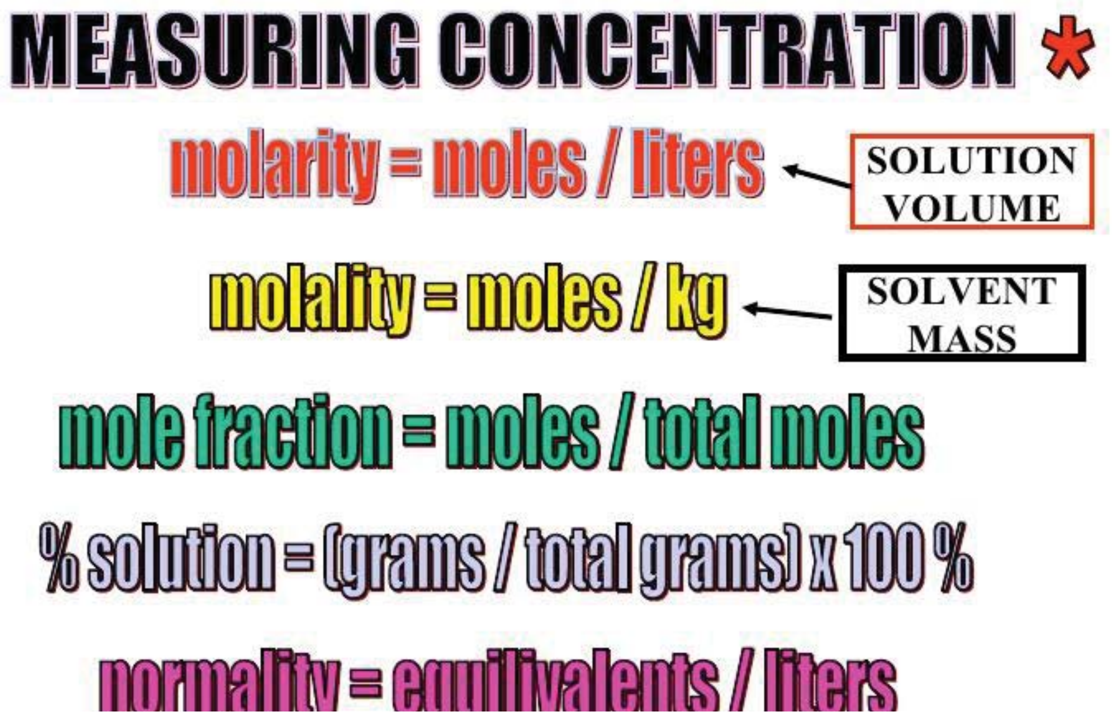
ppt (w/w) = $\left(\frac{mass\ solute(g)}{mass\ sample(g)}\right)10^3$ → ppt = parts per **thousand**

ppm (w/w) = $\left(\frac{mass\ solute(g)}{mass\ sample(g)}\right)10^6$ → ppt = parts per million

ppb (w/w) = $\left(\frac{mass\ solute(g)}{mass\ sample(g)}\right)10^9$ → ppt = parts per billion

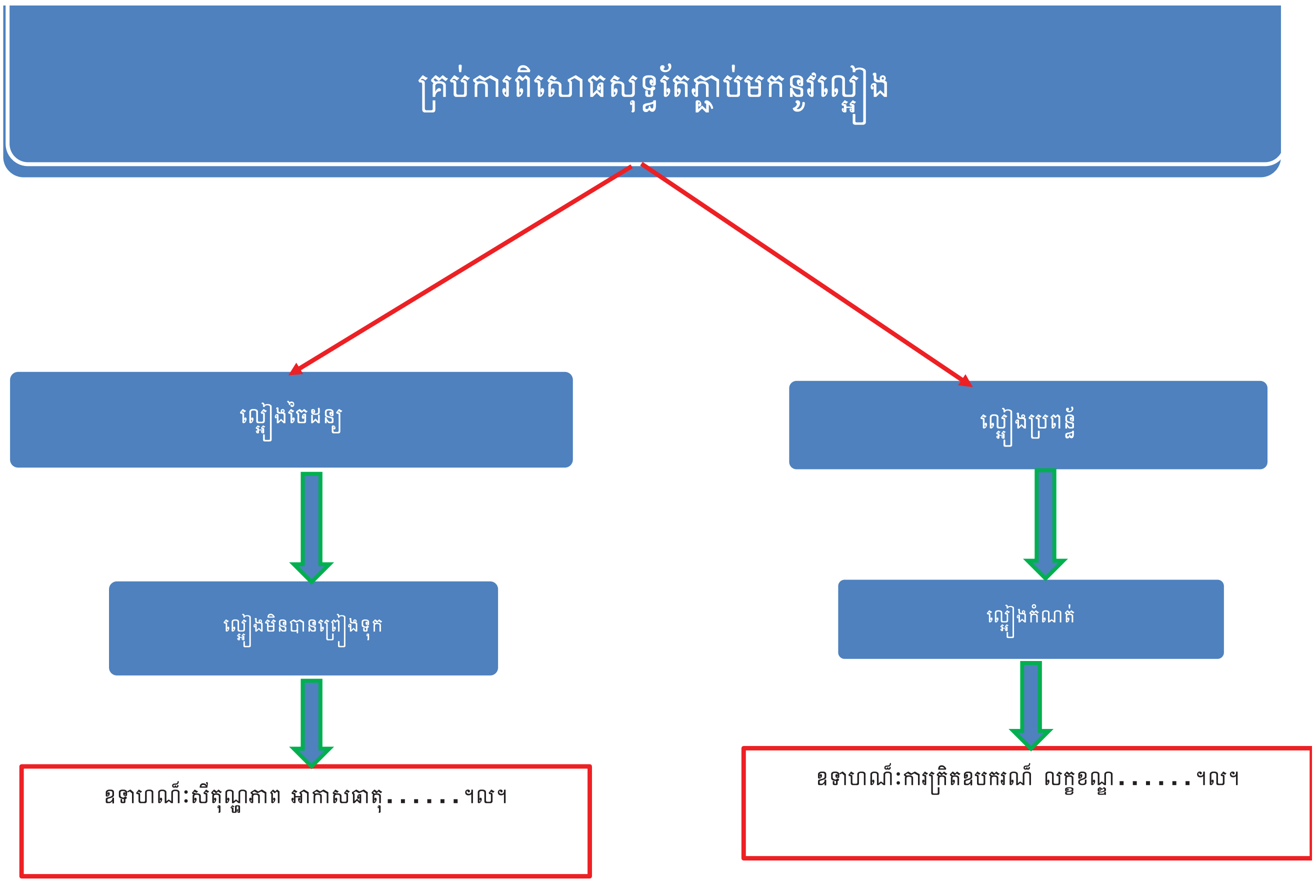
ppt (w/w) = $\left(\frac{mass\ solute(g)}{mass\ sample(g)}\right)10^{12}$ → ppt = parts per **trillion**

This scale is useful for solids or solutions.



កម្រិតល្អៀងក្នុងវិភាគគីមី

Errors in Chemical Analyses



ពិសោធន៏:កំណត់បរិមាណដែកក្នុងភាគសំណាក(គិតជាppm)

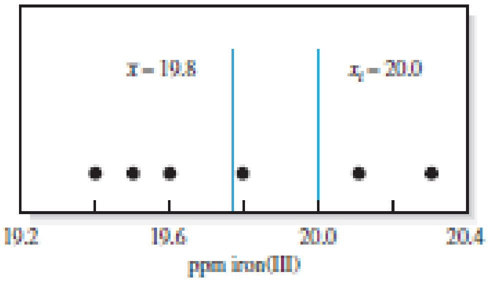


Figure 5-1 Results from six replicate determinations of iron in aqueous samples of a standard solution containing 20.0 ppm iron(III). The mean value of 19.78 has been rounded to 19.8 ppm (see Example 5-1).

រូបខាងឆ្វេង:លទ្ធផលបានមកពីការកំណត់បរិមាណដែក(III)ក្នុងភាគសំណាកទឹកចំនួន៦ដងតាមវិធីដូចៗគ្នា នៃសូលុយស្យុងស្តង់ដាដែលមានដែក(III) 20.0ppm ។តម្លៃមធ្យមគឺ19.78ppm ត្រូវបានបង្គត់ជា 19.8ppm.

EXAMPLE 5-1

Calculate the mean and median for the data shown in Figure 5-1.

Solution

$$\text{mean} = \bar{x} = \frac{19.4 + 19.5 + 19.6 + 19.8 + 20.1 + 20.3}{6} = 19.78 \approx 19.8 \text{ ppm Fe}$$

Because the set contains an even number of measurements, the median is the average of the central pair:

$$\text{median} = \frac{19.6 + 19.8}{2} = 19.7 \text{ ppm Fe}$$

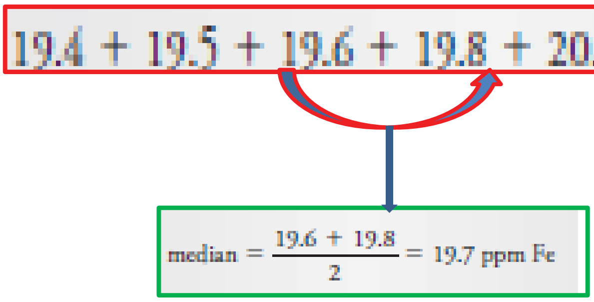
1. មធ្យម និងមេដ្យាន $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} \qquad (5\text{-}1)$$

$$\text{mean} = \bar{x} = \frac{19.4 + 19.5 + 19.6 + 19.8 + 20.1 + 20.3}{6} = 19.78 \approx 19.8 \text{ ppm Fe}$$

ដែល X_iតម្លៃនៃការវាស់នីមួយៗ, N ចំនួននៃការវាស់, Σ ផលបូក

មេដ្យាន:គឺជាមធ្យមនៃតម្លៃកណ្តាលដែលបានរៀបពីតូចទៅធំ។



ភាពជាក់លាក់(Precision):គឺជាភាពជិតបំផុតនៃលទ្ធផលដែលទទួលបានតាមវិធីដូចគ្នា។

មានពាក្យ(Terms)បីបានប្រើសម្រាប់ពិពណ៌នាពីឈុត(set)ទិន្នន័យចម្លង(replicate data)គឺ៖លំងាកស្តង់ដា វ៉ារ្យង់ និងមេគុណលំងាក។ពាក្យទាំងបីនេះជាអនុគមន៍ ថាតើតម្លៃនីមួយ X_i ហៅលំងាកពីមធ្យម d_i ៖

ដែល

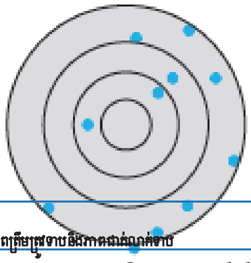
$$d_i = |x_i - \bar{x}| \qquad (5\text{-}2)$$

ភាពត្រឹមត្រូវ(Accuracy):បង្ហាញពីភាពជិតបំផុតនៃការវាស់ទៅនិងតម្លៃពិតឬតម្លៃទទួលយកបាន ណហ៊ិងបង្ហាញពីកម្រិតល្អៀង។

ល្អៀងដាច់ខាត(Absolute Error):តាងដោយEក្នុងការវាស់នៃបរិមាណXតាមសមីការ៖

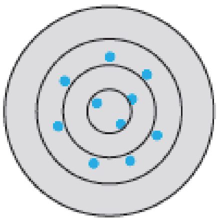
$$E = x_i - x_t \qquad (5\text{-}3)$$

ដែល X_t ជាតម្លៃពិតឬតម្លៃទទួលយកបាន។

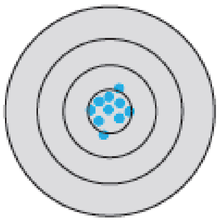


ភាពត្រឹមត្រូវទាបនិងភាពជាក់លាក់ទាប
Low accuracy, low precision

ភាពត្រឹមត្រូវទាបនិងភាពជាក់លាក់ខ្ពស់
Low accuracy, high precision



High accuracy, low precision
ភាពត្រឹមត្រូវខ្ពស់និងភាពជាក់លាក់ទាប



High accuracy, high precision
ភាពត្រឹមត្រូវខ្ពស់និងភាពជាក់លាក់ខ្ពស់

The **absolute error** of a measurement is the difference between the measured value and the true value. The sign of the absolute error tells you whether the value in question is high or low. If the measurement result is low, the sign is negative; if the measurement result is high, the sign is positive.

លម្អៀងធៀប(Relative Error)

លម្អៀងធៀបE_r គឺមានសារៈសំខាន់បែបបរិមាណជាងលម្អៀងដាច់ខាត។ភាគរយលម្អៀងធៀបគឺបានផ្តល់ឲ្យតាមរយៈកន្សោម៖

$$E_r = \frac{x_i - x_t}{x_t} \times 100\% \qquad (5\text{-}4)$$

ខ្នាតគិតជា ppt (Parts per thousand)

ឧទាហរណ៍:លម្អៀងធៀបសម្រាប់មធ្យមនៃទិន្នន័យFigure 5-1គឺ:

$$E_r = \frac{19.8 - 20.0}{20.0} \times 100\% = -1\%, \text{ or } -10 \text{ ppt}$$

ប្រភេទល្អៀងក្នុងទិន្នន័យពិសោធន៍

Types of Errors in Experimental Data

Random, or **indeterminate, errors** affect measurement precision.	**Systematic**, or **determinate, errors** affect the accuracy of results.

5B-1 Sources of Systematic Errors

There are three types of systematic errors:

- **Instrumental errors** are caused by nonideal instrument behavior, by faulty calibrations, or by use under inappropriate conditions.
- **Method errors** arise from nonideal chemical or physical behavior of analytical systems.
- **Personal errors** result from the carelessness, inattention, or personal limitations of the experimenter.

លំងាកស្តង់ដាសំណាក(Sample Standard Deviation) តាងដោយ “S”

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} d_i^2}{N-1}}$$

ដែលបរិមាណ (x_i - $\bar{x}$) តំណាងឲ្យតម្លៃលំងាកd_i នៃតម្លៃX_i ពីមធ្យម $\bar{x}$

(N – 1)ជាចំនួនដឺក្រេជាសេរី(number degrees of freedom)

An Alternative Expression for Sample Standard Deviation

To find s with a calculator that does not have a standard deviation key, the following rearrangement is easier to use than directly applying Equation 6-4:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)^2}{N}}{N-1}} \qquad (6\text{-}5)$$

វ៉ារ្យង់(S^2), Variance: ជាការ៉េនៃលំងាកស្តង់ដា។វ៉ារ្យង់S^2 គឺមានរូបមន្ត៖

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N-1} = \frac{\sum_{i=1}^{N} (d_i)^2}{N-1}$$

EXAMPLE 6-1

The following results were obtained in the replicate determination of the lead content of a blood sample: 0.752, 0.756, 0.752, 0.751, and 0.760 ppm Pb. Find the mean and the standard deviation of this set of data.

Solution

To apply Equation 6-5, we calculate $\sum x_i^2$ and $(\sum x_i)^2/N$.

Sample	x_i	x_i^2
1	0.752	0.565504
2	0.756	0.571536
3	0.752	0.565504
4	0.751	0.564001
5	0.760	0.577600
	$\sum x_i = 3.771$	$\sum x_i^2 = 2.844145$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{3.771}{5} = 0.7542 \approx 0.754 \text{ ppm Pb}$$

$$\frac{(\sum x_i)^2}{N} = \frac{(3.771)^2}{5} = \frac{14.220441}{5} = 2.8440882$$

Substituting into Equation 6-5 leads to

$$s = \sqrt{\frac{2.844145 - 2.8440882}{5 - 1}} = \sqrt{\frac{0.0000568}{4}} = 0.00377 \approx 0.004 \text{ ppm Pb}$$

លំងាកស្ដង់ដាធៀប(RSD)និងមេគុណលំងាក(CV):

Relative Standard Deviation (RSD) and Coefficien of Variation (CV)

$$\text{RSD} = s_r = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$\text{CV} = \text{RSD in percent} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

The result is often expressed in parts per thousand (ppt) or in percent by multiplying this ratio by 1000 ppt or by 100%. For example,

$$\text{RSD in ppt} = \frac{s}{\bar{x}} \times 1000 \text{ ppt}$$

Relative standard deviations often give a clearer picture of data quality than do absolute standard deviations. As an example, suppose that a copper determination has a standard deviation of 2 mg. If the sample has a mean value of 50 mg of copper, the CV for this sample is 4% $\left(\frac{2}{50} \times 100\%\right)$. For a sample containing only 10 mg, the CV is 20%.

ដាលឬ ជួរ (Spread or Range (w)

ដាលឬ ជួរ W គឺជាពាក្យផ្សេងទៀត ដែលជួនកាលបានប្រើសម្រាប់ពណ៌នាពីភាពជាក់លាក់នៃលទ្ធផលត្រាប់(replicate)។ ដាលឬ ជួរ គឺជាភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃធំបំផុតនិងតម្លៃតូចបំផុតនៃឈុត។ ដូចច្នេះ ដាលនៃទិន្នន័យក្នុង(5-1) គឺ៖(20.3-19.4)=0.9ppm, Fe ។

លំងាកស្តង់ដាធៀប(RSD)មេគុណលំងាក(CV)

Relative Standard Deviation (RSD) and Coefficient of Variation (CV)

$$\mathrm{RSD} = s_r = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$\mathrm{RSD\ in\ ppt} = \frac{s}{\bar{x}} \times 1000\ \mathrm{ppt}$$

$$\mathrm{CV} = \mathrm{RSD\ in\ percent} = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

EXAMPLE 6-1

The following results were obtained in the replicate determination of the lead content of a blood sample: 0.752, 0.756, 0.752, 0.751, and 0.760 ppm Pb. Find the mean and the standard deviation of this set of data.

Solution

To apply Equation 6-5, we calculate $\sum x_i^2$ and $(\sum x_i)^2/N$.

Sample	x_i	x_i^2
1	0.752	0.565504
2	0.756	0.571536
3	0.752	0.565504
4	0.751	0.564001
5	0.760	0.577600
	$\sum x_i = 3.771$	$\sum x_i^2 = 2.844145$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{3.771}{5} = 0.7542 \approx 0.754 \text{ ppm Pb}$$

$$\frac{\left(\sum x_i\right)^2}{N} = \frac{(3.771)^2}{5} = \frac{14.220441}{5} = 2.8440882$$

EXAMPLE 6-3

For the set of data in Example 6-1, calculate (a) the variance, (b) the relative standard deviation in parts per thousand, (c) the coefficient of variation, and (d) the spread.

Solution

In Example 6-1, we found

$$\bar{x} = 0.754 \text{ ppm Pb} \quad \text{and} \quad s = 0.0038 \text{ ppm Pb}$$

(a) $s^2 = (0.0038)^2 = 1.4 \times 10^{-5}$

(b) $\text{RSD} = \frac{0.0038}{0.754} = \times 1000 \text{ ppt} = 5.0 \text{ ppt}$

(c) $\text{CV} = \frac{0.0038}{0.754} \times 100\% = 0.50\%$

(d) $w = 0.760 - 0.751 = 0.009 \text{ ppm Pb}$

កម្រិតជឿជាក់(Confidence Level) តាងCI

$$\text{CI for } \mu = \bar{x} \pm \frac{z\sigma}{\sqrt{N}}$$ ឬ $$\mu = \bar{x} \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

t អនុគមន៍ស្ថិតិ ឬអនុគមន៍Student, Sលំងាកស្តង់ដា...

TABLE 7-3

Values of *t* for Various Levels of Probability

Degrees of Freedom	80%	90%	95%	99%	99.9%
1	3.08	6.31	12.7	63.7	637
2	1.89	2.92	4.30	9.92	31.6
3	1.64	2.35	3.18	5.84	12.9
4	1.53	2.13	2.78	4.60	8.61
5	1.48	2.02	2.57	4.03	6.87
6	1.44	1.94	2.45	3.71	5.96
7	1.42	1.90	2.36	3.50	5.41
8	1.40	1.86	2.31	3.36	5.04
9	1.38	1.83	2.26	3.25	4.78
10	1.37	1.81	2.23	3.17	4.59
15	1.34	1.75	2.13	2.95	4.07
20	1.32	1.73	2.09	2.84	3.85
40	1.30	1.68	2.02	2.70	3.55
60	1.30	1.67	2.00	2.62	3.46
∞	1.28	1.64	1.96	2.58	3.29

កិច្ចការ

១-លទ្ធផលខាងក្រោមទទួលបានពីការវិភាគអាស្ពីរីនក្នុងគ្រាប់អាស្ពីរីន

ការកំណត់	ភាគរយអាស្ពីរីនជាម៉ាស(w/w)
1	91.30
2	91.25
3	91.20
4	91.31
5	91.26

ចូរគណនា:

a- មធ្យម (Mean)

b- ចំនួចកណ្តាល (Median)

c- ពង្រីក ឬវាលដាល (Spread)

d- លំងាកស្តង់ដា (Standard Deviation)

e- មេគុណលំងាក (Coefficient of Variance)

f- ចូរគណនាតម្លៃជឿជាក់នៅ 95%

កិច្ចការ

៣-ស្រា chardonnay នៅ California បានវិភាគរកឃើញថាមានផ្ទុកអាល់កុលដូចតទៅ:

Determination	% Alcohol v/v
1	9.21%
2	9.15%
3	9.16%
4	9.18%

ចូរគណនា:

a) មធ្យមនៃឈុតទិន្នន័យ

b) មេដ្យាននៃឈុតទិន្នន័យ

c) លំងាកស្តង់ដា

d) ភាពជឿជាក់កំណត់នៅ 90% កម្រិតជាសម្ងាត់

លំនឹងអាស៊ីត បាសនិងអត្រាកម្ម(Acid-base Equilibrium and Titrations)

1. និមយន័យ:

តាម Ahhrenuis : ក្នុងឆ្នាំ1887 ដោយអ្នកវិទ្យាសាស្រ្តជនជាតិ Swedish

-អាស៊ីតជាសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹកអាចចម្លងអគ្គិសនីនិងឲ្យអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែន(H^+)។ឧទា. $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

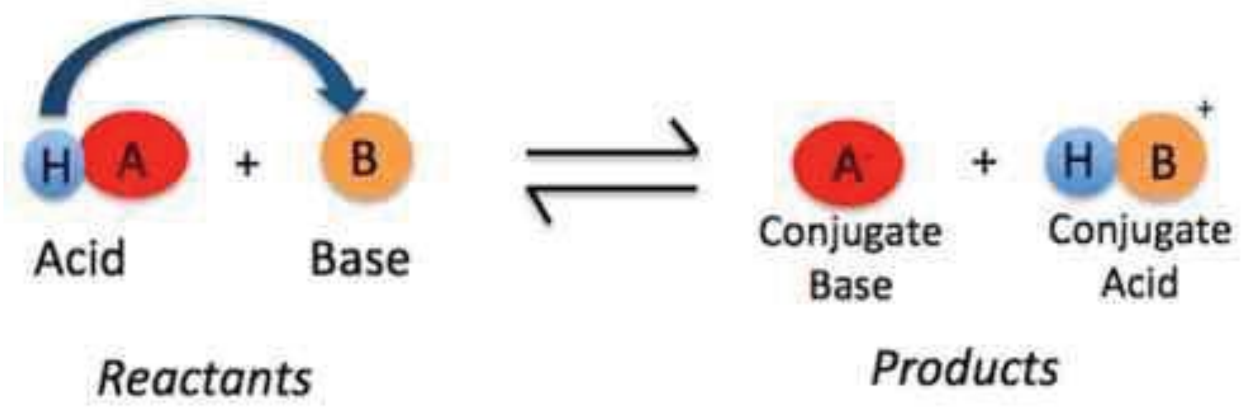
- បាសជាសារធាតុដែលរលាយក្នុងទឹកអាចចម្លងអគ្គិសនីនិងឲ្យអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត(OH^-)។ឧទា.

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

តាម Brønsted and Lowry:

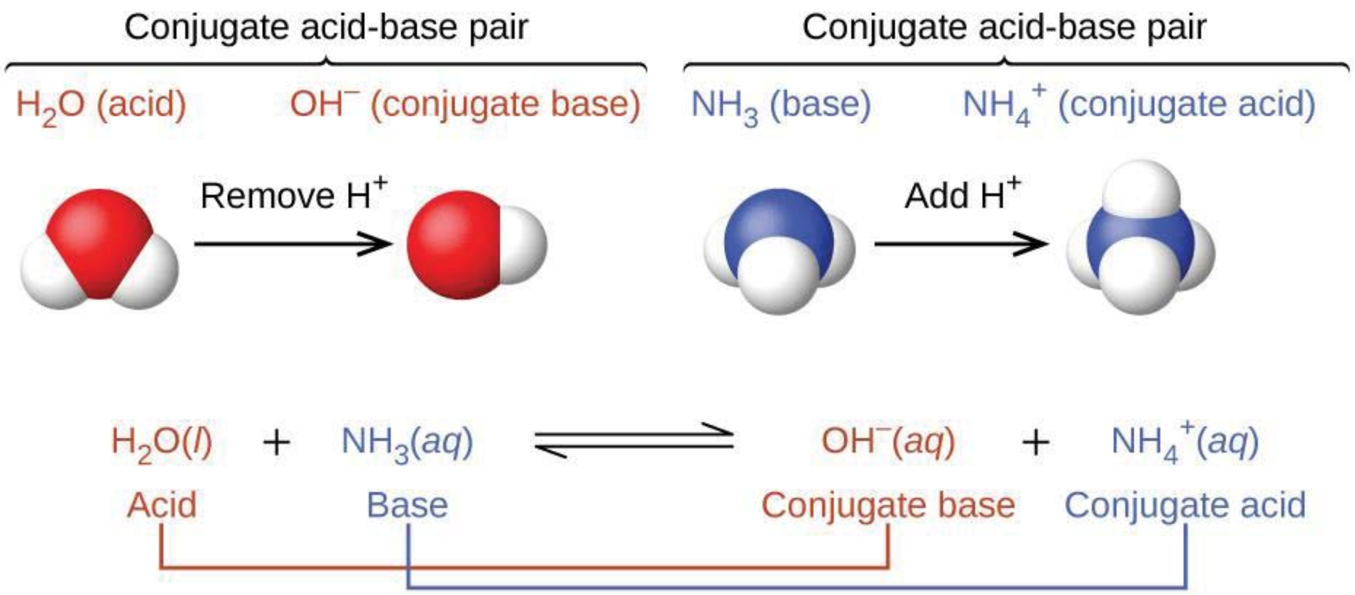
-អាស៊ីត:ជាប្រភេទគីមីទាំងឡាយណាដែលអាចឲ្យប្រូតុងក្នុងទឹក។

-បាស: ជាប្រភេទគីមីទាំងឡាយណាដែលអាចទទួលយកប្រូតុងក្នុងទឹក។

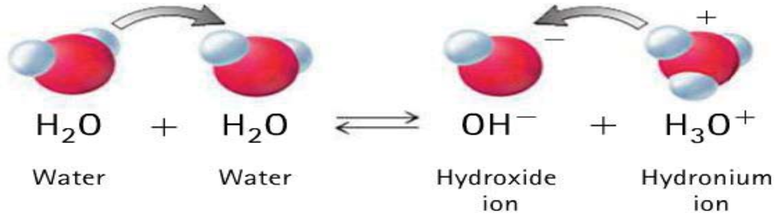


Bronsted-Lowry Acid-Base Reaction

ឧទាហរណ៍ អាស៊ីត បាស Brønsted and Lowry



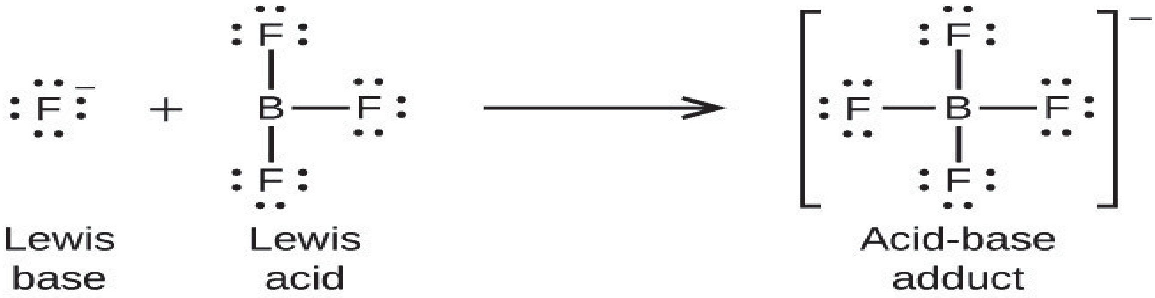
ទឹកជាសារធាតុអំផូលីត គឺអាចដើរតួអាស៊ីត–បាស**Brønsted**-Lowry



អាស៊ីត–បាស LEWIS:

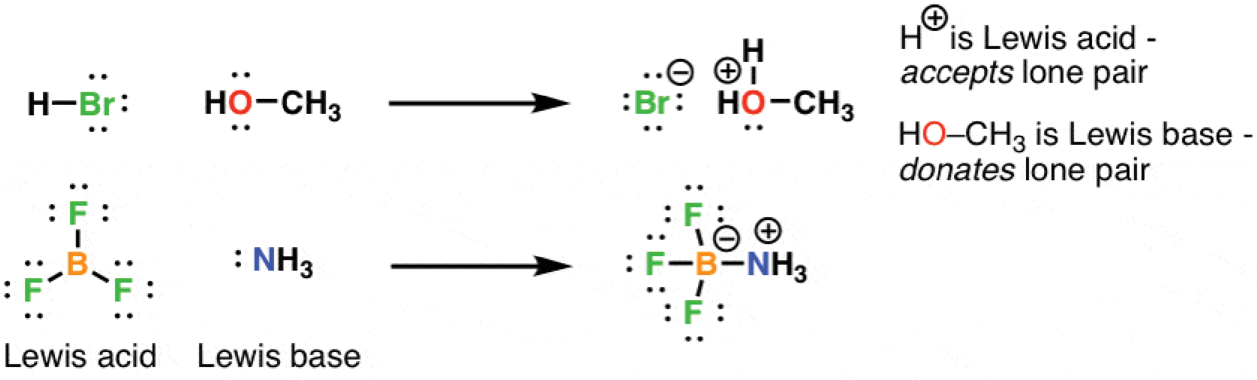
- អាស៊ីតៈជាអ្នកទទួល(acceptor)ទ្វេតាអេឡិចត្រុង

- បាសៈជាអ្នកឲ្យ(donor)ទ្វេតាអេឡិចត្រុង។**Examples** of **Lewis Bases**: OH^-, F^-, H_2O, ROH, NH_3, SO_4^{2-}, H^-, CO, PR_3, C_6H_6.



Lewis acids and bases

- Lewis acids - *accept* lone pair
- Lewis bases - *donate* lone pair



- More general definition of acidity/basicity
- All Brönsted acids/bases are also Lewis acids/bases

អាស៊ីតខ្លាំង និងបាសខ្លាំង(Strong acids and bases)

អាស៊ីតខ្លាំង:ជាអាស៊ីតទាំងឡាយដែលបំបែកសព្វ(~100%)ជាអ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុង។

បាសខ្លាំង:ជាបាសទាំងឡាយដែលបំបែកសព្វ(~100%)ជាអ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុង។

ឧទាហរណ៍:

Strong Acids	Strong Bases
HCl	LiOH
HBr	NaOH
HI	KOH
HNO_3	$Ca(OH)_2$
H_2SO_4	$Sr(OH)_2$
$HClO_4$	$Ba(OH)_2$

ការបំបែកនៃអាស៊ីត បាសខ្លាំង

Strong acids/bases

Strong acids completely dissociate (split up) into ions in aqueous solution

Eg. $HCl \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$ MONOPROTIC

$HNO_3 \rightarrow H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

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

Strong bases completely dissociate into ions in aqueous solution

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

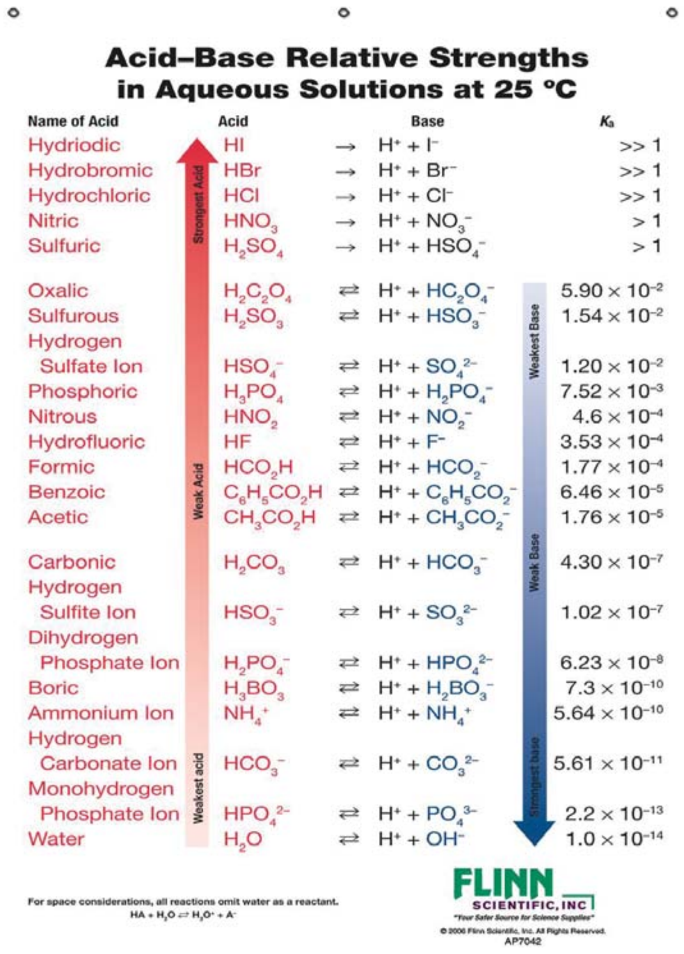
→ Note the arrow indicates COMPLETE DISSOCIATION

អាស៊ីតខ្សោយ និងបាសខ្សោយ(Weak acids and bases)

អាស៊ីតខ្សោយ:ជាអាស៊ីតទាំងឡាយដែលបំបែកមិនសព្វ(<10%)ជាអ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុង។

បាសខ្សោយ:ជាបាសទាំងឡាយដែលបំបែកមិនសព្វ (<10%)ជាអ៊ីយ៉ុង ក្នុងសូលុយស្យុង។

ឧទាហរណ៍:អាស៊ីតខ្សោយដូចជា៖ពពួកអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិច(R-COOH) និងអាស៊ីតរ៉ែមួយចំនួនដូចជា៖H_2CO_3,H_2SO_3, H_3PO_4, H_2S…



Acid–Base Relative Strengths in Aqueous Solutions at 25 °C

Name of Acid	Acid		Base	K_a
Hydriodic	HI	→	$H^+ + I^-$	>> 1
Hydrobromic	HBr	→	$H^+ + Br^-$	>> 1
Hydrochloric	HCl	→	$H^+ + Cl^-$	>> 1
Nitric	HNO_3	→	$H^+ + NO_3^-$	> 1
Sulfuric	H_2SO_4	→	$H^+ + HSO_4^-$	> 1
Oxalic	$H_2C_2O_4$	⇄	$H^+ + HC_2O_4^-$	5.90×10^{-2}
Sulfurous	H_2SO_3	⇄	$H^+ + HSO_3^-$	1.54×10^{-2}
Hydrogen Sulfate Ion	HSO_4^-	⇄	$H^+ + SO_4^{2-}$	1.20×10^{-2}
Phosphoric	H_3PO_4	⇄	$H^+ + H_2PO_4^-$	7.52×10^{-3}
Nitrous	HNO_2	⇄	$H^+ + NO_2^-$	4.6×10^{-4}
Hydrofluoric	HF	⇄	$H^+ + F^-$	3.53×10^{-4}
Formic	HCO_2H	⇄	$H^+ + HCO_2^-$	1.77×10^{-4}
Benzoic	$C_6H_5CO_2H$	⇄	$H^+ + C_6H_5CO_2^-$	6.46×10^{-5}
Acetic	CH_3CO_2H	⇄	$H^+ + CH_3CO_2^-$	1.76×10^{-5}
Carbonic	H_2CO_3	⇄	$H^+ + HCO_3^-$	4.30×10^{-7}
Hydrogen Sulfite Ion	HSO_3^-	⇄	$H^+ + SO_3^{2-}$	1.02×10^{-7}
Dihydrogen Phosphate Ion	$H_2PO_4^-$	⇄	$H^+ + HPO_4^{2-}$	6.23×10^{-8}
Boric	H_3BO_3	⇄	$H^+ + H_2BO_3^-$	7.3×10^{-10}
Ammonium Ion	NH_4^+	⇄	$H^+ + NH_3$	5.64×10^{-10}
Hydrogen Carbonate Ion	HCO_3^-	⇄	$H^+ + CO_3^{2-}$	5.61×10^{-11}
Monohydrogen Phosphate Ion	HPO_4^{2-}	⇄	$H^+ + PO_4^{3-}$	2.2×10^{-13}
Water	H_2O	⇄	$H^+ + OH^-$	1.0×10^{-14}

For space considerations, all reactions omit water as a reactant.
$HA + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + A^-$

FLINN SCIENTIFIC, INC
"Your Safer Source for Science Supplies"
© 2006 Flinn Scientific, Inc. All Rights Reserved.
AP7042

Weak Acids

- Donate only one H^+
- Do not dissociate at 100%

For a Weak Acid: $HA_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

The higher the K_a, the stronger the acid

For a weak acid, $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$

At equilibrium $K_a = \dfrac{[H^+][A^-]}{[HA]}$

As position of equilibrium is considerably shifted to the left,

Assume, $[HA]_{initial} = [HA]_{equilibrium}$ and $[H^+]_{equilibrium} = [A^-]_{equilibrium}$

Then, $K_a = \dfrac{[H^+][H^+]}{[HA]} = \dfrac{[H^+]^2}{[HA]}$

$[H^+]^2 = [HA]K_a$

$[H^+] = \sqrt{[HA]K_a}$

$pH = -\log(\sqrt{[HA]K_a})$ where [HA]=initial concentration of weak acid HA

$$H_3PO_4(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + H_2PO_4^-(aq)$$

$$K_{a1} = \frac{[H_2PO_4^-][H_3O^+]}{[H_3PO_4]} = 7.11 \times 10^{-3}$$

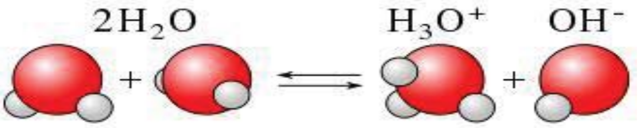
$$H_2PO_4^-(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq)$$

$$K_{a2} = \frac{[HPO_4^{2-}][H_3O^+]}{[H_2PO_4^-]} = 6.32 \times 10^{-8}$$

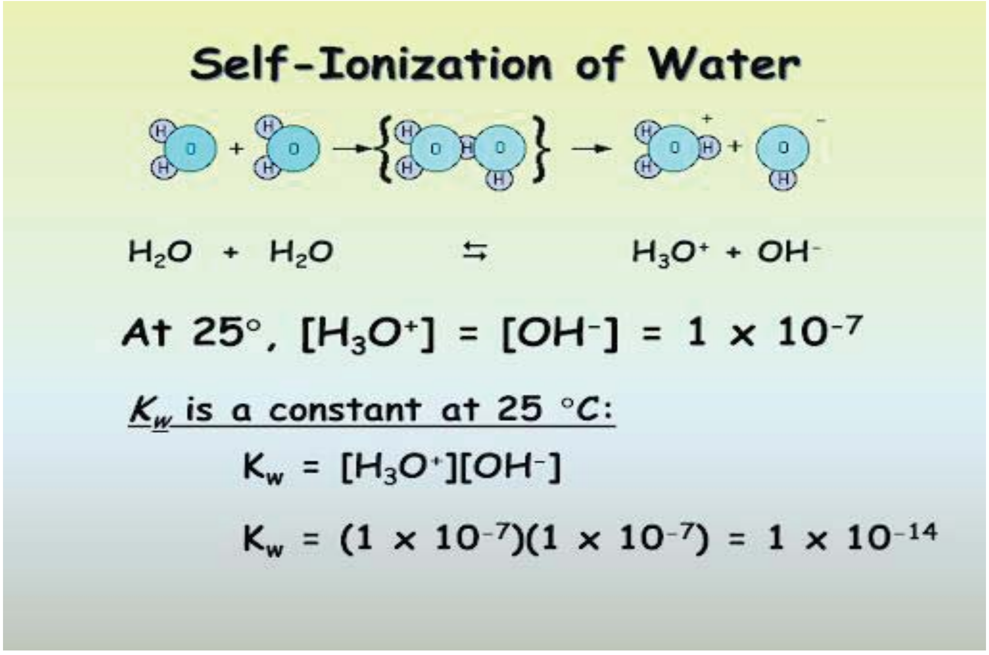
$$HPO_4^{2-}(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$$

$$K_{a3} = \frac{[PO_4^{3-}][H_3O^+]}{[HPO_4^{2-}]} = 4.5 \times 10^{-13}$$

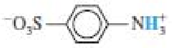
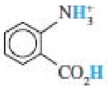
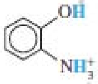
អ៊ីយ៉ុងកម្មនៃទឹក



water molecule dissociation



APPENDIX G Acid Dissociation Constants

		Ionic strength (μ) = 0		μ = 0.1 M[§]
Name	Structure*	pK_a[†]	K_a[‡]	pK_a[†]
Acetic acid (ethanoic acid)	CH_3CO_2H	4.756	1.75×10^{-5}	4.56
Alanine	NH_3^+ | $CHCH_3$ | CO_2H	2.344 (CO_2H) 9.868 (NH_3)	4.53×10^{-3} 1.36×10^{-10}	2.33 9.71
Aminobenzene (aniline)		4.601	2.51×10^{-5}	4.64
4-Aminobenzenesulfonic acid (sulfanilic acid)		3.232	5.86×10^{-4}	3.01
2-Aminobenzoic acid (anthranilic acid)		2.08 (CO_2H) 4.96 (NH_3)	8.3×10^{-3} 1.10×10^{-5}	2.01 4.78
2-Aminoethanethiol (2-mercaptoethylamine)	$HSCH_2CH_2NH_3^+$	— —		8.21 (SH) 10.73 (NH_3)
2-Aminoethanol (ethanolamine)	$HOCH_2CH_2NH_3^+$	9.498	3.18×10^{-10}	9.52
2-Aminophenol		4.70 (NH_3) (20°) 9.97 (OH) (20°)	2.0×10^{-5} 1.05×10^{-10}	4.74 9.87
Ammonia	NH_4^+	9.245	5.69×10^{-10}	9.26
Arginine	NH_3^+ | $CHCH_2CH_2CH_2NHC(=NH_2^+)NH_2$ | CO_2H	1.823 (CO_2H) 8.991 (NH_3) — (NH_2)	1.50×10^{-2} 1.02×10^{-9} —	2.03 9.00 (12.1)

© W.H. FREEMAN 2010

Table 10.4
Some dissociation constants in aqueous solution at 298K

	Equilibrium					K_a or K_b
Acetic acid	CH_3COOH	+	$H_2O = H_3O^+$	+	CH_3COO^-	1.8×10^{-5}
Hydrogen cyanide	HCN	+	$H_2O = H_3O^+$	+	CN^-	4.8×10^{-10}
Hydrogen fluoride	HF	+	$H_2O = H_3O^+$	+	F^-	6.8×10^{-4}
Nitrous acid	HNO_2	+	$H_2O = H_3O^+$	+	NO_2^-	4.5×10^{-4}
Monochloro acetic acid	$ClCH_2COOH$	+	$H_2O = H_3O^+$	+	$ClCH_2COO^-$	1.4×10^{-3}
Phenol	C_6H_5OH	+	$H_2O = H_3O^+$	+	$C_6H_5O^-$	1.3×10^{-10}
Hydrogen sulfide	H_2S	+	$H_2O = H_3O^+$	+	HS^-	1.1×10^{-7} (= K_1 for H_2S)
Hydrogensulfide ion	HS^-	+	$H_2O = H_3O^+$	+	$S^=$	1×10^{-14} (= K_2 for H_2S)
Carbonic acid	$H_2O + CO_2^*$	+	$H_2O = H_3O^+$	+	HCO_3^-	4.2×10^{-7} (= K_1 for H_2CO_3)
Hydrogencarbonate ion	HCO_3^-	+	$H_2O = H_3O^+$	+	$CO_3^=$	4.8×10^{-11} (= K_2 for H_2CO_3)
Phosphoric acid	H_3PO_4	+	$H_2O = H_3O^+$	+	$H_2PO_4^-$	7.5×10^{-3} (= K_1 for H_3PO_4)
Dihydrogenphosphate ion	$H_2PO_4^-$	+	$H_2O = H_3O^+$	+	HPO_4^{2-}	6.2×10^{-8} (= K_2 for H_3PO_4)
Hydrogenphosphate ion	HPO_4^{2-}	+	$H_2O = H_3O^+$	+	PO_4^{3-}	1×10^{-12} (= K_3 for H_3PO_4)
Ammonia**	NH_3	+	$H_2O = NH_4^+$	+	OH^-	1.8×10^{-5}
Methylamine	CH_3NH_2	+	$H_2O = CH_3NH_3^+$	+	OH^-	5.0×10^{-4}
Dimethylamine	$(CH_3)_2NH$	+	$H_2O = (CH_3)_2NH_2^+$	+	OH^-	7.4×10^{-4}
Trimethylamine	$(CH_3)_3N$	+	$H_2O = (CH_3)_3NH^+$	+	OH^-	7.4×10^{-5}
Aniline	$C_6H_5NH_2$	+	$H_2O = C_6H_5NH_3^+$	+	OH^-	4.0×10^{-10}

សូលុយស្យុងតំប៉ុង(Buffer Solution):ជាសូលុយស្យុងទឹកនៃល្បាយរវាងអាស៊ីត

ខ្សោយ និងបាសឆ្លាស់របស់វា ឬ ច្រាសមកវិញ។ pH របស់ប្រែប្រួលតិចតួច កាលណាគេបន្ថែមបរិមាណបន្តិចបន្តួចនៃអាស៊ីតខ្លាំងឬបាសខ្លាំងលើវា(តំប៉ុង)។

Examples of Buffer Solutions

- Buffers are often prepared by mixing a **weak acid** or a **weak base**, with a **salt** of that acid or base.
- CH_3COOH and CH_3COO^- (acidic buffer)
  (Weak Acid) Salt such as CH_3COONa
- NH_3 and NH_4^+ (basic buffer)
  Salt such as NH_4Cl

Acid or Base	Salt
Acetic acid	Sodium acetate
Phosphoric acid	Potassium phosphate
Oxalic acid	Lithium oxalate
Carbonic acid	Sodium carbonate
Ammonium hydroxide	Ammonium nitrate

How to calculate pH of buffer?

Henderson-Hasselbalch Equation

- For any buffer solution when a valid approximation is applied, its equilibrium expression is:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

HA is the weak acid
A^- is the conjugate base

$$[H^+] = \frac{K_a [HA]}{[A^-]}$$

$$-\log [H^+] = -\log K_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[conjugate\ base]}{[weak\ acid]}$$

From H-H equation, when the concentrations of the weak acid and its conjugate base in a buffer are equal, its pH = its pK_a.
The slight change in the pH of the buffer is due to change in the concentrations of the weak acid and its conjugate base when small amounts of either H^+ or OH^- ions are added to the buffer.

Henderson-Hasselbalch Equation

$$HA = H^+ + A^- \qquad K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

An especially convenient form of the equilibrium equation is obtained by re-writing the equilibrium expression using logs -

$$\log_{10} K_a = \log_{10} [H^+] + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$-pK_a = -pH + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$pH = pK_a + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Henderson-Hasselbalch Equation

ទង្វើសូលុយស្យុងតំប៉ុង

pH=4 ត្រូវការ Vol. 164mL of 0.1M acetic acid និងVol. 36mL of 0.1M sodium acetate ។

pH=6.8 ត្រូវការ vol. 23.65mL of 0.2M NaOH with 50 mL of 0.2M KH_2PO_4 និង ពង្រាវទៅជា 200mL សូលុយស្យុង។

pH=10 ត្រូវការ4.47g Sodium tetraborate($Na_2B_4O_7$) និង 183mL នៃ0.10M NaOH និងពង្រាវទៅជា 1L សូលុយស្យុង។

https://www.pharmaguideline.com/2010/09/preparation-of-buffer-solutions.html#gsc.tab=0

បម្រើបម្រាស់សូលុយស្យុងតំប៉ុង

ប្រើក្នុង៖គីមី គីមីជីវៈ ជីវវិទ្យា ឧស្សាហកម្ម។ល។ (ពន្យល់បន្ថែម)

Biological Uses

In biological systems (saliva, stomach, and blood) it is essential that the pH stays 'constant' in order for any processes to work properly.
e.g. If the pH of blood varies by 0.5 it can lead to unconsciousness and coma.

Most enzymes work best at particular pH values.

Other Uses Many household and cosmetic products need to control their pH values.

Shampoo Buffer solutions counteract the alkalinity of the soap and prevent irritation

Baby lotion Buffer solutions maintain a pH of about 6 to prevent bacteria multiplying

Others Washing powder, eye drops, fizzy lemonade

ការគណនាpHរបស់សូលុយស្យុងអាស៊ីត-បាស

ការគណនា របស់សូលុយស្យុងអាស៊ីតឬបាសខ្លាំង

Calculation of pH of strong acids and bases

$pH = -\log[H^+]$

$pOH = -\log[OH^-]$

$pH + pOH = 14$

0.01 M HCl

0.1 M NaOH

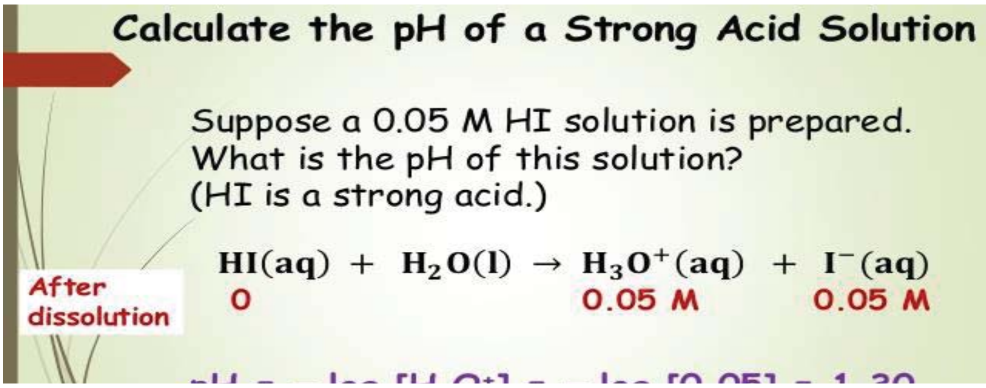


Table 6-1. pH Formula Summary

Remaining Species	Formulas
Strong Acid	$[H_3O^+] = [SA]$ $pH = -\log[H_3O^+]$
Weak Acid	$[H_3O^+] = (K_a \times c_{wa})^{1/2}$ $pH = -\log[H_3O^+]$
Strong Base	$[OH^-] = [SB]$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pH = 14 - pOH$
Weak Base	$K_b = K_w / K_a$ $[OH^-] = (K_b \times c_{wb})^{1/2}$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pH = 14 - pOH$
Weak Acid & Weak Base	pH = pKa + log (mmol base / mmol acid)

ការគណនា របស់សូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ

Weak acids

Weak acids (pK_a is positive) dissolve hardly at all in water:

$$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

	HA		A^-	H_3O^+
initially:	[HA]		0	0
finally:	[HA]		$[A^-]$	$[H_3O^+]$

$$[HA]_{final} = [HA]_{initial} \text{ and } [A^-] = [H_3O^+]$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log\sqrt{K_a[HA]}$$

Chemical Equations

1) Weak acid **HA dissociation**

$$HA \rightleftharpoons A^- + H^+ \qquad K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

2) Conjugate **base reaction** with water

$$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^- \qquad K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

3) **Water autoionization**

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \qquad K_w = [H^+][OH^-] = 1\times10^{-14}$$

pH Weak Acid (II)

3g of benzoic acid (M_r=122) are dissolved in 100cm^3 of pure water. Calculate the pH of the resulting solution.

$K_a = 6.31 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}

For a weak acid, assume [HA] initial= [HA] at equilibrium and assume [H$^+$]=[A$^-$] at equilibrium

$$[Benzoic_acid] = \frac{\frac{3}{122}}{\frac{100}{1000}} = 0.2459$$

$$pH = -\log(\sqrt{[HA] \times K_a})$$

pH= 2.405

$$K_a = \frac{[A^-][H^+]}{[HA]}$$

$$Weak_Acid: [H^+] = [A^-]$$

$$K_a = \frac{[H^+]^2}{[HA]}$$

$$[H^+]^2 = [HA] \times K_a$$

$$[H^+] = \sqrt{[HA] \times K_a}$$

$$pH = -\log(\sqrt{[HA] \times K_a})$$

Table 6-1. pH Formula Summary

Remaining Species	Formulas
Strong Acid	$[H_3O^+] = [SA]$ $pH = -\log[H_3O^+]$
Weak Acid	$[H_3O^+] = (K_a \times c_{wa})^{1/2}$ $pH = -\log[H_3O^+]$
Strong Base	$[OH^-] = [SB]$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pH = 14 - pOH$
Weak Base	$K_b = K_w / K_a$ $[OH^-] = (K_b \times c_{wb})^{1/2}$ $pOH = -\log[OH^-]$ $pH = 14 - pOH$
Weak Acid & Weak Base	pH = pKa + log (mmol base / mmol acid)

អត្រាកម្មអាស៊ីត-បាស(Acids- Bases Titrations)

និយមន័យៈអត្រាកម្មជាបច្ចេកទេសវិភាគបែបមាឌ ប្រើដើម្បីរកបរិមាណនៃសារធាតុមិនស្គាល់(ភាគសំណាក) ដោយប្រើបរិមាណនៃសារធាតុបានស្គាល់(ស្តង់ដាឬ អត្រាករ)ដោយប្រើអង្គធាតុចង្អុលព័ណសម្រាប់កំណត់ចំណុចសមមូល។

អត្រាកម្មចែកជា៖

- ☞ អត្រាកម្មអាស៊ីត-បាស
- ☞ អត្រាកម្មកករ
- ☞ អត្រាកម្មអុកស៊ីដូ-រេដុកម្ម
- ☞ អត្រាកម្មកុំផ្លិច

ស្តង់ដា ឬ អត្រាករមាន៖ស្តង់ដាទី១ និងស្តង់ដាទី២

លក្ខណៈសារធាតុស្តង់ដាទី១

១/មានកម្រិតសុទ្ធខ្ពស់រហូតដល់99.99%

២/ស្ថេរភាពក្នុងបរិយាកាស

៣/ងាយរលាយក្នុងទឹក

៤/ប្រតិកម្មភ្លាមៗជាមួយធាតុបន្ទាល់

៥/ម៉ាសម៉ូលធំ (ចាប់ពី100g/mol ឡើងទៅ

៦/តម្លៃសមរម្យ

ឧទា. Na_2CO_3, $Na_2C_2O_4.2H_2O$, $KHC_8H_4O_4$(KHP), $KMnO_4$…..

រូបអត្រាកម្ម

អង្គធាតុចង្អុលព័ណនិយមប្រើក្នុងអត្រាកម្មអាស៊ីត-បាស

Some Important Acid/Base Indicators

Common Name	Transition Range, pH	pK_a*	Color Change†	Indicator Type‡
Thymol blue	1.2–2.8	1.65§	R – Y	1
	8.0–9.6	8.96§	Y – B	
Methyl yellow	2.9–4.0		R – Y	2
Methyl orange	3.1–4.4	3.46§	R – O	2
Bromocresol green	3.8–5.4	4.66§	Y – B	1
Methyl red	4.2–6.3	5.00§	R – Y	2
Bromocresol purple	5.2–6.8	6.12§	Y – P	1
Bromothymol blue	6.2–7.6	7.10§	Y – B	1
Phenol red	6.8–8.4	7.81§	Y – R	1
Cresol purple	7.6–9.2		Y – P	1
Phenolphthalein	8.3–10.0		C – R	1
Thymolphthalein	9.3–10.5		C – B	1
Alizarin yellow GG	10–12		C – Y	2

*At ionic strength of 0.1.

†B = blue; C = colorless; O = orange; P = purple; R = red; Y = yellow.

‡(1) Acid type: $HIn + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + In^-$; (2) Base type: $In + H_2O \rightleftharpoons InH^+ + OH^-$

§For the reaction $InH^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + In$

អត្រាកម្មអាស៊ីត-បាស

អត្រាកម្មអាស៊ីតខ្លាំងជាមួយបាសខ្លាំង: ជាប្រតិកម្មសព្វ។

ឧទា. HCl + NaOH NaCl + H_2O

ក្នុងអត្រាកម្មនេះចែកចេញជាបីដំបន់ខុសៗគ្នា៖

- ➪មុនចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីត(pH<7.00)
- ➪ នៅចំនុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងណឺត (pH =7.00)
- ➪ ក្រោយចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងបាស (pH>7.00)

Generate the hypothetical titration curve for the titration of 50.00 ml
0.0500 M HCl with 0.1000 M NaOH at 25°C.

Changes in pH during the Titration of a Strong Acid with a Strong Base

Volume of NaOH, mL	pH	
	50.00 mL of 0.0500 M HCl with 0.100 M NaOH	50.00 mL of 0.000500 M HCl with 0.00100 M NaOH
0.00	1.30	3.30
10.00	1.60	3.60
20.00	2.15	4.15
24.00	2.87	4.87
24.90	3.87	5.87
25.00	7.00	7.00
25.10	10.12	8.12
26.00	11.12	9.12
30.00	11.80	9.80

ខ្សែកោងអត្រាកម្មអាស៊ីតខ្លាំងជាមួយបាសខ្លាំង

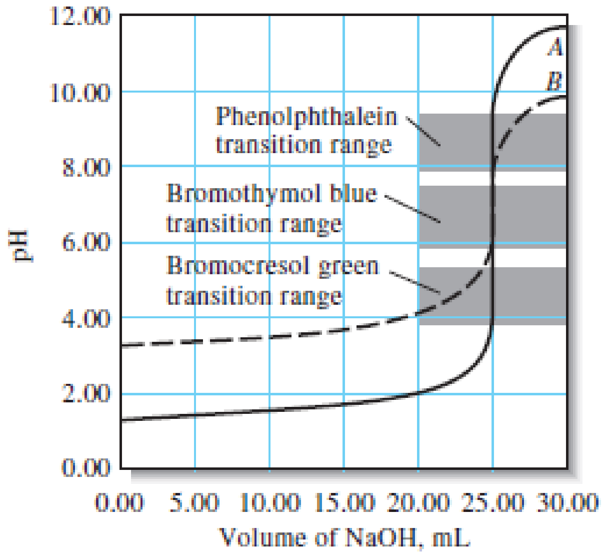


Figure 14-3 Titration curves for HCl with NaOH. Curve *A*: 50.00 mL of 0.0500 M HCl with 0.1000 M NaOH. Curve *B*: 50.00 mL of 0.000500 M HCl with 0.00100 M NaOH.

អត្រាកម្មម៉ូណូអាស៊ីតខ្សោយជាមួយបាសខ្លាំង

ឧទា. $CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONA + H_2O$

ក្នុងអត្រាកម្មនេះចែកចេញជាបួនដំបន់ខុសៗគ្នា៖

១/មុនបន្ថែមអត្រាករ(ស្តង់ដា) ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ(pH<7.00)

២/មុនចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង(ប្រើសមីការ Henderson)

៣/នៅចំនុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ(8.0<pH<9.0)

៤/ក្រោយចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងបាសខ្លាំង (pH>12)

Henderson Hasselbalch Equation

$$pH = pK_a + \log\frac{[conjugate\ base]}{[weak\ acid]} \text{ (for weak acid)}$$

$$pOH = pK_b + \log\frac{[conjugate\ acid]}{[weak\ base]} \text{ (for weak base)}$$

TABLE 14-3

Changes in pH during the Titration of a Weak Acid with a Strong Base

Volume of NaOH, mL	pH: 50.00 mL of 0.1000 M HOAc with 0.1000 M NaOH	pH: 50.00 mL of 0.001000 M HOAc with 0.001000 M NaOH
0.00	2.88	3.91
10.00	4.15	4.30
25.00	4.76	4.80
40.00	5.36	5.38
49.00	6.45	6.46
49.90	7.46	7.47
50.00	8.73	7.73
50.10	10.00	8.09
51.00	11.00	9.00
60.00	11.96	9.96
70.00	12.22	10.25

ខ្សែកោងអត្រាកម្ម

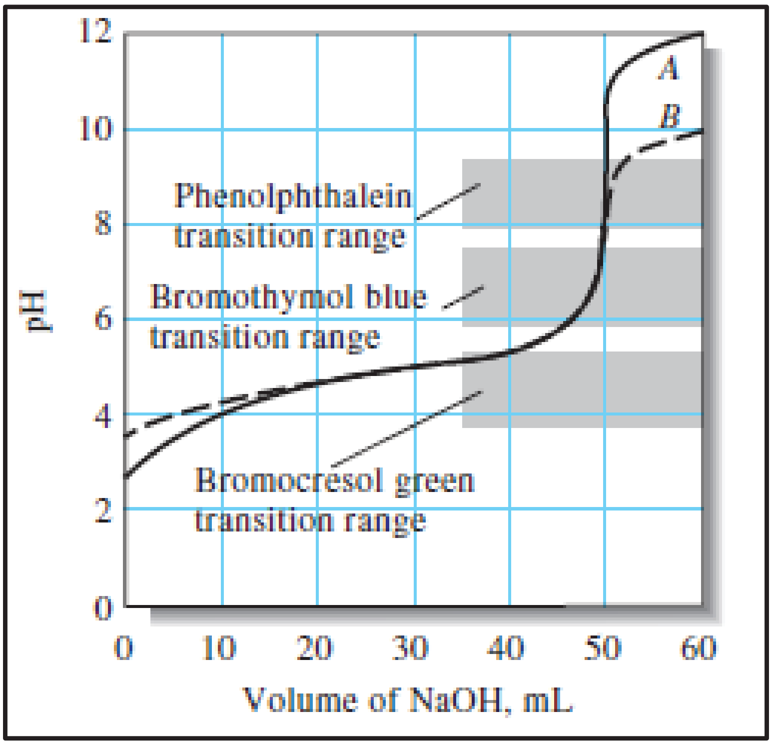
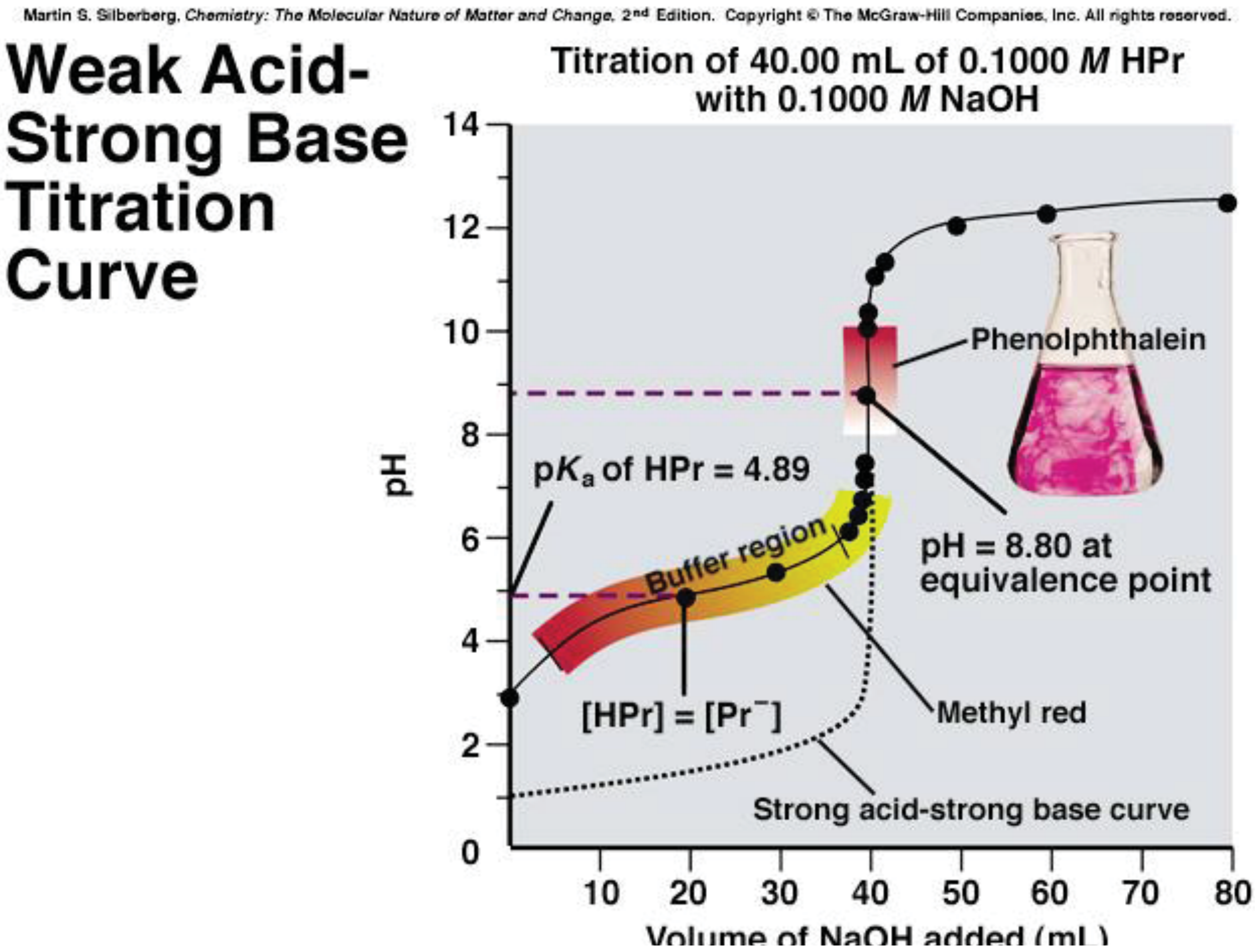


Figure 14-5 Curve for the titration of acetic acid with sodium hydroxide. Curve A: 0.1000 M acid with 0.1000 M base. Curve B: 0.001000 M acid with 0.001000 M base.



អត្រាកម្មម៉ូឡាបាសខ្សោយជាមួយអាស៊ីតខ្លាំង

ឧ៣. $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$

ក្នុងអត្រាកម្មនេះចែកចេញជាបួនដំបន់ខុសៗគ្នា៖

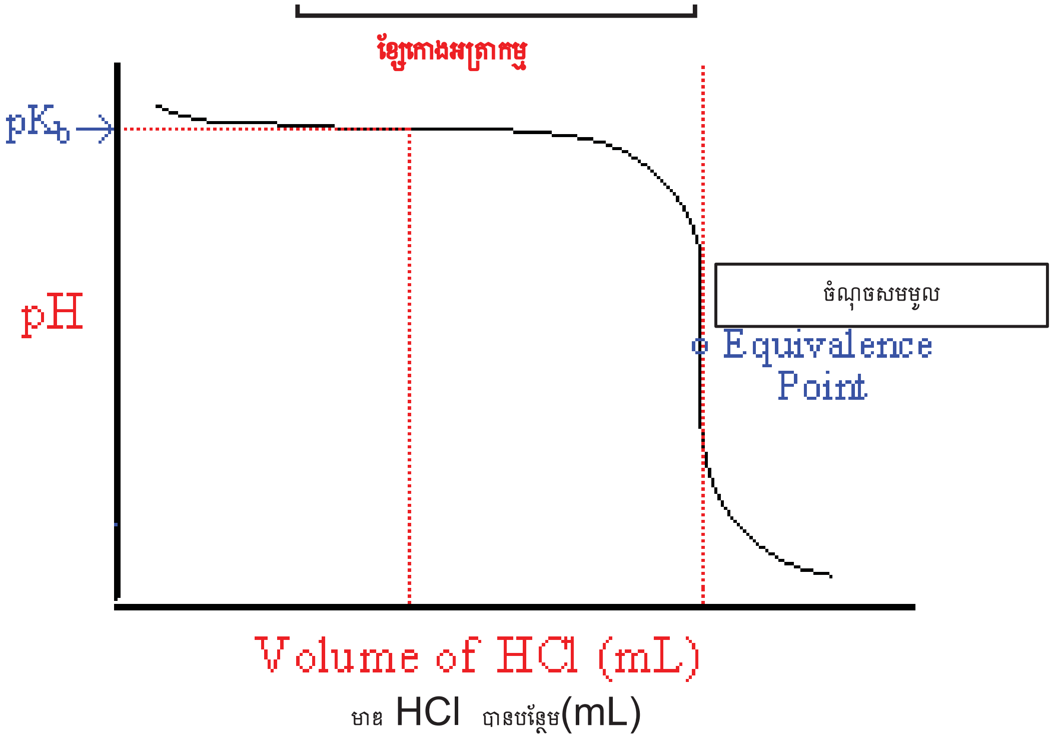
១/មុនបន្ថែមស្តង់ដា(HCl) ជាសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ(NH_3)

២/មុនចំនុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង(ប្រើសមីការ Henderson)

៣/នៅចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ (NH_4Cl)

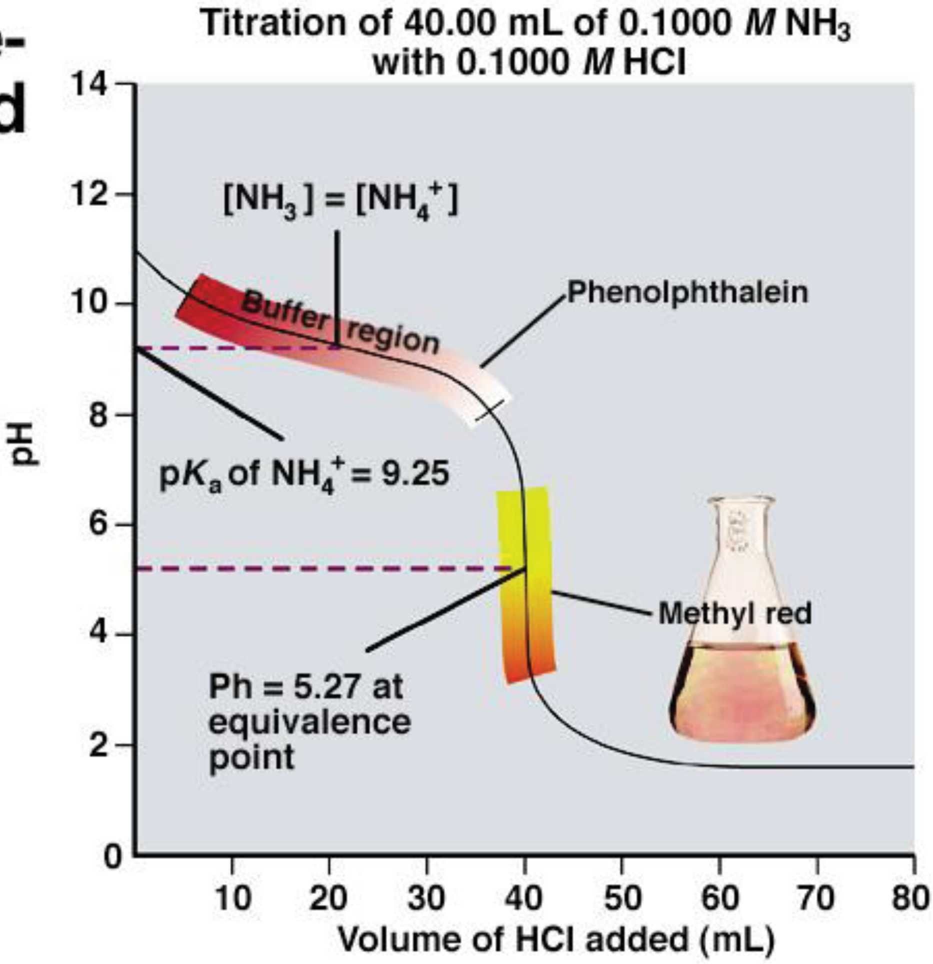
៤/ក្រោយចំណុចសមមូល ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្លាំង(HCl)

ចំណាំ:ក្នុងអត្រាកម្មនេះគេប្រើមេទីលក្រហម(MR) ជាអង្គធាតុចង្អុលព៌ណ។

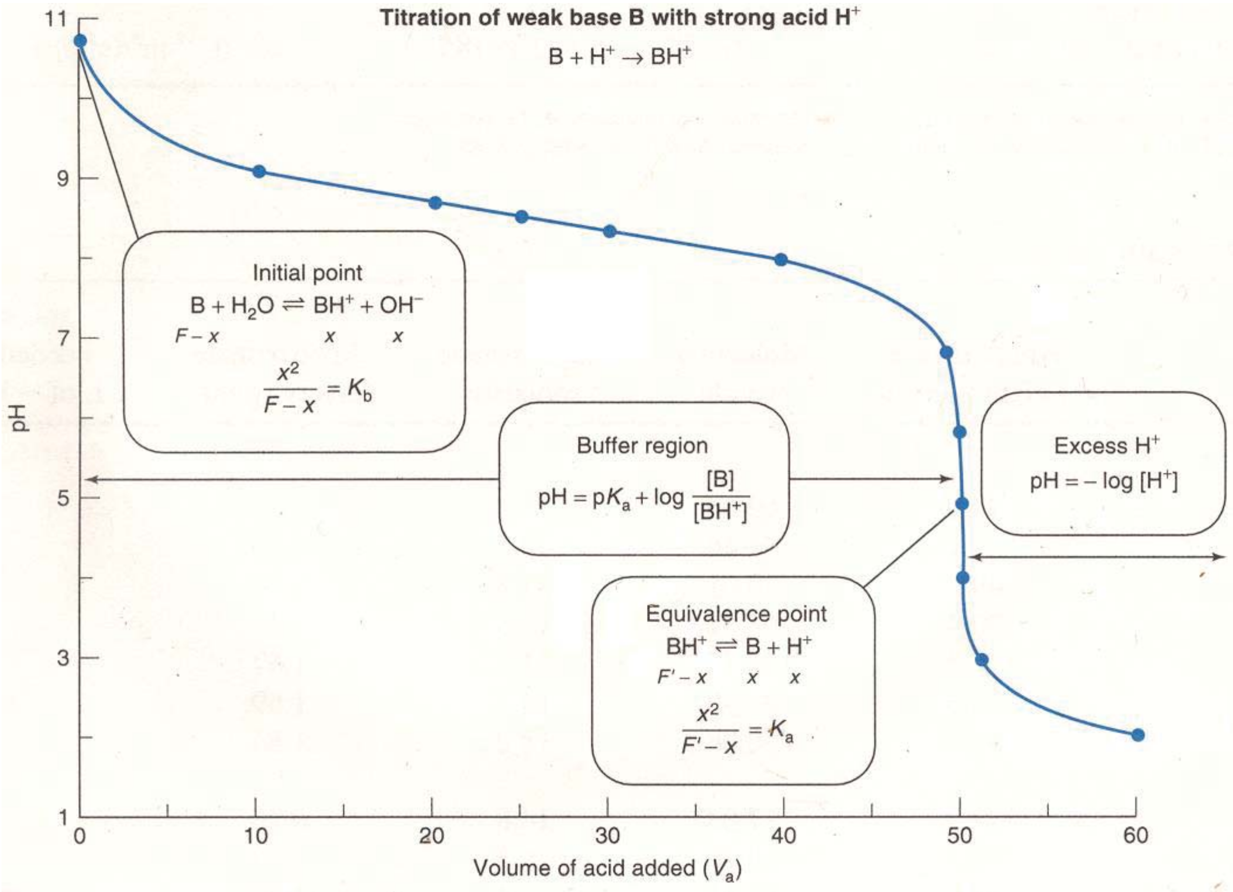


Martin S. Silberberg, *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*, 2nd Edition. Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Weak Base-Strong Acid Titration Curve



TITRATION OF A WEAK BASE WITH A STRONG ACID



- **Where is the equivalence point?**

អត្រាកម្មប៉ូលីអាស៊ីតជាមួយបាសខ្លាំង

ប៉ូលីអាស៊ីតតាង(H_2A) ដូចជា៖ H_2CO_3,H_2SO_3, $H_2C_2O_4$. H_2S, H_3PO_4…..

សមីការអត្រាកម្ម៖

តាង H_2A ជាឌីអាស៊ីតយើងបាន៖

$$H_2A + NaOH \longrightarrow NaHA + H_2O$$

$$NaHA + NaOH \longrightarrow Na2A + H_2O$$

ម្យ៉ាងទៀត៖ $H_2A + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HA^- \quad K_{a1}$

$$HA^- + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + A^{2-} \quad K_{a2}$$

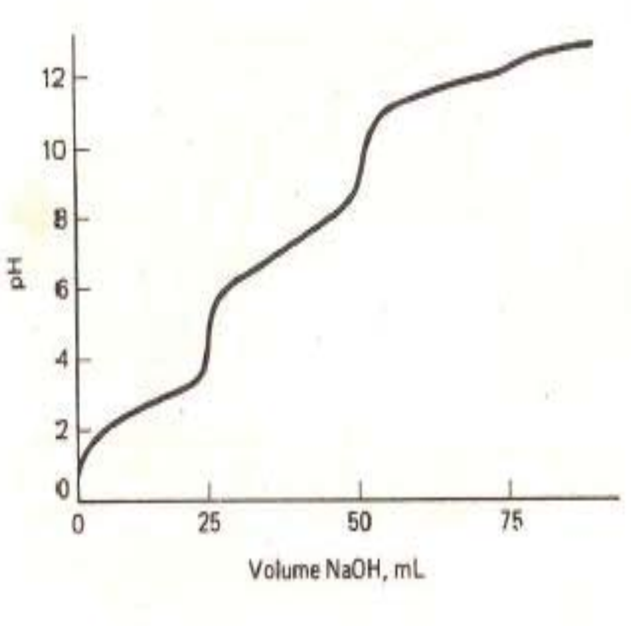
ដោយ NaHA មានលក្ខណៈទ្វេ គឺជាអាស៊ីតផង និងជាបាសផង (សារធាតុអំផូទែ) ។

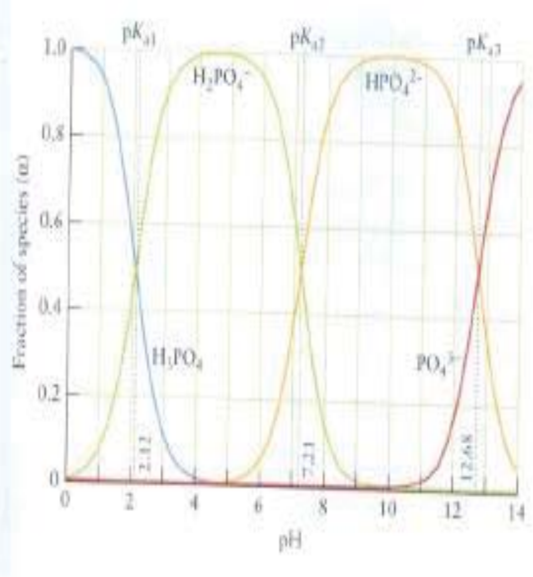
$$NaHA \longrightarrow Na^+(aq) + HA^-(aq)$$

ដបនទាងខនេអត្រាកម្ម

តំបន់ (Region)	ភាគផ្សំចំបង(major constituents)	ការបង្កើតអោយមានឡើង (comment)
១- មុនបន្ថែមសូលុយស្យុងអត្រា	H_2A	ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ
២- នៅមុនចំនុចសមមូលទី១	H_2A + NaHA	ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង (Buffer solution)
៣- នៅចំនុចសមមូលទី ១	NaHA	ជាសារធាតុអំផូទែ Amphiprotic Substance
៤-ចន្លោះចំនុចសមមូលទី ១ & ២	NaHA + Na_2A	ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង (Buffer solution)
៥-នៅចំនុចសមមូលទី ២	Na_2A	ជាសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ
៦- ក្រោយចំនុចសមមូលទី២	Na_2A + NaOH	ជាសូលុយស្យុងបាសខ្លាំង (NaOH)

ខ្សែកោងអត្រាកម្ម





អត្រាកម្មប៉ូលីបាសជាមួយអាស៊ីតខ្លាំង

ប៉ូលីបាសដូចជា៖ Na_2CO_3, $Na_2C_2O_4$, Na_2S, Na_3PO_3..

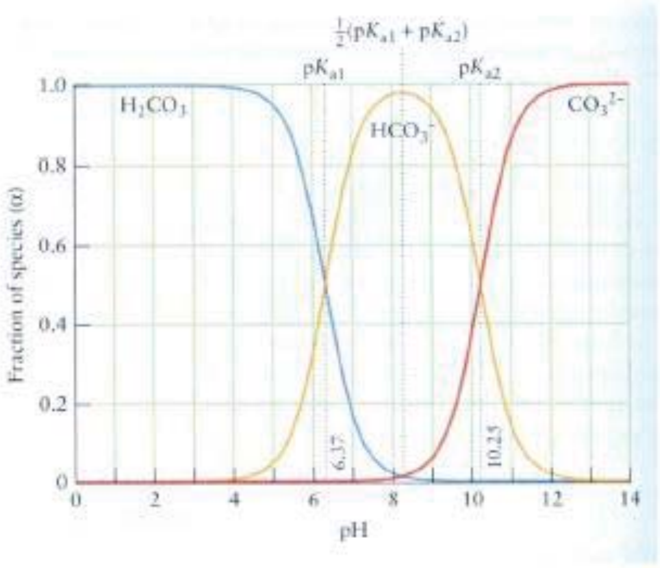
សមីការអត្រាកម្ម

$$Na_2A + HCl \longrightarrow NaHA + NaCl$$
$$NaHA + HCl \longrightarrow H_2A + NaCl$$

ដំបន់ទាំង៦នៃអត្រាកម្ម

តំបន់	ភាគជុំចំបង	ការបង្កើតអោយមានឡើង
១- មុនបន្ថែមសូលុយស្យុងអត្រា	Na_2A	ជាសូលុយស្យុងបាសខ្សោយ
២- នៅមុនចំនុចសមមូលទី១	Na_2A + NaHA	ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង (Buffer solution)
៣- នៅចំនុចសមមូលទី ១	NaHA	ជាសារធាតុអំផូទែ Amphiprotic Substance
៤-ចន្លោះចំនុចសមមូលទី ១& ២	NaHA + H_2A	ជាសូលុយស្យុងតំប៉ុង
៥-នៅចំនុចសមមូលទី ២	H_2A	ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្សោយ
៦- ក្រោយចំនុចសមមូលទី២	H_2A +HCl	ជាសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្លាំង (HCl)

ខ្សែកោងអត្រាកម្ម



រូបខ្សែកោងអត្រាកម្ម 20.00mL នៃ 0.200M Na_2CO_3 ជាមួយ 0.200M HCl ។

កិច្ចការ

១- 25.00mL ភាគសំណាកនៃ 0.103M $Ba(OH)_2$ ត្រូវបានអត្រាជាមួយ0.188M $HClO_4$ ។ ចូរគណនាតំលៃ pH នៃសូលុយស្យុងបន្ទាប់ពីការបន្ថែមសូលុយស្យុងអត្រា 15.60 ; 27.40 និង 38.10 mL ។

២- ដូចគ្នា (១) គ្រាន់តែប្តូរកំហាប់ $Ba(OH)_2$ ទៅជា 0.250M ។

៣- ភាគសំណាក 0.100M HCl គឺបានអត្រាជាមួយ 0.100M NaOH ។ ចូរគណនាតំលៃ pH ដូចតទៅ: កាលណាមាឌសូលុយស្យុងអត្រាបានបន្ថែម 95% ; 100% និង 105% នៃមាឌនៅចំនុចសមមូល ។

៤- សំរាប់អត្រាកម្ម 20.00mL នៃ 0.1026M NaOH ជាមួយ 0.0947M HCl ។ ចូរគណនាតំលៃ pH

- មុនការបន្ថែមសូលុយស្យុងអត្រា
- 10.00mL មុនចំនុចសមមូល
- នៅចំនុចសមមូល
- 10.00mL ក្រោយចំនុចសមមូល

លំនឹងបង្កើតកករ និងអត្រាកម្ម

តើពេលណាកករកើតមាន?

Precipitation Reactions

Precipitate – insoluble solid that separates from solution

PbI_2

precipitate

$$Pb(NO_3)_2\ (aq) + 2NaI\ (aq) \longrightarrow PbI_2\ (s) + 2NaNO_3\ (aq)$$

molecular equation

$$Pb^{2+} + \cancel{2NO_3^-} + \cancel{2Na^+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2\ (s) + \cancel{2Na^+} + \cancel{2NO_3^-}$$

ionic equation

$$Pb^{2+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2\ (s)$$

net ionic equation

Na^+ and NO_3^- are ***spectator*** ions

4.2

លំនឹងកម្រិតរលាយ

$$AgCl\ (s) \rightleftharpoons Ag^{+}\ (aq) + Cl^{-}\ (aq)$$

$K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$ $\qquad$ K_{sp} ជាថេរផលគុណកម្រិតរលាយ

$MgF_2\ (s) \rightleftharpoons Mg^{2+}\ (aq) + 2F^{-}\ (aq)$ $\qquad$ $K_{sp} = [Mg^{2+}][F^{-}]^2$

$Ag_2CO_3\ (s) \rightleftharpoons 2Ag^{+}\ (aq) + CO_3^{2-}\ (aq)$ $\qquad$ $K_{sp} = [Ag^{+}]^2[CO_3^{2-}]$

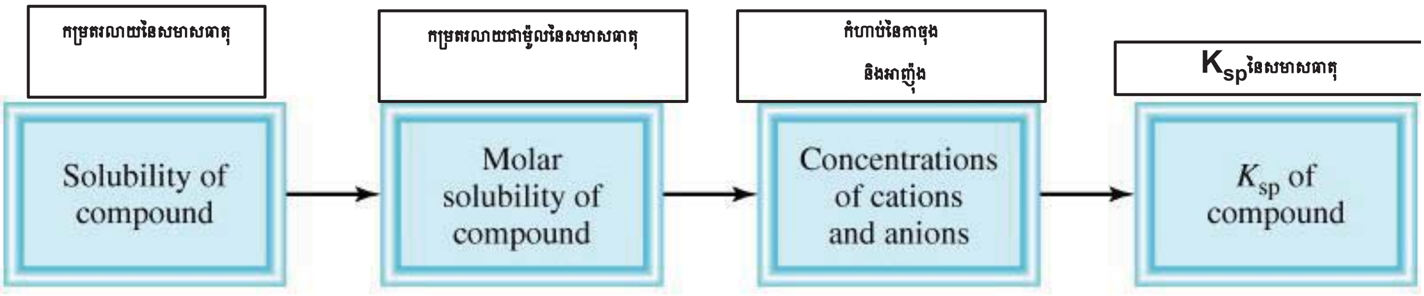
$Ca_3(PO_4)_2\ (s) \rightleftharpoons 3Ca^{2+}\ (aq) + 2PO_4^{3-}\ (aq)$ $\qquad$ $K_{sp} = [Ca^{2+}]^3[PO_4^{3-}]^2$

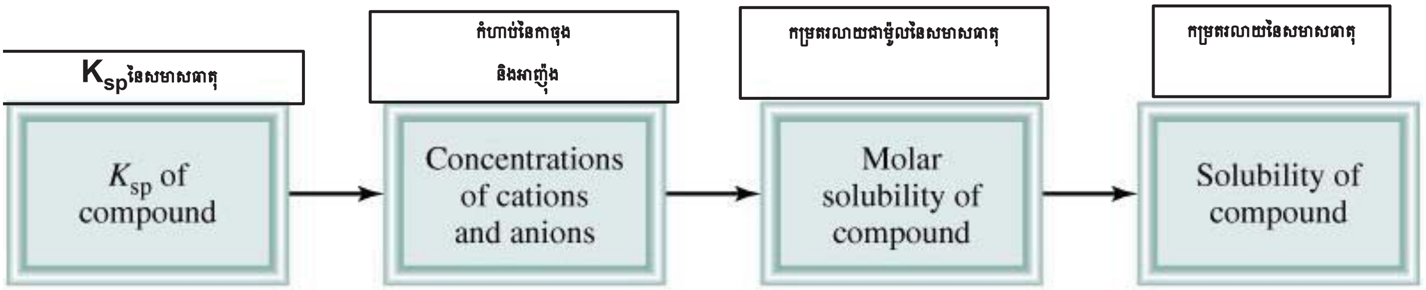
ការរំលាយនៃអង្គធាតុរឹងអ៊ីយ៉ុងក្នុងសូលុយស្យុងទឹក

$Q < K_{sp}$	សូលុយស្យុងមិនឆ្អែត	គ្មានកករ
$Q = K_{sp}$	សូលុយស្យុងឆ្អែត	
$Q > K_{sp}$	សូលយស្យុងឆ្អែតហួស	កករនឹងកើតមាន

កម្រិតរលាយជាម៉ូល(mol/L) គឺជាចំនួនម៉ូលនៃធាតុរលាយបានរលាយក្នុង 1 L នៃសូលុយស្យុងឆ្អែត។

កម្រិតរលាយ(g/L)គឺជាចំនួនក្រាមនៃធាតុរលាយបានរលាយក្នុង 1 L នៃសូលុយស្យុងឆ្អែត។





គណនាកម្រិតរលាយនៃប្រាក់ក្លរួគិត g/L ?

	$AgCl\ (s) \rightleftharpoons$	$Ag^{+}\ (aq)$	+	$Cl^{-}\ (aq)$
ចាប់ផ្ដើម(I) (*M*)		0.00		0.00
បម្លែង(C) (*M*)		$+s$		$+s$
លំនឹង(E) (*M*)		s		s

$K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10}$

$K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$

$K_{sp} = s^2$

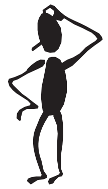
$s = \sqrt{K_{sp}}$

$s = 1.3 \times 10^{-5}$

$[Ag^{+}] = 1.3 \times 10^{-5}\ M \quad [Cl^{-}] = 1.3 \times 10^{-5}\ M$

កម្រិតរលាយនៃ AgCl = $\dfrac{1.3 \times 10^{-5}\ \text{mol AgCl}}{1\ \text{L soln}} \times \dfrac{143.35\ \text{g AgCl}}{1\ \text{mol AgCl}} = 1.9 \times 10^{-3}\ \text{g/L}$

16.6



If 2.00 mL of 0.200 *M* NaOH are added to 1.00 L of 0.100 *M* $CaCl_2$, will a precipitate form?

The ions present in solution are Na^{+}, OH^{-}, Ca^{2+}, Cl^{-}.

Only possible precipitate is $Ca(OH)_2$ (solubility rules).

Is $Q > K_{sp}$ for $Ca(OH)_2$?

$[Ca^{2+}]_0 = 0.100\ M \qquad [OH^{-}]_0 = 4.0 \times 10^{-4}\ M$

$Q = [Ca^{2+}]_0[OH^{-}]_0^2 = 0.10 \times (4.0 \times 10^{-4})^2 = 1.6 \times 10^{-8}$

$K_{sp} = [Ca^{2+}][OH^{-}]^2 = 8.0 \times 10^{-6}$

$Q < K_{sp}$ No precipitate will form

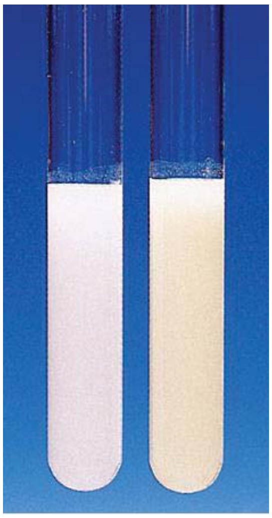
16.6

What concentration of Ag is required to precipitate ONLY AgBr in a solution that contains both Br^- and Cl^- at a concentration of 0.02 *M*?

$$AgBr\,(s) \rightleftharpoons Ag^+\,(aq) + Br^-\,(aq) \qquad K_{sp} = 7.7 \times 10^{-13}$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Br^-]$$

$$[Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Br^-]} = \frac{7.7 \times 10^{-13}}{0.020} = 3.9 \times 10^{-11}\ M$$



$$AgCl\,(s) \rightleftharpoons Ag^+\,(aq) + Cl^-\,(aq) \qquad K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10}$$

$$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$$

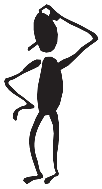
$$[Ag^+] = \frac{K_{sp}}{[Cl^-]} = \frac{1.6 \times 10^{-10}}{0.020} = 8.0 \times 10^{-9}\ M$$

$$3.9 \times 10^{-11}\ M < [Ag^+] < 8.0 \times 10^{-9}\ M$$

16.7

The Common Ion Effect and Solubility

The presence of a common ion **decreases** the solubility of the salt.



What is the molar solubility of AgBr in (a) pure water and (b) 0.0010 *M* NaBr?

$$AgBr\,(s) \rightleftharpoons Ag^+\,(aq) + Br^-\,(aq)$$

$$K_{sp} = 7.7 \times 10^{-13}$$

$$s^2 = K_{sp}$$

$$s = 8.8 \times 10^{-7}$$

$$NaBr\,(s) \longrightarrow Na^+\,(aq) + Br^-\,(aq)$$

$$[Br^-] = 0.0010\ M$$

$$AgBr\,(s) \rightleftharpoons Ag^+\,(aq) + Br^-\,(aq)$$

$$[Ag^+] = s$$

$$[Br^-] = 0.0010 + s \approx 0.0010$$

$$K_{sp} = 0.0010 \times s$$

$$s = 7.7 \times 10^{-10}$$

16.8

pH and Solubility

- The presence of a common ion **decreases** the solubility.
- Insoluble bases dissolve in acidic solutions
- Insoluble acids dissolve in basic solutions

remove add

$$Mg(OH)_2\ (s) \rightleftharpoons Mg^{2+}\ (aq) + 2OH^-\ (aq)$$

$K_{sp} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1.2 \times 10^{-11}$

$K_{sp} = (s)(2s)^2 = 4s^3$

$4s^3 = 1.2 \times 10^{-11}$

$s = 1.4 \times 10^{-4}\ M$

$[OH^-] = 2s = 2.8 \times 10^{-4}\ M$

$pOH = 3.55 \quad pH = 10.45$

At pH less than 10.45

Lower $[OH^-]$

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

Increase solubility of $Mg(OH)_2$

At pH greater than 10.45

Raise $[OH^-]$

Decrease solubility of $Mg(OH)_2$

16.9

Complex Ion Equilibria and Solubility

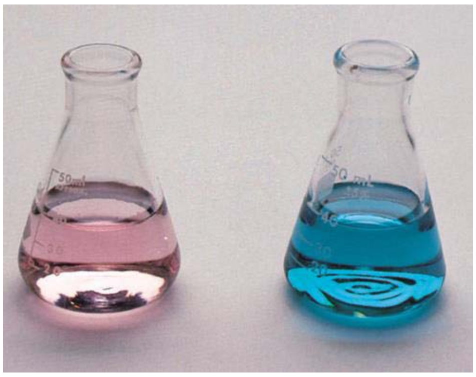
A ***complex ion*** is an ion containing a central metal cation bonded to one or more molecules or ions.

$$Co^{2+}\ (aq) + 4Cl^-\ (aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}\ (aq)$$

The ***formation constant or stability constant (K_f)*** is the equilibrium constant for the complex ion formation.

$$K_f = \frac{[CoCl_4^{2-}]}{[Co^{2+}][Cl^-]^4}$$

$Co(H_2O)_6^{2+}$ $\quad$ $CoCl_4^{2-}$



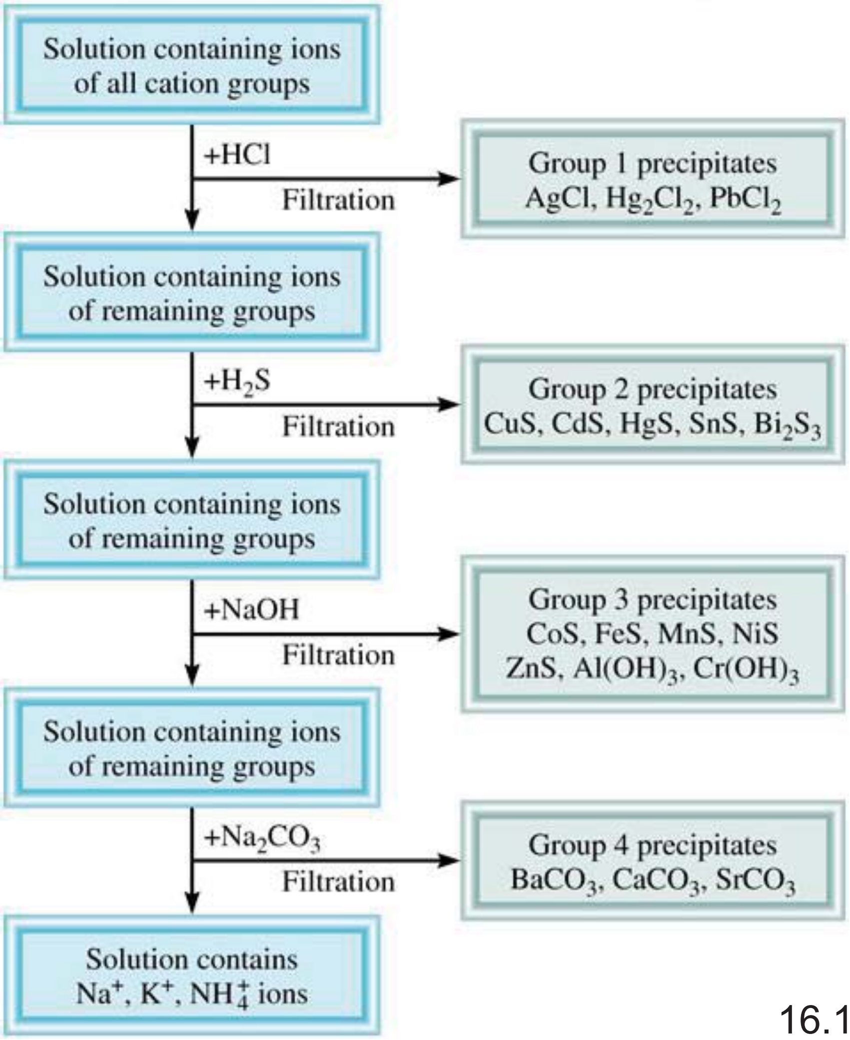
$K_f \uparrow$ $\quad$ stability of complex $\uparrow$

TABLE 16.5 Separation of Cations into Groups According to Their Precipitation Reactions with Various Reagents

Group	Cation	Precipitating Reagents	Insoluble Compound	K_{sp}
1	Ag^+	HCl	AgCl	1.6×10^{-10}
	Hg_2^{2+}	↓	Hg_2Cl_2	3.5×10^{-18}
	Pb^{2+}	↓	$PbCl_2$	2.4×10^{-4}
2	Bi^{3+}	H_2S in acidic solutions	Bi_2S_3	1.6×10^{-72}
	Cd^{2+}		CdS	8.0×10^{-28}
	Cu^{2+}		CuS	6.0×10^{-37}
	Hg^{2+}	↓	HgS	4.0×10^{-54}
	Sn^{2+}	↓	SnS	1.0×10^{-26}
3	Al^{3+}	H_2S in basic solutions	$Al(OH)_3$	1.8×10^{-33}
	Co^{2+}		CoS	4.0×10^{-21}
	Cr^{3+}		$Cr(OH)_3$	3.0×10^{-29}
	Fe^{2+}	↓	FeS	6.0×10^{-19}
	Mn^{2+}	↓	MnS	3.0×10^{-14}
	Ni^{2+}	↓	NiS	1.4×10^{-24}
	Zn^{2+}	↓	ZnS	3.0×10^{-23}
4	Ba^{2+}	Na_2CO_3	$BaCO_3$	8.1×10^{-9}
	Ca^{2+}	↓	$CaCO_3$	8.7×10^{-9}
	Sr^{2+}	↓	$SrCO_3$	1.6×10^{-9}
5	K^+	No precipitating reagent	None	
	Na^+		None	

16.11

Qualitative Analysis of Cations



16.11

ល៍និងអុកស៊ីដូរេដុកម្ម និងអត្រាកម្ម

ក្នុងមេរៀន៖អេឡិចត្រូគីមី និង ប្រតិកម្មក្នុងសូលុយស្យុងទឹក។

រំលឹកពី ប្រតិកម្មរេដុក និងការថ្លឹងសមីការរេដុក។

LEO ⇔ GER

OIL ⇔ RIG

Balancing simple redox reactions

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

Step 1: Pick out similar species from the equation

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

$$Ag^{+}(aq) \longrightarrow Ag(S)$$

Step 2: Balance the equations individually for charges and number of atoms

$$Cu^{0}(S) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \longrightarrow Ag(S)$$

Balancing simple redox reactions

$$Cu^{0}(S) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$Cu^{0}(S)$ becomes Cu^{2+} (aq) by **loosing 2 electrons**.
So $Cu^{0}(S)$ getting oxidized to $Cu^{2+}(aq)$ is the **oxidizing half reaction.**

$$Ag^{+}(aq) + e^{-} \longrightarrow Ag(S)$$

$Ag^{+}(aq)$ becomes Ag^{0} (S) by **gaining 1 electron**.
So $Ag^{+}(aq)$ getting reduced to Ag (S) is the **reducing half reaction.**

LEO-GER

Balancing simple redox reactions

Final Balancing act:
Making the number of electrons equal in both half reactions

$$[Cu^{0}(S) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}] \times 1$$

$$[Ag^{+}(aq) + e^{-} \longrightarrow Ag(S)] \times 2$$

So we have,

$$Cu^{0}(S) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$2Ag^{+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag(S)$$

Balancing simple redox reactions

$$Cu^{0}(S) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$2Ag^{+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag(S)$$

$$Cu^{0}(S) + 2Ag^{+}(aq) + \cancel{2e^{-}} \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(S) + \cancel{2e^{-}}$$

$$Cu^{0}(S) + 2Ag^{+}(aq) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(S)$$

Number of e^{-}s involved in the overall reaction is 2

Balancing complex redox reactions

$$Fe^{+2}(aq) + MnO_4^{-}(aq) \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + Fe^{+3}(aq)$$

Oxidizing half:

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

Reducing half:

$$MnO_4^{-}(aq) \longrightarrow Mn^{+2}(aq)$$

Balancing atoms:

Balancing oxygens: $MnO_4^{-}(aq) + \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + 4H_2O$

Balancing complex redox reactions

Balancing hydrogens:

Reaction happening in an acidic medium

$$MnO_4^-(aq) + 8H^+ \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + 4H_2O$$

Oxidation numbers: Mn = +7, O = -2 *Mn = +2*

Balancing electrons:

The left side of the equation has 5 less electrons than the right side

$$MnO_4^-(aq) + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + 4H_2O$$

Reducing Half

Balancing complex redox reactions

Final Balancing act:

Making the number of electrons equal in both half reactions

$$[Fe^{+2}(aq) \longrightarrow Fe^{+3}(aq) + 1e^-] \times 5$$

$$[MnO_4^-(aq) + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + 4H_2O] \times 1$$

$$5Fe^{+2}(aq) \longrightarrow 5Fe^{+3}(aq) + 5e^-$$

$$MnO_4^-(aq) + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{+2}(aq) + 4H_2O$$

$$5Fe^{2+} + MnO_4^-(aq) + 8H^+ + \cancel{5e^-} \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{+2}(aq) + 4H_2O + \cancel{5e^-}$$

Balancing complex redox reactions

$$5Fe^{2+} + MnO_4^-(aq) + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{+2}(aq) + 4H_2O$$

5 Fe $^{2+}$ ions are oxidized by 1 MnO_4^- ion to 5 Fe^{3+} ions. Conversely 1 MnO_4^- is reduced by 5 Fe^{2+} ions to Mn^{2+}.

If we talk in terms of moles:

5 moles of Fe $^{2+}$ ions are oxidized by 1mole of MnO_4^- ions to 5 moles of Fe^{3+} ions. Conversely 1 mole of MnO_4^- ions is reduced by 5 moles of Fe^{2+} ions to 1 mole of Mn^{2+} ions.

Conclusion from the balanced chemical equation

For one mole of MnO_4^- to completely react With Fe^{2+}, you will need 5 moles of Fe^{2+} ions. So if the moles of MnO_4^- used up in the reaction is known, then the moles of Fe^{2+} involved in the reaction will be 5 times the moles of MnO_4^-

Mathematically written:

$$Moles\ of\ Fe^{2+} = 5 \times [moles\ of\ MnO_4^-]$$

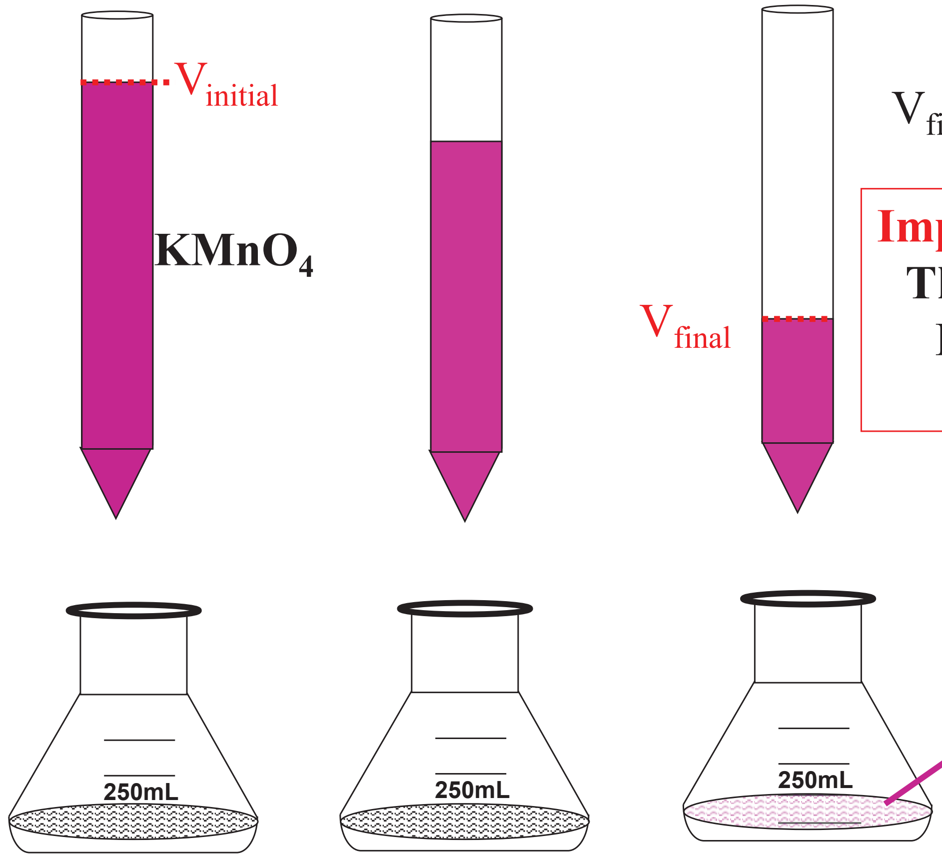
How does this relationship concern our experiment?

Titration of **unknown sample of Iron** Vs $\mathbf{KMnO_4}$:

The unknown sample of iron contains, iron in Fe^{2+} oxidation state. So we are basically doing a redox titration of Fe^{2+} Vs $KMnO_4$

$$\mathbf{5Fe^{2+} + MnO_4^-(aq) + 8H^+ \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{+2}(aq) + 4H_2O}$$

$$Moles\ of\ Fe^{2+} = 5 \times [moles\ of\ MnO_4^-]$$



$$V_{final} - V_{inital} = V_{used}\ (\text{in mL})$$

Important requirement:
The concentration of $KMnO_4$ should be known precisely.

End point:
Pale Permanent Pink color

$$V_{KMnO_4\ Used}(in\ L) = \frac{V_{used}(in\ mL)}{1} \times \frac{1L}{1000mL}$$

$$Moles\ of\ MnO_4^- = Molarity\ of\ MnO_4^- \times V_{KMnO_4\ Used}(in\ L)$$

$$Moles\ of\ Fe^{2+} = 5 \times [moles\ of\ MnO_4^-]$$

$$Grams\ of\ Fe^{2+} = \frac{55.85\ g\ of\ Fe^{2+}}{1\ mole\ of\ Fe^{2+}} \times moles\ of\ Fe^{2+}$$

$$\%\ Fe\ in\ sample = \frac{grams\ of\ Fe^{+2}}{mass\ of\ sample\ in\ grams} \times 100\%$$

Problem with $KMnO_4$

Unfortunately, the permanganate solution, once prepared, begins to decompose by the following reaction:

$4\ MnO_4^-(aq) + 2\ H_2O(l) \rightarrow 4\ MnO_2(s) + 3\ O_2(g) + 4\ OH^-(aq$

So we need another solution whose concentration is precisely known to be able to find the precise concentration of $KMnO_4$ solution.

Titration of Oxalic acid Vs $KMnO_4$

Primary standard (Oxalic acid) — Secondary standard ($KMnO_4$)

$$16\ H^+(aq) + 2\ MnO_4^-(aq) + 5\ C_2O_4^{-2}(aq) \rightarrow 2\ Mn^{+2}(aq) + 10\ CO_2(g) + 8\ H_2O(l)$$

5 $C_2O_4^{2-}$ ions are oxidized by 2 MnO_4^- ions to 10 CO_2 molecules. Conversely 2 MnO_4^- is reduced by 5 $C_2O_4^{2-}$ ions to $2Mn^{2+}$ ions.

Titration of Oxalic acid Vs $KMnO_4$

$$\mathbf{16\ H^+(aq) + 2\ MnO_4^-(aq) + 5\ C_2O_4^{-2}(aq) \rightarrow 2\ Mn^{+2}(aq) + 10CO_2(g) + 8\ H_2O(l)}$$

If we talk in terms of moles:

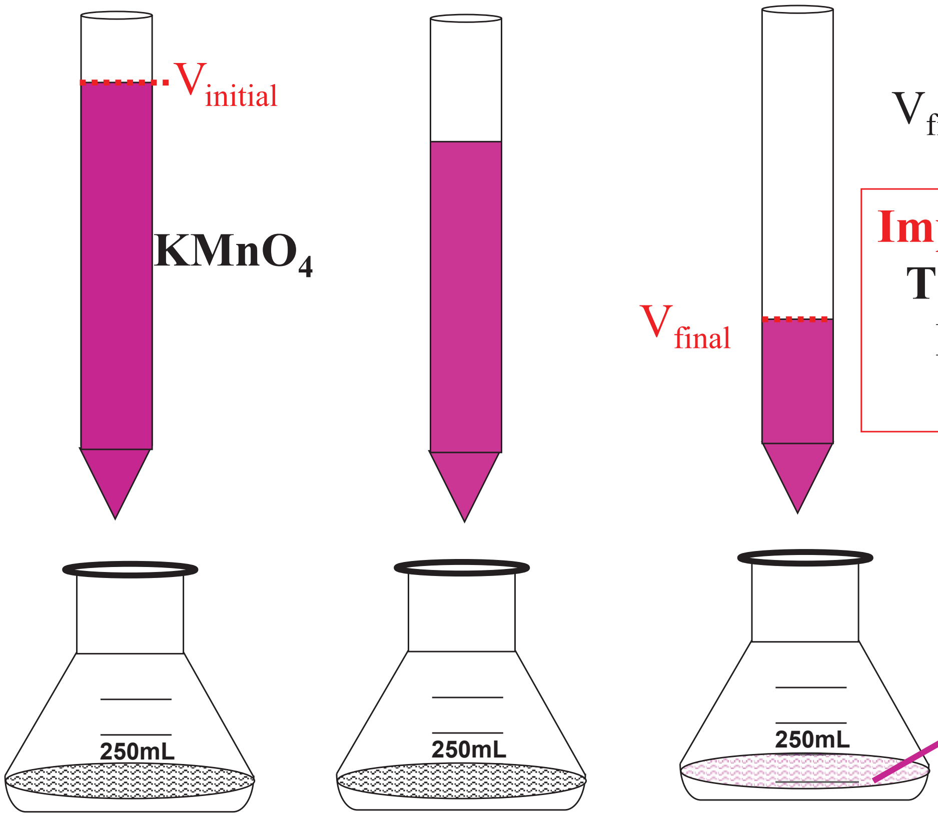
5 moles of $C_2O_4^{2-}$ ions are oxidized by 2 moles MnO_4^- ions to 10 moles of CO_2 molecules. Conversely 2 moles of MnO_4^- is reduced by 5 moles of $C_2O_4^{2-}$ ions to 2 moles of Mn^{2+} ions.

Conclusion from the balanced chemical equation

For 5 moles of $C_2O_4^{2-}$ ions to be completely oxidized by MnO_4^- we will need 2 moles of MnO_4^- ions. Conversely for 2 moles of MnO_4^- to be completely reduced by $C_2O_4^{2-}$, we will need 5 moles of $C_2O_4^{2-}$ ions

$$5\ Moles\ of\ C_2O_4^{2-} \equiv 2\ moles\ of\ MnO_4^-$$

$$1\ Moles\ of\ C_2O_4^{2-} \equiv 2/5 \times moles\ of\ MnO_4^-$$



$V_{final} - V_{inital} = V_{used}$ (in mL)

Important requirement:
The concentration of $KMnO_4$ should be known precisely.

End point:
Pale Permanent Pink color

0.15 g OXALIC ACID + 100 mL of 0.9 M H_2SO_4 Heated to 80°C

$$V_{KMnO4\ Used}(in\ L) = \frac{V_{used}(in\ mL)}{1} \times \frac{1L}{1000mL}$$

$$Moles\ of\ C_2O_4^{2-} = \frac{Weight\ of\ oxalic\ acid\,(in\ g)}{Mol.Wt\ of\ Oxalic\ acid\,(g/mol)}$$

$$mol\ MnO_4^- = \frac{2\,mol\ MnO_4^-}{5\,mol\ C_2O_4^{-2}} \times Moles\ of\ Ox \times \frac{1\,mol\ C_2O_4^{-2}}{1\,mol\ Na_2C_2O_4}$$

$$[MnO_4^-] = \frac{mol\ MnO_4^-}{V_{KMnO_4Used}\,(in\ L)}$$

អត្រាកម្ម៖ $Fe^{2+} + Ce^{4+} \longrightarrow Fe^{3+} + Ce^{3+}$

$$\log k_{eq} = \frac{n(E^\circ_A - E^\circ_B)}{0.0592}$$

$$\log K_{eq} = \frac{n\Delta E^\circ_{cell}}{0.0592} = \frac{1(1.61-0.77)}{0.0592} = 14.2$$

$$K_{eq} = 2\times10^{14}$$

⇨ K_{eq}>> ជាប្រតិកម្មសព្វ

ដំបន់ទាំងបីសម្រាប់អត្រាកម្ម៖

តំបន់	ភាគផ្សំសំខាន់	ធ្វើការអង្កេត
១ - មុនចំនុចសមមូល	Fe^{2+} . Fe^{3+} . Ce^{3+}	ប្រើពាក់កណ្តាលប្រតិ-Fe
២- នៅចំនុចសមមូល	Fe^{3+} . Ce^{3+}	ប្រើសមីការចំនុចសមមូល
៣-ក្រោយចំនុចសមមូល	Fe^{3+} . Fe^{2+} . Ce^{4+}	ប្រើពាក់កណ្តាលប្រតិ-Ce

ប្រើសមីការNernstសម្រាប់គណនាប៉ូតង់ស្យែលពាក់កណ្ដាលពិល៖

- Recall, in general:

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln(Q)$$

- However:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF}\ln\frac{[Ox]}{[Red]}$$

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$-nFE_{cell} = -nFE^\circ_{cell} + RT\ln(Q)$$

$$E_{cell} = E^\circ_{cell} - (RT/nF)\ln(Q)$$

$$\boxed{E_{cell} = E^\circ_{cell} - (0.0591/n)\log(Q)}$$

The Nernst Equation

ប៉ូតង់ស្យែលមុនចំណុចសមមូល៖ $E_{Fe} = E^\circ_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} - \frac{0.0592}{n_{Fe}}\log\frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]}$

ប៉ូតង់ស្យែលនៅចំនុចសមមូល $E_{ពិល} = \frac{n_{Fe}E_{Fe} + n_{Ce}E_{Ce}}{n_1 + n_2}$

ប៉ូតង់ស្យែលក្រោយចំណុចសមមូល $E_{Ce} = E^\circ_{Ce^{4+}/Ce^{3+}} - \frac{0.0592}{n_{Ce}}\log\frac{[Ce^{3+}]}{[Ce^{4+}]}$

$$E_{Elec} = E^{o}_{Elec} - \frac{0.0592}{n} \log_{10} \frac{[Product]}{[Reactant]}$$

$$E_{Al^{3+}/Al} = E^{o}_{Al^{3+}/Al} - \frac{0.0592}{3} \log_{10} \frac{1}{[Al^{3+}]}$$

$$E_{Al^{3+}/Al} = E^{o}_{Al^{3+}/Al} + \frac{0.0592}{3} \log_{10} [Al^{3+}]$$

Example of Nernst Equation

$$E = E^{o} - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$$

Q. Determine the potential of a Daniels cell with

$[Zn^{2+}] = 0.5$ M and $[Cu^{2+}] = 2.0$ M; $E^{o} = 1.10$ V

A. Zn / Zn^{2+} (0.5 M) // Cu^{2+} (2.0 M) / Cu

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s) \qquad Q = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$

$$E = 1.10 - \frac{(0.0257)}{2} \ln([Zn^{2+}]/[Cu^{2+}])$$

$$E = 1.10 - (-0.018) = 1.118 \text{ V}$$

ក្នុងករណីសូលុយស្យុងអង្គធាតុដូចជា MnO_4^- គឺប្រើសំរាប់អង្គធាតុ Fe^{2+} ។ សមីការប្រតិកម្មអង្គធាតុគឺ:

$$5Fe^{3+} + MnO_4^- + 8H^+ \leftrightarrows Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$$

ប៉ូតង់ស្យែលមុនចំណុចសមមូល $E_{Fe} = E^{o}_{Fe3+/Fe2+} - \frac{0,0592}{1} \log \frac{[Fe^{2+}]}{[Fe^{3+}]}$

ប៉ូតង់ស្យែលនៅចំណុចសមមូល $E = \frac{n_{Fe}E^{0}_{Fe} + n_{Mn}E^{0}_{Mn}}{n_{Fe} + n_{Mn}} - \log \frac{0,0592}{n_{Fe} + n_{Mn}} \frac{1}{[H^+]^8}$

ប៉ូតង់ស្យែលនៅក្រោយចំណុចសមមូល $E = E^{o}_{MnO4^-/Mn^{2+}} - 0.0592 \log \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-][H^+]^8}$

តាមរយៈស្មើស្យូមេទ្រីនៃប្រតិកម្ម:

$[Fe^{3+}] = 5[Mn^{2+}]$ និង $[Fe^{2+}] = 5[MnO_4^-]$

តារាង១ តារាងជម្រើសអង្គធាតុចង្អុលពណ៌រេដុក

អង្គធាតុចង្អុលពណ៌	**ពណ៌**		E° (V)
	រាងអុកស៊ីតកម្ម	**រាងរេដុកម្ម**	
Tris (2.2'-bipyridine) ruthenium (II)	ខៀវព្រលែត	លឿង	1.29
Tris(1.10-phenentroline) iron (II)	ខៀវព្រលែត	ក្រហម	1.11
Diphenylaminesulfonic acid	ក្រហមស្វាយ	គ្មានពណ៌	0.85
Diphenylamine	ស្វាយ	គ្មានពណ៌	0.76
Methylene blue	ខៀវ	គ្មានពណ៌	0.53
Indigotetrasulfonate	ខៀវ	គ្មានពណ៌	0.36
Phenosafranine	ក្រហម	គ្មានពណ៌	0.28

កិច្ចការ

១-សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាតត្រូវបានបានធ្វើឱ្យទៅជាស្តង់ដាដោយអព្រាកម្មជាមួយស្តង់ដា Fe^{2+} នៅ pH-2 ។ សូលុយស្យុងដែកត្រូវបានរៀបចំឡើងពី 0.7417g នៃសរសៃដែកសុទ្ធ និងត្រូវការ 30.16mL សូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូម ពែម៉ង់កាណាតសំរាប់អព្រាកម្មនេះ ។ ចូរគណនាកំហាប់ជាម៉ូលនៃសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែម៉ង់កាណាត ។

86. កំហាប់នៃសូលុយស្យុងអ៊ីដ្រូសែនពែរអុកស៊ីតអាចត្រូវបានកំណត់យ៉ាងងាយស្រួលដោយអត្រាកម្មជាមួយសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមពែរម៉ង់កាណាតដែលបានធ្វើស្តង់ដាកម្មក្នុងមជ្ឈដ្ឋានអាស៊ីតតាមសមីការខាងក្រោម :

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

ប្រសិនបើគេត្រូវការចាំបាច់36,44mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,01652M ដើម្បីធ្វើអុកស៊ីតកម្មសព្វជាមួយ 25,00 mL នៃសូលុយស្យុង H_2O_2 ចូរគណនាម៉ូឡារីតេនៃសូលុយស្យុង H_2O_2 ។

88. អាស៊ីតអុកសាលិច ($H_2C_2O_4$) មានវត្តមានក្នុងរុក្ខជាតិ និងបន្លែជាច្រើន។ ប្រសិនបើគេត្រូវការ 24,0 mL នៃសូលុយស្យុង $KMnO_4$ 0,0100 M ដើម្បីធ្វើអត្រាជាមួយ 1,00 g នៃ $H_2C_2O_4$ ទៅដល់ចំនុចសមមូល តើភាគរយជាម៉ាសនៃ $H_2C_2O_4$ ក្នុងភាគសំណាកស្មើនឹងប៉ុន្មាន? សមីការអ៊ីយ៉ុងសំរួលគឺ

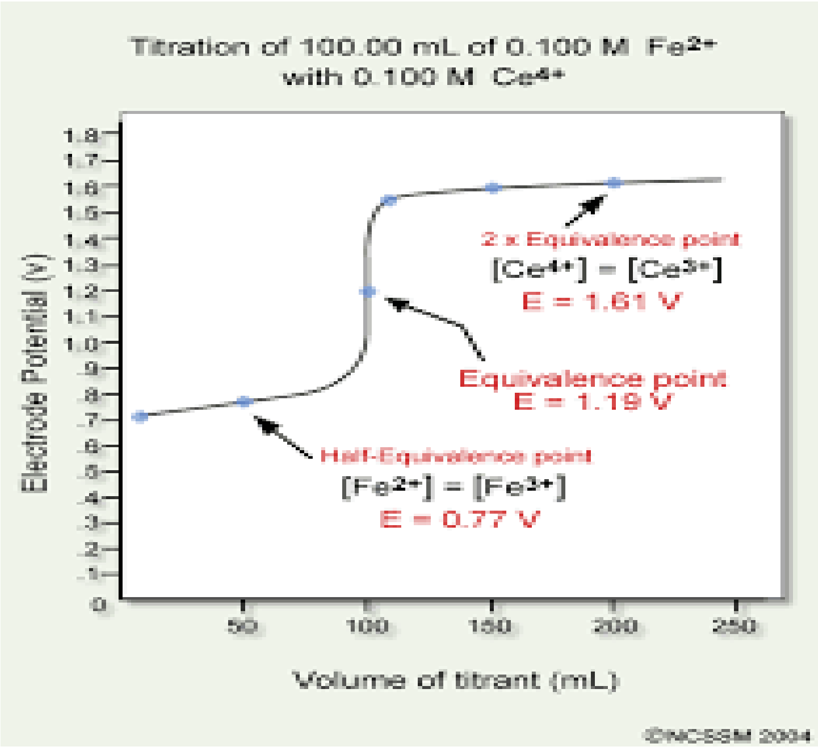
$$2MnO_4^- + 16H^+ + 5C_2O_4^{2-} \rightarrow 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

ចម្លើយ

1) C_{MnO4-}= 0.0882M

86) 0.06M

88) 5.4%



https://www.youtube.com/watch?v=WgTJpS8IcQg
https://www.youtube.com/watch?v=EQJf8Gb8pg4

Video redox titration

https://www.youtube.com/watch?v=OrxS1BWl800
Complex Titrations

លំនឹងបង្កើតកុំផ្លិច

អេម៉ូក្លូប៊ីននៃឈាម (Hemoglobin) ក្នុងឈាមរបស់យើង ទឹកខ្មៅប្រើក្នុងប៊ិចសរសេរ ពណ៌ខៀវនៃខោខៅប៊យ (jeans) ក្លរ៉ូភីល (Chlorophyll) វីតាមីន B-12 និងកាតលីកររប្រើសំរាប់ធ្វើប៉ូលីអេទីឡែនសុទ្ធសឹងជាសមាសធាតុកូអរឌីណាស្យុងមាននៅក្នុង ដែលក្នុងនោះអ៊ីយ៉ុងរឺម៉ូលេគុលណឺតបានប្រទាញលើអ៊ីយ៉ុងលោហៈ ។

ឧទាហរណ៍ៈ កុំផ្លិចងាយមួយចំនួន ដូចជា $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$. …

កំណកុំផ្លិចកើតឡើងដោយសារប្រភេទសំខាន់ពីរៈ

១- ជាអ៊ីយ៉ុងរឺម៉ូលេគុលដែលមានតិចបំផុតមួយគូអេឡិចត្រុងចងសម្ព័ន្ធកូវ៉ាឡង់ ។

២- ជាអ៊ីយ៉ុងលោហៈឬ អាតូមដែលមានទំនាញគ្រប់គ្រាន់សំរាប់អេឡិចត្រុង ដើម្បីក្លាយជាសម្ព័ន្ធកូអរឌីណង់ (Coordinate) ជាមួយក្រុមប្រទាញ ។ អ៊ីយ៉ុងលោហៈឆ្លង និងលោហៈមួយចំនួននៅជិតលោហៈទាំងនោះក្នុងស៊េរីនៃតារាងខួប ។

Types of Coordination Complexes

- **Cationic complexes:** In this co-ordination sphere is a cation. Example: [Co(NH3)6]Cl3
- **Anionic complexes:** In this co-ordination sphere is Anion. Example: K4[Fe(CH)6]
- **Neutral Complexes:** In this co-ordination sphere is neither cation or anion. Example: [Ni(CO)4]
- **Homoleptic complex:** The complex consist of a similar type of ligands. Example: K4[Fe(CN)6]
- **Heteroleptic complexes:** These consists of different types of ligands. Example: [Co(NH3)5Cl]SO4
- **Mononuclear complexes:** In this co-ordination sphere has single transition metal ion. Example: K4[Fe(CN)6]
- **Polynuclear complexes:** More than one transition metal ion is present. Example:

លោហៈឆ្លងមានទំនោរបង្កើតកុំផ្លិច

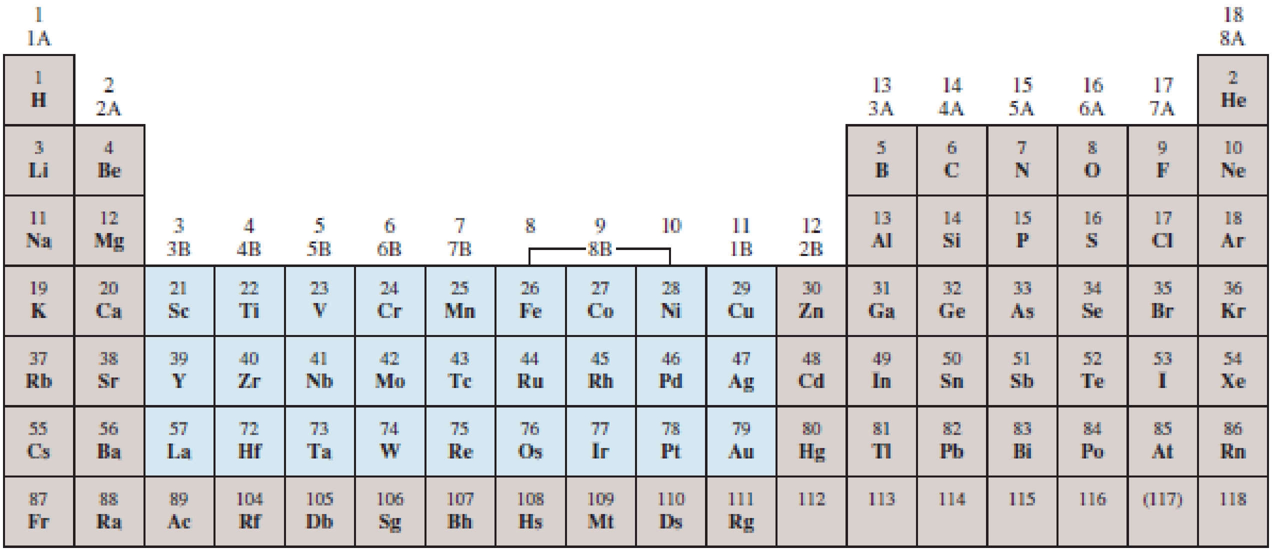
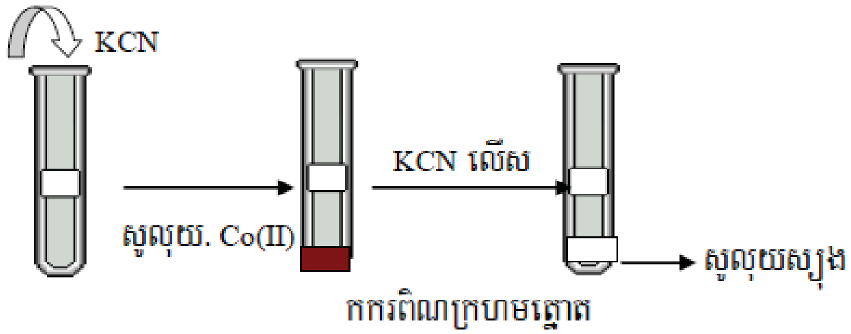


Figure 22.1 *The transition metals (blue squares). Note that although the Group 2B elements (Zn, Cd, Hg) are described as transition metals by some chemists, neither the metals nor their ions possess incompletely filled d subshells.*

ពិសោធន៍ការបង្កើតកុំផ្លិច

ពិសោធន៍: បន្ថែម ១-២ ដំណក់សូលុយស្យុង KCN ទៅក្នុងសូលុយស្យុងអំបិលនៃកូបាល់ (II) $Co(NO_3)_2$ ។ យើងសង្កេតឃើញមានកករពណ៌ក្រហមឆ្នោតកើតឡើងគឺកូបាល់ស្យានួ ។ បើគេបន្ថែមបរិមាណលើសនៃ KCN ទៅលើកករដែលទទួលបាន នោះកករនឹងរលាយទៅជាសូលុយស្យុង ។



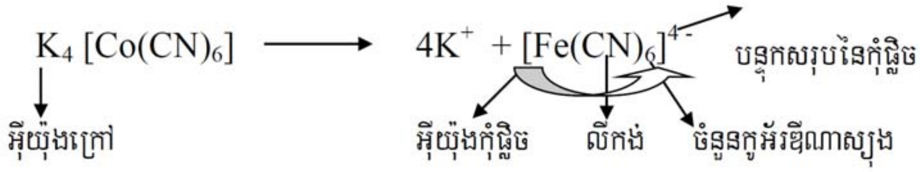
សមីការគីមី

$Co^{2+} + 2CN^- \leftrightarrows Co(CN)_2\,(s)$ ក្រហមឆ្នោត

$Co(CN)_2\,(s) + 4\,KCN \leftrightarrows K_4\,[Co(CN)_6]$ ប៉ូតាស្យូមហិចសាស្យាណូកូបាល់តាត (II)

ឈ្មោះសមាសធាតុកុំផ្លិច = ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន + ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន

ឧទាហរណ៍



កុំផ្លិចកូអរឌីណាស្យុង(coordination complex): ជាសារធាតុដែលអាតូមលោហៈឬអ៊ីយ៉ុងទទួលអេឡិចអេឡិចត្រុងពីក្រោមនៃម៉ូលេគុលណឺតឬអាញ៉ុង(ហៅលីកង់)។ កុំផ្លិចអាចជាអាញ៉ុង កាចុង ឬម៉ូលេគុលណឺត។ចំណែកសមាសធាតុកូអរឌីណាស្យុងជាសារធាតុណឺត(គ្មានបន្ទុក) ដែលយ៉ាងហោចណាស់អ៊ីយ៉ុងមួយគឺមានវត្តមានជាកុំផ្លិច។

សមាសធាតុនៃកុំផ្លិច

នាមវលី (Nomenclature)

នៅពេលហៅឈ្មោះសមាសធាតុកូអរឌីណាស្យុងគឺហៅ**កាចុង**មុនអាញ៉ុង។

ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងកុំផ្លិចៈ ហៅឈ្មោះលីកង់មុន(តាមលំដាប់អក្ខរាវិរុទ្ធឡាតាំង) និងបន្ទាប់មកឈ្មោះអាតូមលោហៈឬអ៊ីយ៉ុង។ចំណាំថាៈអាតូមលោហៈឬអ៊ីយ៉ុងគឺសរសេរមុនលីកង់ក្នុងរូបមន្តគីមី។

Table 1. Names of Some Common Ligands

Anionic Ligands	Names	Neutral Ligands	Names
Br^-	bromo	NH_3	ammine
F^-	fluoro	H_2O	aqua
O^{2-}	oxo	NO	Nitrosyl
OH^-	hydroxo	CO	Carbonyl
CN^-	cyano	O_2	dioxygen
$C_2O_4^{2-}$	oxalato	N_2	dinitrogen
CO_3^{2-}	carbonato	C_5H_5N	pyridine
CH_3COO^-	acetato	$H_2NCH_2CH_2NH_2$	ethylenediamine

អ៊ីយ៉ុងលោហៈ (Metal ions) ដូចជា Ag^{+}. Cu^{2+}. Au^{+}. Hg^{2+} Ni^{2+}. Cu^{2+}. Cd^{2+}. Sn^{2+}. Zn^{2+}. Pb^{2+}. Bi^{3+}. Al^{3+}.... Cr^{3+}. Al^{3+}. Zn^{2+}. Ni^{2+}. Fe^{2+}. Fe^{3+}. Co^{2+}. Co^{3+}.....

៦.៣ លីកង់ (Ligand)

លីកង់	ឈ្មោះ	លីកង់	ឈ្មោះ
SCN^{-}	thiocyanato	O_2^{2-}	peroxo
$S_2O_3^{-2}$	thiosulfato	S^{2-}	thio
HSO_3^{-}	hydrogensulfato	H_2O	Aquo or aqua
F^{-}	fluoro	NH_3	ammine
Cl^{-}	chloro	CO	carbonyl
Br^{-}	Bromo	NO	nitrosyl
F^{-}	iodo	CO_3^{2-}	carbonato
O^{2-}	oxo	$C_2O_4^{2-}$	oxalato
O^{2-}	hydroxo		

Table 2. Numerical Prefixes

Number	Prefix	Number	Prefix	Number	Prefix
1	mono	5	penta (pentakis)	9	nona (ennea)
2	di (bis)	6	hexa (hexakis)	10	deca
3	tri (tris)	7	hepta	11	undeca
4	tetra (tetrakis)	8	octa	12	dodeca

Names of Anions Containing Metal Atoms

Metal	Name of Metal in Anionic Complex
Aluminum	Aluminate
Chromium	Chromate
Cobalt	Cobaltate
Copper	Cuprate
Gold	Aurate
Iron	Ferrate
Lead	Plumbate
Manganese	Manganate
Molybdenum	Molybdate
Nickel	Nickelate
Silver	Argentate
Tin	Stannate
Tungsten	Tungstate
Zinc	Zincate

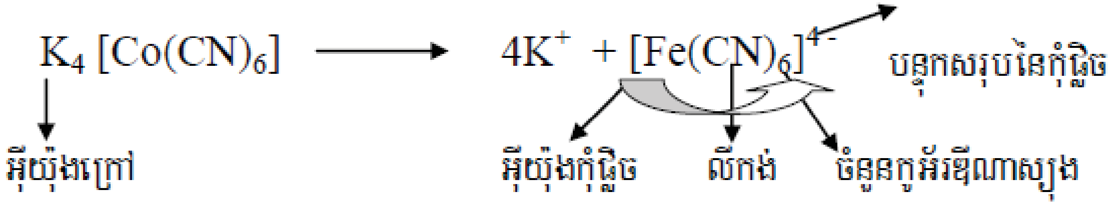
Naming Coordination Compounds

Now that we have discussed the various types of ligands and the oxidation numbers of metals, our next step is to learn what to call these coordination compounds. The rules for naming coordination compounds are as follows:

1. The cation is named before the anion, as in other ionic compounds. The rule holds regardless of whether the complex ion bears a net positive or a negative charge. For example, in $K_3[Fe(CN)_6]$ and $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$ compound, we name the K^+ and $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ cations first, respectively.
2. Within a complex ion the ligands are named first, in alphabetical order, and the metal ion is named last.
3. The names of anionic ligands end with the letter *o*, whereas a neutral ligand is usually called by the name of the molecule. The exceptions are H_2O (aqua), CO (carbonyl), and NH_3 (ammine). Table 22.4 lists some common ligands.
4. When several ligands of a particular kind are present, we use the Greek prefixes *di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, and *hexa-* to name them. Thus, the ligands in the cation $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$ are "tetraamminedichloro." (Note that prefixes are ignored when alphabetizing ligands.) If the ligand itself contains a Greek prefix, we use the prefixes *bis* (2), *tris* (3), and *tetrakis* (4) to indicate the number of ligands present. For example, the ligand ethylenediamine already contains *di*; therefore, if two such ligands are present the name is *bis(ethylenediamine)*.
5. The oxidation number of the metal is written in Roman numerals following the name of the metal. For example, the Roman numeral III is used to indicate the +3 oxidation state of chromium in $[Cr(NH_3)_4Cl_2]^+$, which is called tetraammine-dichlorochromium(III) ion.
6. If the complex is an anion, its name ends in *-ate*. For example, in $K_4[Fe(CN)_6]$ the anion $[Fe(CN)_6]^{4-}$ is called hexacyanoferrate(II) ion. Note that the Roman numeral II indicates the oxidation state of iron. Table 22.5 gives the names of anions containing metal atoms.

ឈ្មោះសមាសធាតុកុំភ្លិច = ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងវិជ្ជមាន + ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន

ឧទាហរណ៍



៦.៤.១.១ **ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងកុំភ្លិចវិជ្ជមាន**

អ៊ីយ៉ុង + ចំនួន Coordination + បុព្វបទ + លីកង់ + អ៊ីយ៉ុងកណ្ដាល + ចំនួនអុកស៊ីតកម្មនៃលោហៈ

$\sum$ n.o [អ៊ីយ៉ុងកុំភ្លិច] = បន្ទុកសារុបនៃអ៊ីយ៉ុងកុំភ្លិច

ការហៅឈ្មោះកុំផ្លិចវិជ្ជមាន

- $[Co(NH_3)_6]^{3+}$: អ៊ីយ៉ុងហិចសាអាមីនកូបាល់ (III)
- $[Pt(H_2O)_3\ Cl]^{2+}$: អ៊ីយ៉ុងទ្រីអាកូ ក្លរ៉ូ ប្លាទីន (III)
- $[Fe(H_2O)_5OH]^{2+}$: អ៊ីយ៉ុងប៉ង់តាអាកាអ៊ីដ្រូកសូដែក (III)

៦.៤.១.២ ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងកុំផ្លិចអវិជ្ជមាន

អ៊ីយ៉ុង + **ចំនួនកូអ័រឌីណាស្យុង** + **បុព្វបទ** + **លីកង់** + **អ៊ីយ៉ុងកណ្តាល** (ភាសាឡាតាំង) + ate + **ចំនួនអុកស៊ីតកម្ម**

☞ ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងកណ្តាលហៅតាមភាសាឡាតាំង:

☞ anion is called cobaltate and Pt is called platinate. For some metals, the Latin names are used in the complex anions e.g. Fe is called ferrate (not ironate).

ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងអវិជ្ជមាន

- ❁ $[Fe(CN)_6]^{4-}$: អ៊ីយ៉ុងហិចសាស្យាណូហ្វែរ៉ាត (II)
- ❁ $[Fe(CN)_6]^{-}$: អ៊ីយ៉ុងហិចសាស្យាណូហ្វែរ៉ាត (III)
- ❁ $[Zn(OH)_4]^{2-}$: អ៊ីយ៉ុងតេត្រាអ៊ីដ្រូកសូសាំងកាត (II)
- ❁ $[Al(OH)_4(H_2O)_2]^{-}$: អ៊ីយ៉ុងឌីអាកាតេត្រាអ៊ីដ្រូកសូអាលុយមីណាត (III)
- ❁ $[Cr(SCN)_4 (NH_3)_2]^{-}$: អ៊ីយ៉ុងឌីអាមីនតេត្រាត្យូស្យូស្យាណាតូក្រូម៉ាត (III)

៦.៤.១.៣ **ឈ្មោះអ៊ីយ៉ុងកុំផ្លិចណឺត**

ឧទាហរណ៍

- ❁ $[Fe(CO)_5]$: ប៉ង់តាកាបូនីល ដែក (0)
- ❁ $[Ru(HSO_3) (NH_3)_4]$: តេត្រាអាមីនឌីអ៊ីដ្រូសែនស៊ុលភីតូរុយតេញ៉ូម (II)

(d) As we noted earlier, *en* is the abbreviation for the ligand ethylenediamine. Because there are three chloride ions each with a −1 charge, the cation is $[Cr(en)_3]^{3+}$. The *en* ligands are neutral so the oxidation number of Cr must be +3. Because there are three *en* groups present and the name of the ligand already contains *di* (rule 4), the compound is called *tris*(ethylenediamine)chromium(III) chloride.

Practice Exercise What is the systematic name of $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$?

nickel tetracarbonyl.

(b) The sodium cation has a positive charge; therefore, the complex anion has a negative charge (AuF_4^-). Each fluoride ion has a negative charge so the oxidation number of gold must be +3 (to give a net negative charge). The compound is called sodium tetrafluoroaurate(III).

(c) The complex ion is the anion and it bears three negative charges because each potassium ion bears a +1 charge. Looking at $[Fe(CN)_6]^{3-}$, we see that the oxidation number of Fe must be +3 because each cyanide ion bears a −1 charge (−6 total). The compound is potassium hexacyanoferrate(III). This compound is commonly called potassium ferricyanide.

Write the formulas for the following compounds: (a) pentaamminechlorocobalt(III) chloride, (b) dichlorobis(ethylenediamine)platinum(IV) nitrate, (c) sodium hexanitrocobaltate(III).

Strategy We follow the preceding procedure and refer to Tables 22.4 and 22.5 for names of ligands and anions containing metal atoms.

Solution (a) The complex cation contains five NH_3 groups, a Cl^- ion, and a Co ion having a +3 oxidation number. The net charge of the cation must be +2, $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}$. Two chloride anions are needed to balance the positive charges. Therefore, the formula of the compound is $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$.

(b) There are two chloride ions (−1 each), two *en* groups (neutral), and a Pt ion with an oxidation number of +4. The net charge on the cation must be +2, $[Pt(en)_2Cl_2]^{2+}$. Two nitrate ions are needed to balance the +2 charge of the complex cation. Therefore, the formula of the compound is $[Pt(en)_2Cl_2](NO_3)_2$.

(c) The complex anion contains six nitro groups (−1 each) and a cobalt ion with an oxidation number of +3. The net charge on the complex anion must be −3, $[Co(NO_2)_6]^{3-}$. Three sodium cations are needed to balance the −3 charge of the complex anion. Therefore, the formula of the compound is $Na_3[Co(NO_2)_6]$.

Practice Exercise Write the formula for the following compound: *tris*(ethylenediamine)cobalt(III) sulfate.

សរសេររូបមន្តនៃសមាសធាតុខាងក្រោម៖

Tris(ethylenediamine) Cobalt (III) sulfate

$[Co(en)_3]_2 (SO_4)_3$

Examples of Naming Coordination Compounds

Some examples of the nomenclature of coordination compounds can be found below.

•$K_4[Fe(CN)_6]$:

•$[Ni(CN)_4]^{-2}$:

•$[Zn(OH)_4]^{-2}$:

•$[Ni(CO)_4]$:

Examples of Naming Coordination Compounds

Some examples of the nomenclature of coordination compounds can be found below.

•$K_4[Fe(CN)_6]$: Potassium hexa cyanide ferrate (II)

•$[Ni(CN)_4]^{-2}$: Tetra cyano Nickelate (II) ion.

•$[Zn(OH)_4]^{-2}$: Tetra hydroxo zincate (II) ion.

•$[Ni(CO)_4]$: Tetra carbonyl Nickel (O).

Assignment

ចូរហៅឈ្មោះសមាសធាតុកុំផ្លិចខាងក្រោម

$[V(OH)_6](NO_3)_3$:

$(NH_4)_2[CoCl_4]$:

$[Co(py)_4]Br_2$ (Py=Pyridine) :

$K_4[Mn(CN)_6]$:

$Ni(NH_3)_4Cl_2$:

Name the following.

Formula	Name	Formula	Name
$K_4[Ni(CN)_4]$	ប៉ូតាស្យូមតេត្រាស្យាណូនីកែឡាត(II)	$[Pt(NH_3)_2]Cl_2$	ឌីអាមីនប្លាទីន(II)ក្លរួ
$(NH_4)_3[Fe(SCN)_6]$	អាម៉ូញ៉ូមហិចសាត្យូស្យាណាតូភែរ៉ាត(III)	$[Cr(OH_2)_6](NO_3)_3$	ហិចសាអាកូក្រូម(III)នីត្រាត
$Na_2[Ni(CN)_4]$	សូដ្យូមតេត្រាស្យាណូនីកែឡាត(II)	$[Fe(NH_3)_6]SO_4$	ហិចសាអាមីនដែក(II)ស៊ុលផាត
$[Fe(ox)_3]^{3-}$ (ox= oxalate)	អ៊ីយ៉ុងTris អុកសាឡាតូភែរ៉ាត(III)	$(NH_4)_2[CoCl_4]$	ឌីអាម៉ូញ៉ូមតេត្រាក្លរ៉ូកូបាឡាត(II)
$[Co(NH_3)_5Cl]Br_2$	ប៉ង់តាអាមីនក្លរ៉ូកូបាល់(III)ប្រូមួ	$[Cr(NH_3)_4]Cl_2$	តេត្រាអាមីនក្រូម(II)ក្លរួ
$[Cr(OH_2)_4Cl_2]Cl$	តេត្រាអាកូឌីក្លរ៉ូក្រូម(III)ក្លរួ	$[Ni(OH_2)_6]Cl_2$	ហិចសាអាកូនីកែល(II) ក្លរួ

Write formulas for the following.

1.potassium hexacyanoferrate(III): $K_3[Fe(CN)_6]$

2.sodium hexafluoroaluminate(III): $Na_3[AlF_6]$

3.pentaaquabromomanganese(III) sulfate: $[Mn(OH_2)_5Br]SO_4$

4.hexaamminechromium(III) nitrate: $[Cr(NH_3)_6]\ (NO_3)_3$

5.sodium tetrahydroxochromate(III): $Na[Cr(OH)_4]$

6.hexaammineruthenium(III) tetrachloronickelate(II):$[Ru(NH_3)_6][NiCl_4]$

7.tetraamminecopper(II) pentacyanohydroxoferrate(III):

$[Cu(NH_3)_4][Fe(CN)_4(OH)]$

8.potassium diaquatetrabromovanadate(III): $K[V(H_2O)_2Br_4]$

១០.៥ កំណកុំផ្លិច (Complex formation)

១០.៥.១ ថេរកំណនិងថេរបំបែកនៃកុំផ្លិច:

ប្រតិកម្មនៃការបង្កើតកុំផ្លិចរវាងអ៊ីយ៉ុង M^{n+} ជាមួយលីកង់ L:

$$M^{m+} + pL \leftrightarrows [MLp]^{m+}$$

១០.៥.២ សកម្មភាពពិសោធន៍

ចាក់សូលុយស្យុង KSCN ទៅក្នុងសូលុយស្យុង Fe^{3+} វាំពេចនោះមានការកកើតឡើងនូវពណ៌ក្រហម គឺជាកុំផ្លិច $[Fe(SCN)]^{2+}$ ។ បន្ទាប់មកបើយើងបន្ថែម NaF ទៅលើផលិតផលដែលទទួលបានកុំផ្លិច $[Fe(SCN)]^{2+}$ នោះពណ៌ ត្រូវបានបាត់ជាមួយនិងការកកើតឡើងនូវកុំផ្លិចថ្មីគ្មានពណ៌គឺ $[FeF]^{2+}$ ។

$$Fe^{3+} + SCN^{-} \underset{2}{\overset{1}{\leftrightarrows}} [Fe(SCN)]^{2+} \quad (1)$$

$$[Fe(SCN)]^{2+} \underset{2}{\overset{1}{\leftrightarrows}} [FeF]^{2+} + SCN^{-} \quad (2)$$

ចំពោះប្រតិកម្ម (1) យើងអាចសរសេរថេរកំណកុំផ្លិច K_f នៃអ៊ីយ៉ុង $[Fe(SCN)]^{2+}$ ទិស (1) ។

$$K_f = \frac{[Fe(SCN)]^{2+}}{[Fe^{2+}][SCN^{-}]}$$

K_f ថេរកំណកុំផ្លិច (formation constant)

ចំពោះថេរបំបែក K_d ថេរបំបែកកំផ្លិច (Dissociation constant) ប្រតិកម្ម (1) ទិស 2 ។

$$K_d = \frac{[Fe^{3+}][SCN^-]}{[Fe(SCN)]^{2+}}$$

ដែល $K_d = \frac{1}{K_f}$

គេអាចគណនា pK ចំពោះ K_d និង K_f

$pK_d = -\log K_d$ និង $pK_f = -\log K_f$

ដូច្នេះចំពោះប្រតិកម្ម (1): $pK_d = 2.10$ នោះ $K_f = 126$

១០.៥.៣ កុំផ្លិចដែលកើតមានបន្តបន្ទាប់ថេរកំណកុំផ្លិចជាសរុប

ការជំនួសនៃម៉ូលេគុលទឹកជុំវិញអ៊ីយ៉ុងលោហៈគឺជាលំដាប់នៃការអោយមជ្ឈដ្ឋាននៃប្រតិកម្មកំណកុំផ្លិចជាបន្តបន្ទាប់ ។

ឧទាហរណ៍ ការបន្ថែមអាម៉ូញ៉ាក់ជាមួយសូលុយស្យុងទឹកនៃអ៊ីយ៉ុង Cu^{2+} បង្ហាញតាមសមីការដូចខាងក្រោម÷

$Cu^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Cu(NH_3)]^{2+}$ $K_{f1} = 500$

$[Cu(NH_3)]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Cu(NH_3)_2]^{2+}$ $K_{f2} = 1100$

$[Cu(NH_3)_2]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Cu(NH_3)_3]^{2+}$ $K_{f3} = 4760$

$[Cu(NH_3)_3]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ $K_{f4} = 23810$

រឺ $Cu^{2+} + 4NH_3 \leftrightarrows [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ $K_f = K_{f1}.K_{f2}.K_{f3}.K_{f4} = 6.23\times10^{13}$

ជាទូទៅ

$M + L \leftrightarrows ML_1$ K_{f1}

$ML_1 + L \leftrightarrows ML_2$ K_{f2}

$ML_{n-1} + L \leftrightarrows ML_n$ K_{fn}

$M + nL \leftrightarrows ML_n$ $K_f = \prod_{i=1}^{n} K_{fi}$

១០.៦ ការគណនាក្នុងលំនឹងស្មុលុយស្យុងកុំផ្លិច

ការគណនាក្នុងលំនឹងបង្កើតកុំផ្លិចមានលក្ខណៈសាំញ៉ាំព្រោះ:

- ការបង្កើតកុំផ្លិចវង ដូចជាប្រតិកម្មអាស៊ីត-បាស
- ការបង្កើតកុំផ្លិចអ៊ីដ្រូកស៊ូនៃអ៊ីយ៉ុងលោហៈ
- លំនាំបង្កើតកុំផ្លិចច្រើនកើតឡើងជាបន្តបន្ទាប់

$M + L \leftrightarrows ML_1 \quad K_{f1}$

$ML_1 + L \leftrightarrows ML_2 \quad K_{f2}$

$ML_{n-1} + L \leftrightarrows ML_n \quad K_{fn}$

$M; H_2O + H_2O \leftrightarrows MOH + H_3O^+ \quad \beta$

$L + H_3O^+ \leftrightarrows HL + H_2O \quad K_a^{-1}$

ករណីទី១: បើកំហាប់លីកង់មានតំលៃតូចជាងប្រៀបធៀបទៅនិងកំហាប់អ៊ីយ៉ុងកណ្តាលនឹងថេរកំណកុំផ្លិចមានតំលៃខុសៗគ្នា ។ នោះយើងយកការបង្កើតកុំផ្លិចណាមានចំនួនលីកង់ច្រើនជាងគេប្រើក្នុងការគណនា ។

$$\begin{cases} C_L >> C_M \\ K_{Fn} >> K_{fn-1} >> \ldots\ldots\ldots\ldots >> K_{f1} \end{cases}$$

យើងបាន:

$$M + nL \leftrightarrows MLn \quad K_{fn}$$

ករណីទី២: កំហាប់នៃអ៊ីយ៉ុងលោហៈធំជាងកំហាប់លីកង់

$$M + L \leftrightarrows ML_1 \quad K_{f1}$$
$$ML_1 + L \leftrightarrows ML_2 \quad K_{f2}$$
$$- \quad - \quad - \quad -$$
$$- \quad - \quad - \quad -$$
$$ML_{n-1} + L \leftrightarrows ML_n \quad K_{fn}$$

ដោយ $C_M > C_L$ និង $K_{f1} > K_{f_2} > \dots\dots > K_{f_n}$ ។ ដូច្នេះកុំផ្លិចសំខាន់ក្នុងសូលុយស្យុងគឺជាកុំផ្លិចណាដែលមានចំនួនកូអ័រឌីណាស្យុងតិចបំផុត ។

លំហាត់ គណនាកំហាប់ប្រភេទគីមីនានាក្នុងសុលុយស្យុងដែក III ពែក្លូរ៉ាត $Fe(ClO_3)_3$ ដែលមានកំហាប់ 0.100M និង 0.01Mសូលុយស្យុងប៉ូតាស្យូមស្យូស្យាន្ទ KSCN (លំនាំបង្កើតកុំផ្លិចវងអាចចោលបាន) ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការគីមីក្នុងសូលុយស្យុងបង្ហាញដោយលំនឹង:

$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^- \quad K_w \quad (1)$

$Fe(ClO_3)_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3\ ClO_3^-$

$KSCN \rightarrow K^+ + SCN^-$

$Fe^{3+} + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+} \quad K_{f_1} = 10^{3,03} \quad (2)$

$[Fe(SCN)]^{2+} + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)_2]^+ \quad K_{f_2} = 10^{1,94} \quad (3)$

$[Fe(SCN)_2]^+ + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)_3] \quad K_{f_3} = 10^{1,40} \quad (4)$

$[Fe(SCN)_3] + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)_4]^- \quad K_{f_4} = 10^{0,80} \quad (5)$

$[Fe(SCN)_4]^- + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)_5]^{2-} \quad K_{f_5} = 10^{0,02} \quad (6)$

$[Fe(SCN)_5]^{2-} + SCN^- \rightleftharpoons [Fe(SCN)_6]^{3-} \quad K_{f_6} = 10^{....} \quad (7)$

ពិភាក្សា: $C_{Fe^{3+}} = 0.100 > C_{SCN^-}$ និង $K_{f_1} > K_{f_2} \ldots.. > K_{f_6}$

ដូច្នេះការបង្កើតកុំផ្លិចនៅដំណាក់ការទី១ មានសារៈសំខាន់ក្នុងការគណនាប្រភេទគីមីនានា។

	Fe^{3+} +	$SCN^- \rightleftharpoons$	$[Fe(SCN)]^{2+}$ $K_{f_1} = 10^{3,03}$
C	0.100	0.010	
[ ]	0.100- (0.010-x)	x	0.010-x

$$K_{f_1} = 10^{3,03} = \frac{(0,01-x)}{[0,1-(0,01-x)]x}$$

$$\Rightarrow \quad 10^{3,03} = \frac{10^{-2}-x}{(9.10^{-2}+x)x}$$

ដោះស្រាយរួចគេបាន $x = [SCN^-] = \mathbf{1.03x\ 10^{-4}\ M}$

ប្រភេទគីមីក្នុងសូលុយស្យុងរួមមាន : H_3O^+;OH^- . Fe^{3+}; $[Fe(SCN)]^{2+}$; SCN^-; $[Fe(SCN)_2]^+$;
$[Fe(SCN)_3]$; $[Fe(SCN)_4]^-$; $[Fe(SCN)_5]^{2-}$; $[Fe(SCN)_6]^{3-}$

$[Fe(SCN)]^{2+} = 10^{-2} - x \approx \mathbf{10^{-2}\ M}$

តាម (3) $[Fe(SCN)_2]^+ = K_{f_2}[SCN^-][Fe(SCN)]^{2+} = \mathbf{8.97\ x\ 10^{-5}\ M}$

$[Fe^{3+}] = \mathbf{9\ x\ 10^{-2}\ M}$

តាម (4) $[Fe(SCN)_3] = K_{f_3}[SCN^-][Fe(SCN)_2]^+ = \mathbf{2.32\ x\ 10^{-7}\ M}$

តាម (5) $[Fe(SCN)_4]^- = K_{f_4}[SCN^-][Fe(SCN)_3] = \mathbf{1.51\ x\ 10^{-10}\ M}$

តាម(6) $[Fe(SCN)_5]^{2-} = K_{f_5}\ [SCN^-]\ [Fe(SCN)_4]^- = \mathbf{1.63 \times 10^{-14}M}$

ដោយអ៊ីយ៉ុង Fe^{3+} មានលក្ខណៈជាអាស៊ីតក្នុងទឹកតាមសមីការប្រតិកម្មៈ

	$Fe^{3+}.H_2O$	+	$H_2O \leftrightarrows$	$Fe(OH)^{2+}$	$+ H_3O^+$	$\beta = 10^{-2.17}$
C	0.10					
[ ]	0.10 -x			x	x	

ដោះស្រាយរួច គេបាន

$x = [H_3O^+] = \mathbf{3.00 \times 10^{-2}M}$

និង $[OH^-] = \mathbf{3.30 \times 10^{-13}\ M}$

១០.៧ កំផ្លិច EDTA និងអ៊ីយ៉ុងលោហៈ (Complexes of EDTA and Metal Ions) អាស៊ីតអេទីឡែន-ឌីអាមីនតេត្រាអាសេទិចសរសេរកាត់ EDTA ជាលីកង់ធ្មេញប្រាំមួយ (hexa dentateligand) ដែលមានអាតូមអុកស៊ីសែនបួន និងអុកស៊ីសែនពីរដែលជាអ្នកផ្តល់នូវទ្វេតាអេឡិចត្រុង (donor atoms) មើលតារាង១។

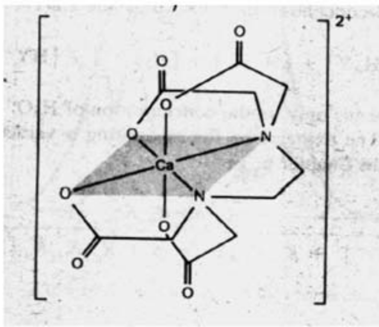
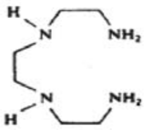
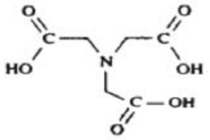
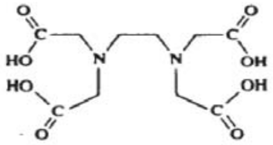
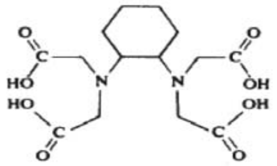
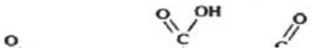


Figure 9-1 Structure of calcium-EDTA complex. Bond lengths are not to scale.

ក្នុងសូលុយស្យុងបាសខ្លាំង (pH > 12) ក្រុមអាស៊ីតកាបុកស៊ីលិចទាំងបួនគឺមិនអោយប្រូតុងនិងសណ្ឋាន EDTA ស្ថិរភាព ១ :១ កំផ្លិចជាមួយភាពជាកស្តែងនៃគ្រប់អ៊ីយ៉ុងលោហៈប៉ូលីវ៉ាឡង់។ ទំរង់កំផ្លិច លោហៈ- EDTA ដូចបង្ហាញរូបខាងក្រោម÷

TABLE 9-2 COMMON POLYDENTATE LIGANDS

Type	Structure	Name
Bidentate		Ethylenediamine (en)
Tetradentate		Triethylenetetraamine (Trien)
		Nitrilotriacetic acid (NTA)
Hexadentate		Ethylenediaminetetra-acetic acid (EDTA)
		Cyclohexanediaminetetraace acid (CDTA)



ម្យ៉ាងវិញទៀត នឹងក្លាយជាលីកង់ធ្មេញប្រាំមួយ ។ EDTA ជាអាស៊ីតតេត្រាប្រូតុងដែលអាចមានក្នុងសណ្ឋានឱ្យប្រូតុងផ្សេងៗគ្នាដូចតទៅ H_4Y. H_3Y^- . H_2Y^{2-} .HY^3. Y^{4-} គ្រប់សណ្ឋានទាំងបួននេះអាចប្រតិកម្មជាមួយលោហៈឱ្យផលជាកុំផ្លិច លោហៈ-EDTA និងប្រតិកម្មនីមួយៗឱ្យផលថេរលំនឹងខុសៗគ្នា ។ អ្នកគីមីសំរាប់ជ្រើសរើសយកទៅប្រើក្នុងប្រតិកម្មគឺតេត្រាអាញ៉ុង (Y^{4-}) ហើយអាស្រ័យទៅនឹងមេគុណកំណកុំផ្លិចនៃលោហៈ- EDTA ។

$$M^{n+} + Y^{4-} \leftrightarrows MY^{n-4} \quad K_{MY} = \frac{[MY^{n-4}]}{[M^{n+}][Y^{4-}]} \qquad (8\text{-}1)$$

កំហាប់អ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រូសែននឹងជះឥទ្ធិពលទីតាំងលំនឹងនៃប្រតិកម្មដោយឥទ្ធិពលកំហាប់នៃ Y^{4-} ក្នុងសូលុយស្យុង ។ EDTA មានប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងលោហៈ អ៊ីដ្រូសែនបានប្រទាញទៅលើក្រុមកាបុកស៊ីឡាត រួចត្រូវបានយក

ចេញ។ ក្នុងសូលុយស្យុងបាសខ្លាំង អ៊ីដ្រូសែនទាំងនេះត្រូវបានយកចេញដោយប្រតិកម្មជាមួយអ៊ីយ៉ុងអ៊ីដ្រុកស៊ីត។ ក្នុងសូលុយស្យុងអាស៊ីតខ្លាំង អ៊ីយ៉ុងលោហៈត្រូវបានជំនួសអ៊ីដ្រូសែន បើកំផ្លិចនឹងកើតឡើង។ ដោយហេតុអ៊ីយ៉ុងលោហៈខុសគ្នាគួរអោយកត់សំគាល់ក្នុងការជំនួសអ៊ីដ្រូសែនទាំងនោះរបស់គេ សូលុយស្យុងអាស៊ីតអាចត្រូវបានប្រើសំរាប់ជារ៉េអាក់ទីវីតេនៃ EDTA ឆ្ពោះទៅរកអ៊ីយ៉ុងលោហៈ។ ជាឧទាហរណ៍ អ៊ីយ៉ុងលោហៈភាគច្រើនប្រតិកម្មជាមួយបរិមាណស្មើរត្យូមេទ្រីនៃ EDTA នៅ pH-10 ប៉ុន្តែមានតិចតួច ដូចជា Fe^{3+} និង Hg^{2+} ក៏អាចប្រតិកម្មជាបរិមាណផងដែរនៅ pH-2។

១០.៨ ឥទ្ធិពលនៃ pH លើសមាសធាតុEDTA

តាមទំនាក់ទំនងកំហាប់ ($\propto$) នៃប្រភេទខុសៗគ្នារបស់ EDTA ដែលមានក្នុងសណ្ឋានខុសគ្នាប្រាំយ៉ាងគឺ: H_4Y. H_3Y^- . H_2Y^{2-} .HY^{3-}. Y^{4-} ។

$$\propto y^{4-} = \frac{[y^{4-}]}{[Y']}$$

ដែល $Y' = [H_4Y] + [H_3Y] + [H_2Y^{2-}] + [HY^{3-}] + [Y^{4-}]$

តំលៃ $\propto y^{4-}$ អាស្រ័យតែទៅលើកំហាប់ H_3O^+ ហើយនិងថេរបំបែកនៃអាស៊ីត EDTA

តំលៃ $\propto y^{4-}$ អាចគណនាតាមរបៀបម្យ៉ាងទៀតស្រដៀងគ្នាក្នុងជំពូក៤ ។

$$\propto y^{4-} = \frac{K_{a1}K_{a2}K_{a3}K_{a4}}{[H_3O^+]^4 + K_{a1}[H_3O^+]^3 + K_{a1}K_{a2}[H_3O^+]^2 + K_{a1}K_{a2}K_{a3}[H_3O] + K_{a1}K_{a2}K_{a3}K_{a4}}$$

ចំពោះតំលៃផ្សេងៗទៀត ដោយតាងភាគបែងដោយ **D** គេអាចសរសេរ:

$$\alpha_{HY^{3-}} = \frac{[HY^{3-}]}{[Y']} = \frac{K_{a1}K_{a2}K_{a3}[H_3O^+]}{D}$$

$$\alpha_{H_2Y^{2-}} = \frac{[H_2Y^{2-}]}{[Y']} = \frac{K_{a1}K_{a2}[H_3O^+]^2}{D}$$

$$\alpha_{H_3Y^-} = \frac{[H_3Y^-]}{[Y']} = \frac{K_{a1}[H_3O^+]^3}{D}$$

$$\alpha_{H_4Y} = \frac{[H_4Y]}{[Y']} = \frac{[H_3O^+]^4}{D}$$

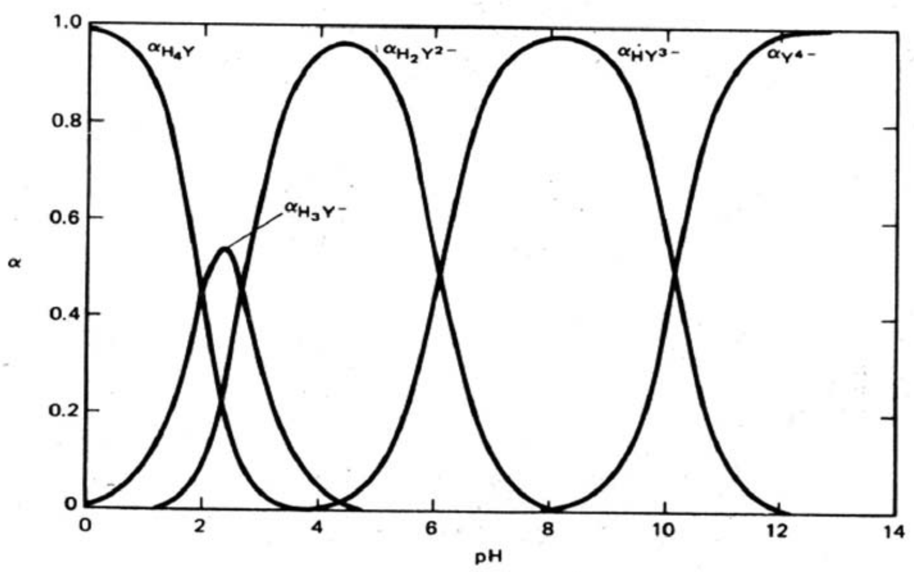


Figure 9-2 Effect of pH on the composition of an EDTA solution.

តារាងតំលៃ∝ចំពោះ EDTA នៅ pH ខុសៗគ្នា

pH	$\propto y^{4-}$	pH	$\propto y^{4-}$
2.00	5.00×10^{-14}	8.00	6.90×10^{-3}
3.00	3.40×10^{-11}	9.00	6.50×10^{-2}
4.00	5.00×10^{-9}	10.00	4.10×10^{-1}
5.00	4.80×10^{-7}	11.00	8.50×10^{-1}
6.00	3.00×10^{-5}	12.00	9.80×10^{-1}
7.00	6.10×10^{-4}		

ចំពោះមុខប្រភាគដូចជា $\propto y^{4-}$ ដែលអាចគណនាបាន:

$K_{a1} = 1.00 \times 10^{-2}$
$K_{a1}K_{a2} = 2.10 \times 10^{-5}$
$K_{a1}K_{a2}K_{a3} = 1.60 \times 10^{-11}$
$K_{a1}K_{a2}K_{a3}K_{a4} = 1.10 \times 10^{-21}$

នៅ pH-8.00M នោះ

$$\propto y^{4-} = \frac{1{,}10x10^{-21}}{1{,}60x10^{-19}} = 6.90 \times 10^{-3}$$

នៅ pH-11.00M នោះ

$$\propto y^{4-} = \frac{1{,}10x10^{-21}}{1{,}30x10^{-21}} = 0.85$$

ឥទ្ធិពលនៃភ្នាក់ងារជំនួយលើកំហាប់អ៊ីយ៉ុងលោហៈ

$$Zn^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Zn(NH_3)]^{2+} \qquad K_{f_1} = \frac{[Zn(NH_3)]^{2+}}{[Zn^{2+}][NH_3]}$$

$$[Zn(NH_3)]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Zn(NH_3)_2]^{2+} \qquad K_{f2} = \frac{[Zn(NH_3)_2]^{2+}}{[Zn(NH_3)\ ]^{2+}[NH_3]}$$

$$[Zn(NH_3)_2]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Zn(NH_3)_3]^{2+} \qquad K_{f_3} = \frac{[Zn(NH_3)_2]^{2+}}{[Zn(NH_3)\ ]^{2+}[NH_3]}$$

$$[Zn(NH_3)_3]^{2+} + NH_3 \leftrightarrows [Zn(NH_3)_4]^{2+} \qquad K_{f_4} = \frac{[Zn(NH_3)_4]^{2+}}{[Zn(NH_3)_3]^{2+}[NH_3]}$$

ទំនាក់ទំនងកំហាប់នៃសណ្ឋានខុសគ្នានៃ Zn អាចត្រូវបានបង្ហាញដូចតទៅតាមរបៀប EDTA:

$\propto_{`Zn^{2+}} = \frac{[Zn^{2+}]}{[Zn']}$ ដែល Zn'ជាកំហាប់ Zn សរុបមិនចូលរួមបង្កើតកុំផ្លិចជាមួយ EDTA

ដែល $[Zn'] = [Zn^{2+}] + [Zn(NH_3)]^{2+}] + [Zn(NH_3)_2]^{2+}] + [Zn(NH_3)_3]^{2+} + [Zn(NH_3)_4]^{2+}$

តំលៃនៃ$\propto_{`Zn^{2+}}$ អាស្រ័យតែទៅលើកំហាប់នៃ NH_3 និងថេរកំណកុំផ្លិចស័ង្កសី-អាម៉ូញ៉ាក់។ ដូច្នេះគេអាចសរសេរ:

$$\propto_{`Zn^{2+}} = \frac{1}{K_{f_1}[NH_3] + K_{f_2}K_{f_2}[NH_3]^2 + K_{f_1}K_{f_2}K_{f_3}[NH_3]^3 + K_{f_1}K_{f_2}K_{f_3}K_{f_4}[NH_3]^4}$$

ឧទាហរណ៍: គណនាកំហាប់ស័ង្កសីក្នុង 0.100M សូលុយស្យុង $Zn(NO_3)_2$តំប៉ុងនៅ pH-9.15 ជា មួយនិងសូលុយស្យុង NH_3/NH_4Cl ។ កំហាប់អាម៉ូញ៉ាក់សេរីក្នុងតំប៉ុងគឺ 0.0800M ។ មេគុណកំណកុំផ្លិចស័ង្កសី-អាម៉ូញ៉ាក់រៀងគ្នាគឺ:

$K_{f1} = 1.65 \times 10^2$. $K_{f2} = 1.95 \times 10^2$. $K_{f3} = 2.29 \times 10^2$. $K_{f4} = 1.07 \times 10^3$

ដំណោះស្រាយ: ដោយហេតុថាកំហាប់សរុបនៃកុំផ្លិចមិនសព្វ (uncomplexed) នៃស័ង្កសី [Zn'] បានស្គាល់កំហាប់នៃ Zn ត្រូវបានគណនា បើតំលៃនៃ $\propto_{Zn2+}$ បានរកឃើញ ។ ការគណនាផ្តល់អោយយើងដូចតទៅ:

គណនាភាគបែងសំរាប់សមីការនេះឱ្យ:

$K_{f_1}[NH_3] = (1{,}62x10^2)(0{,}0800) = 13{,}00$

$K_{f_1}K_{f_2}[NH_3]^2 = (1{,}62x10^2)(1{,}95x10^2)(0{,}0800) = 202$

$K_{f_1}K_{f_2}K_{f_3}[NH_3]^3 = (1{,}62x10^2)(1{,}95x10^2)(2{,}29x10^2)(0{,}0800)^3 = 3{,}70x10^3$

$$K_{f_1}K_{f_2}K_{f_3}K_{f_4}[NH_3]^4 = (1{,}62x10^2)(1{,}95x10^2)(2{,}29x10^2)(1{,}07x10^2)(0{,}0800)^3 = 3{,}17x10^4$$

ជំនួសក្នុងសមីការខាងលើយើងបាន:

$$\alpha_{Zn^{2+}} = \frac{1}{1+13{,}0+203+(3{,}70x10^3)+(3{,}17x10^4)} = 2{,}66x10^{-5}$$

ជំនួសតំលៃខាងលើសំរាប់ការគណនាកំហាប់ស័ង្កសីយើងបាន:

$$[Zn^{2+}] = (2{,}66x10^{-5})(0.0100) = 2{,}66x10^{-7}\,M$$

១០.១០ ថេរកំណលក្ខខណ្ឌ (Conditional Formation Constants)

The equilibrium:	$HOAc + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OAc^-$	$Zn^{2+} + Y^{4-} \rightleftharpoons ZnY^{2-}$
Initial equation:	$K_a = \frac{[H_3O^+][OAc^-]}{[HOAc]}$	$K_{ZnY^{2-}} = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn^{2+}][Y^{4-}]}$
Assumption 1:	$[H_3O^+] = [OAc^-]$	$[Zn^{2+}] = [Y^{4-}]$
Assumption 2:	$[HOAc] = C_{HOAc}$	$[ZnY^{2-}] = C_{ZnY^{2-}}$
Final equation:	$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C_{HOAc}}$	$K_{ZnY^{2-}} = \frac{C_{ZnY^{2-}}}{[Zn^{2+}]^2}$
Solution:	$[H_3O^+] = \sqrt{K_a C_{HOAc}}$	$[Zn^{2+}] = \sqrt{C_{ZnY^{2-}}/K_{ZnY^{2-}}}$

$[Zn^{2+}] = \propto_{Zn2+} [Zn']$ និង $[Y^{4-}] = \propto_{Y4-} [Y']$

ជំនួសតំលៃទាំងនេះទៅនិងកន្សោមលំនឹងផ្តល់អោយ:

$$K_{ZnY} = \frac{[ZnY^{2-}]}{(\propto_{Zn2+} [Zn'])(\propto_{Y4-} [Y'])}$$

$$K(\propto_{Zn2+})(\propto_{Y4-}) = K_{Zn'Y'} = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn'][Y']}$$

ដែល $K_{Zn'Y'}$ ហៅថាថេរកំណលក្ខខណ្ឌ ។ ពាក្យ **លក្ខខណ្ឌ** គឺមានលក្ខណៈសមរម្យដោយសារតែ $\propto_{Zn2+}$ និង $\propto_{Y4-}$ គឺជាតំលៃថេរក្រោមលក្ខខណ្ឌជាក់លាក់ ។ បើថេរកំណលក្ខខណ្ឌបានប្រើនោះកំហាប់នៃលោហៈនិង EDTA អាចត្រូវបានបង្ហាញតាមរយៈ [M'] និង [Y'] ដែលធ្វើអោយការឧបមា និងលំនាំដំណោះស្រាយមានបញ្ហាស្រដៀងគ្នាដូចក្នុងករណីការគណនាអាស៊ីត-បាសដែរ ។

ឧទាហរណ៍: គណនា pZn^{2+} ក្នុង 5.00×10^{-3}M ZnY^{2-} នៅ pH- 10 បើ α_{Zn2+} គឺ 2.00×10^{-9} និង $k_{Zn^{2-}}$ គឺ 3.16×10^{16} ។

ដំណោះស្រាយ:

ប្រភពតែមួយគត់នៃ Zn^{2+} ក្នុងសូលុយស្យុងគឺការបំបែកនៃ ZnY^{2-} ។ អាស្រ័យហេតុនេះលំនឹងបង្កើតកុំផ្លិចគឺអាចសរសេរអោយងាយជា:

$$Zn^{2+} + Y^{4-} \leftrightarrows ZnY^{2-}$$

ដែល $K\, ZnY^{2-} = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn^{2+}][Y^{4-}]}$

ប្រើថេរកំណលក្ខខណ្ឌ យើងអាចសរសេរក្នុងលក្ខខណ្ឌ [Zn']

$$K_{Zn'Y'} = K_{ZnY^{2-}} (\propto_{Zn2+})(\propto_{Y4-}) = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn'][Y']}$$

ដោយហេតុថាការបំបែកគឺរាប់រងសំរាប់គ្រប់វត្ថុមានកុំផ្លិចមិនសព្វរវាង Zn និង EDTA

នោះ [Zn'] = [Y']

ជំនួសតម្លៃដែលបានអោយទៅក្នុងសមីការ:

$$K_{ZnY^{2-}}\ (\propto_{Zn2+})(\propto_{Y4-}) = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn']^2}$$

$$(3.16 \times 10^{-16})(2.00 \times 10^{-9})(0.41) = \frac{5,00x10^{-3}}{[Zn']^2}$$

ដែល $\propto_{Y^{4-}}$ បានមកពីតារាងតំលៃ $\propto_{Y^{4-}}$ ខាងលើ ។

$$[Zn^{2+}] = \sqrt{\frac{5,00x10^{-3}}{2,21x10^{7}}} = 1.50 \times 10^{-5}M$$

យើងបាន $[Zn^{2+}] = \propto_{Zn^{2+}} [Zn'] = (2.00 \times 10^{-9})(1.50 \times 10^{-5}) = 3.00 \times 10^{-14}M$

$pZn^{2+} = 13.52$

ករណីនេះអាចប្រព្រឹត្តទៅបានចំពោះថេរកំណទៅជាថេរកំណលក្ខខណ្ឌដែលមានការចូលរួមតែអ៊ីយ៉ុងតែ

មួយគត់ ។ ដូច្នេះគេបាន:

$$K_{ZnY'} = K_{ZnY} \propto_{Y^{4-}} = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn^{2+}][Y']} \text{ និង } K_{ZnY} = K_{ZnY} \propto_{Zn^{2+}} = \frac{[ZnY^{2-}]}{[Zn'][Y^{4-}]}$$

សមីការទាំងពីរខាងលើនេះមានសារសំខាន់ណាស់សំរាប់ប្រព័ន្ធលំនឹងកុំផ្លិចស័ង្កសីជាមួយ EDTA ។

ឧទាហរណ៍: គណនាកំហាប់នៃអ៊ីយ៉ុងកាល់ស្យូមក្នុងសូលុយស្យុងមានផ្ទុក $7.50 \times 10^{-3}M\ CaY^{2-}$ និង $1.00x10^{-3}M$ ដោយប្រើបរិមាណលើស EDTA ដែល $K_{CaY^{2-}} = 5.01 \times 10^{10}$. $\propto_{Ca^{2+}} = 4.2 \times 10^{-3}$ និង $\propto_{Y^{4-}} = 6.40 \times 10^{-1}$ ។

ដំណោះស្រាយ

សមីការលំនឹងនៃការកកើតកាល់ស្យូមគឺ

$Ca^{2+} + Y^{4-} \leftrightarrows CaY^{2-}$

ដោយការប្រើថេរកំណលក្ខខណ្ឌសំរាប់ EDTA យើងបាន:

$$K_{CaY'} = K_{CaY} \propto_{Y^{4-}} = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}][Y']}$$

ជំនួសតំលៃបានឱ្យ យើងបាន:

$$5.01 \times 10^{10} \times 6.40 \times 10^{-1} = \frac{7.50 x 10^{-2}}{[Ca^{2+}]1.00 x 10^{-3}}$$

ដូច្នេះ $[Ca^{2+}] = 2.30 \times 10^{-11} M$

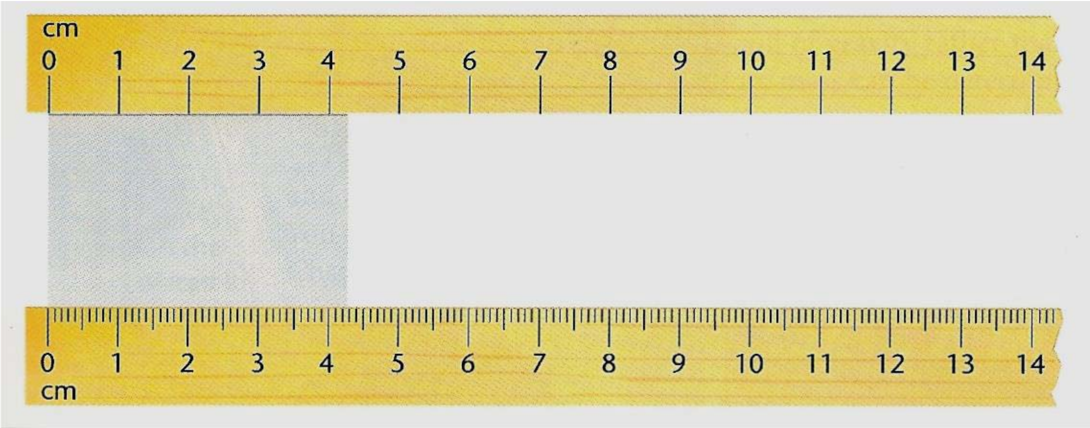
យើងសំគាល់ឃើញថាថេរកំណលក្ខខណ្ឌបានប្រើទាំងនៅក្នុងកាល់ស្យូម និង EDTA [Ca'] ត្រូវបានគណនា និងជំហានដទៃទៀតត្រូវបានប្រើសំរាប់គណនា $[Ca^{2+}]$ ។

Significant Digits

What are significant digits?

The significant digits in a measurement consist of all the digits known with certainty plus one final digit, which is uncertain or is estimated.

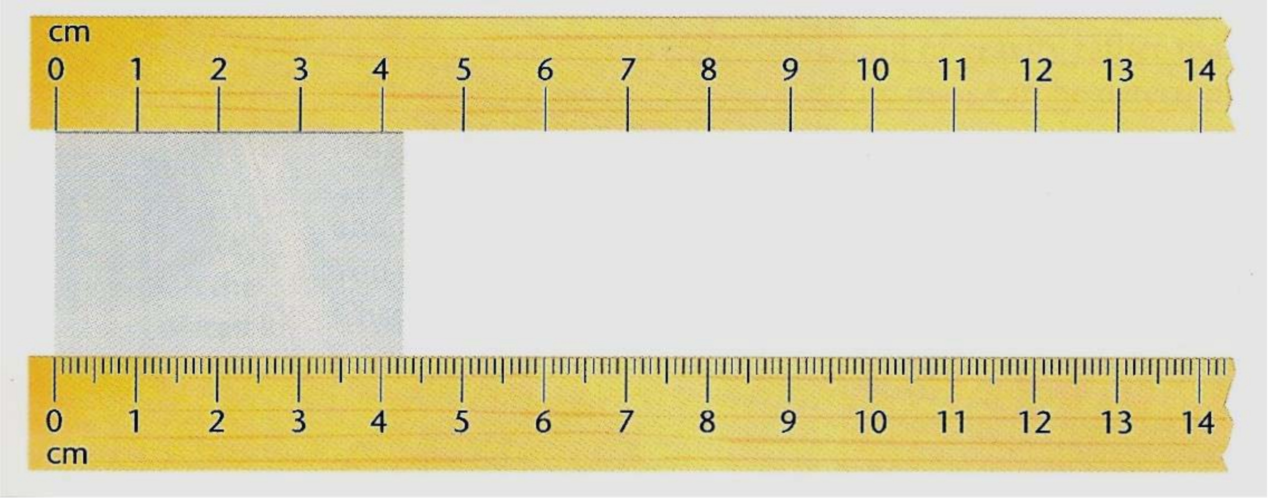
For example: Study the diagram below.



Using the ruler at the top of the diagram, what is the length of the darker rectangle found in between the two rulers?

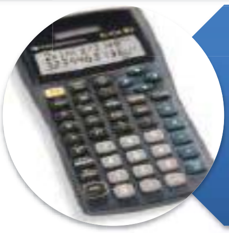
Answer: The length is between 4 and 5 cm. The “4” is certain, but the distance past 4 cm will have to be estimated. A possible estimate might be 4.3. Both of these digits are significant. The first digit is certain and th second digit is uncertain because it is an estimate.

Using the ruler at the bottom of the diagram, what is the length of the darker rectangle found in between the two rulers?



Answer: The edge of the rectangle is between 4.2 cm and 4.3 cm. We are certain about the 4.2, but the next digit will have to be estimated. As possible estimation might be 4.27. All three digits would be significant. The first two digits are certain and the last digit is uncertain.

Please remember…

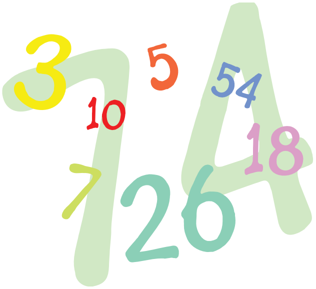


The last digit in a measurement is always the uncertain digit.

It is significant even if it is not certain.

The more significant digits a value has, the more accurate the measurement will be.

THERE ARE QUITE A FEW RULES THAT DETERMINE HOW MANY SIGNIFICANT DIGITS A MEASUREMENT HAS. YOU WILL NEED TO MEMORIZE THESE RULES.



RULE: If a number contains no zeros, all of the digits are significant.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) 438

b) 26.42

c) 1.7

d) .653

Answers:

a) 3

b) 4

c) 2

d) 3

RULE: All zeros between two non zero digits are significant.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) 506
b) 10,052
c) 900.431

Answers:

a) 3
b) 5
c) 6

RULE: Zeros to the right of a non zero digit

a) If they are to the right of a nonzero number but not sandwiched between nonzero and decimal point, they are not significant.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) 4830=4.83×10^3
b) 60=6×10^1
c) 4,000=4×10^3

Answers:

a) 3
b) 1
c) 1

RULE: Zeros to the right of a non zero digit

b) If these zeros are sandwiched between a nonzero number and a decimal point, they are significant.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) 4830.
b) 60.
c) 4,000.

Answers:

a) 4
b) 2
c) 4

RULE: In decimals less than one, zeros to the right of a decimal point that are to the left of the first non-zero digit are never significant. They are simply place holders.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) $0.06 = 6 \times 10^{-2}$
b) $0.0047 = 4.7 \times 10^{-3}$
c) $0.005 = 5 \times 10^{-3}$

Answers:

a) 1
b) 2
c) 1

RULE: All zeros to the right of a decimal point and to the right of a non-zero digit are significant.

How many significant digits are in each of the following examples?

a) .870
b) 8.0
c) 16.40
d) 35.000
e) 1.60

Answers:

a) 3
b) 2
c) 4
d) 5
e) 3

Practice Problems

How many significant digits are in each of the following examples?

1) 47.1
2) 9700.
3) $0.005965000=5.965000x10^{-6}$
4) 560
5) 0.0509
6) 701.905
7) 50.00
8) 50.012
9) $0.000009=9x10^{-6}$
10) $0.0000104=1.04x10^{-5}$

Answers:

1) 3
2) 4
3) 7
4) 2
5) 3
6) 6
7) 4
8) 5
9) 1
10) 3

Determining Significant Digits When Rounding

1) 689.683 grams (4 significant digits)
2) 0.007219 (2 significant digits)
3) 4009 (1 significant digit)
4) 39.21×10^{-1} (1 significant digit)
5) 8792 (2 significant digits)
6) 309.00275 (5 significant digits)
7) .1046888 (3 significant digits)

1) 689.7
2) 0.0072
3) 4000
4) 4
5) $8800 = 8.8 \times 10^3$
6) 309.00
7) .105

Rule for Addition and Subtraction

When adding or subtracting, round the sum or difference so that it has the same number of decimal places as the measurement having the fewest decimal places.

Example: Add 369.3389 + 17.24

First simply add the two numbers. Answer = 386.5789=386.58

17.24 had the fewest number of decimal places with 2 places past the decimal. The above answer will have to be rounded to two places past the decimal.

Rounded Answer = 386.58

Find the sum or difference of the following and round them to the correct number of digits.

Answers

a) 39.61 – 17.3=22.31

b) 1.97 + 2.700=4.67

c) 100.8 – 45=55.8=56

d) 296.0 + 3.9876=299.9876

a) 22.3

b) 4.67

c) 56

d) 300.0

Rule for Multiplication and Division

Express a product or a quotient to the same number of significant figures as the multiplied or divided measurement having the fewer significant figures.

Example: Multiply 6.99 x .25=1.7476=1.7

First simply multiply the two numbers. Answer = 1.7475

.25 had the fewest number of significant digits with 2. The above answer will have to be rounded to two significant digits.

Rounded Answer = 1.7

Multiply or divide the following and give your answer in the correct number of significant digits.

Answers

a) 4.7929 ÷ 4.9 =0.978=0.98

b) 5 x 3.999=19.995=20=2×10^1

c) 84 ÷ .09=933.33333=900

d) .815 x 215.7=175.7955=176

a) 0.98

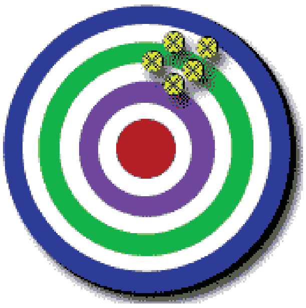
b) 20=2×10^1

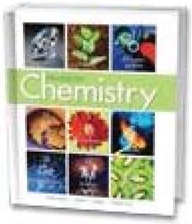
c) 900=9×10^2

d) 176

Daily question

What is the difference between accuracy and precision?





Chapter 3

3.1 Using and Expressing Measurements

Significant Figures

- Learning targets
  - I can state the number of significant figures in a number and why they are significant.
  - I can calculate problems and have the correct number of significant figures in the answer.

Significant Figures

- You can easily read the temperature on this thermometer to the nearest degree.
- You can also estimate the temperature to about the nearest tenth of a degree by noting the closeness of the liquid inside to the calibrations.
- Suppose you estimate that the temperature lies between 22°C and 23°C, at 22.9°C.

Significant Figures

- This estimated number, 22.9° C, has three digits.
- The first two digits (20 and 2) are known with certainty, while the rightmost digit (9) has been estimated and involves some uncertainty.
- These reported digits all convey useful information and are called significant figures.

Significant Figures

–

The **significant figures** in a measurement include all of the digits that are **known**, plus a last digit that is **estimated**.

Measurements must always be reported to the correct number of significant figures because calculated answers cannot be more precise than measured data.

Significant Figures

- The width of the door can be expressed as:
  - 0.8 m for meter stick “a” because 0 is known and .8 is estimated
  - 0.77 m for meter stick “b” because 0.7 is known and 0.07 is estimated
  - 0.772 m for meter stick “c” because 0.77 is known and .2 is estimated

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

1. To determine whether a digit in a measured value is significant, you need to apply the following rules.

Every **nonzero digit** is significant.

Each of these measurements has three significant figures:

24.7 meters
0.743 meter
714 meters

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

2. Zeros appearing between nonzero digits are significant. These are called “**sandwich zeros**”.

Each of these measurements has four significant figures:
Why?

7003 meters
40.79 meters
1.503 meters

Significant Figures

Rule 3: Trailing zeros follow a non zero digit and are significant only if there is a decimal point.

examples of this rule with the zeros this rule affects in boldface:

0.005**00**

0.0304**0**

2.3**0** x 10^{-5}

4.5**00** x 10^{12}

1**00.000**

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

Each of these measurements has **four** significant figures: WHY? (find the captured & trailing zeros)

43.00 meters
1.010 meters
9.000 meters

- Which digits are significant figures?
  1. **All non zero digits (1 to 9)**
  2. **sandwich zeros** – which are between non-zero digits
  - Example 1,001

  3. Trailing zeros – with a **decimal point**
  - Example 1,001.000

- Which ZERO digits are NOT significant figures?
  - **Leading zeros** before real numbers
  - Example 0.000231
  - **Trailing zeros** after real numbers if **no decimal** is written- Example 1,000,000

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

Each of these measurements has only two significant figures:

0.0071 meter = 7.1×10^{-3} meter
0.42 meter = 4.2×10^{-1} meter
0.000099 meter = 9.9×10^{-5} meter

These are leading zeros

All digits are significant using scientific notation

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

The zeros in these measurements are not significant: WHY?

300 meters ? ignificant figure)
7000 meters ? significant figure)
27,210 meters ? significant figures)

No captured zeros nor trailing zeros, no decimal points!

Significant Figures

Determining Significant Figures in Measurements

Unlimited number of significant figures

There are two situations in which numbers have an unlimited number of significant figures. **Counting and Equivalents**

– The first involves **counting.**

23 people in your classroom

This measurement is a counted value, so it has an unlimited number of significant figures.

- The second situation involves **equivalents** like those found within a system of measurement.

Each of these numbers has an unlimited number of significant figures.

60 min = 1 hr
100 cm = 1 m

***Counting** and **equivalents** do not limit the significant figures in your calculations!*

Significant figures

<u>**Rules for significant figures**</u>

Rule 1: Non-zero digits are always significant.

Rule 2: "sandwich zeros" – any zeros between two significant digits are significant.

Rule 3: Trailing zeros are significant if there is a decimal point

Rule 4 – Unlimited significant figures

– Counted values
– equivalents

Suppose that the winner of a 100-meter dash finishes the race in 9.98 seconds. The runner in second place has a time of 10.05 seconds. How many significant figures are in each measurement? Give the rules 1-4.

There are three significant figures in 9.98
Rule 1- every nonzero digit is significant

There are four significant figures in 10.05
Rule 1- every nonzero digit is significant
Rule 2 – sandwich zeros between nonzero digits are significant

Sample Problem 3.3

Counting Significant Figures in Measurements

How many significant figures are in each measurement?
Give the rule(s) for counting significant figures

3 sig-figs -– all nonzero numbers

5 sig-figs -– all nonzero numbers
– sandwich zeros

5 sig-figs -– trailing zeros with a decimal are significant

Counting Significant Figures in Measurements

How many significant figures are in each measurement?
Give the rule(s) for counting significant figures

Unlimited- counting

4 sig-figs - all nonzero numbers are significant
-sandwich zeros are significant
– trailing zeros with a decimal are significant

2 sigfigs -– all nonzero numbers
No decimal so zeros are placeholders
No captured & no trailing zeros

Significant
Figures

Significant Figures in Calculations

Rounding

– To round a number, first decide how many significant figures the answer should have.

– Then round to that many digits, counting from the left.

– "4 & below, let it go"
– "5 & above, give it a shove"

Sample Problem 3.4

Page 69 # 6 Rounding Measurements

Round off each measurement to the number of significant figures shown in parentheses.

a. 314.721 mete 314.7)

b. 0.001775 me 0.0018)

c. 8792 meters 8800

Sample Problem 3.4

2

Page 69 # 6 Rounding Measurements

The arrow points to the digit immediately following the last significant digit. Write your answer using scientific notation.

a. 314.721 meters – round to 4 significant figures
↑
2 is less than 5, so you do not round up.

314.7 meters = 3.147×10^2 meters

Sample Problem 3.4

The arrow points to the digit immediately following the second significant digit. Write your answer using scientific notation.

b. 0.001775 meters - round to 2 significant figures

↑

7 is greater than 5, so round up.

0.0018 meter = 1.8 x 10^{-3} meter

Sample Problem 3.4

2 Solve Apply the concepts to this problem.

The arrow points to the digit immediately following the second significant digit. Write your answer using scientific notation.

c. 8792 meters - round to 2 significant figures

↑

9 is greater than 5, so round up.

8800 meters = 8.8 x 10^{3} meters

Significant Figures **Significant Figures in Calculations**

A calculated answer cannot be more precise than the least precise measurement from which it was calculated.

– The calculated value must be rounded to make it consistent with the measurements from which it was calculated based on the number of significant figures.

– A die measures 1.8 cm on each side.
– Its volume is 1.8 cm x 1.8 cm x 1.8 cm = 5.832cm^3.
– This is incorrect because the measurements have tenths and the answer is expressed using thousandths.

Significant Figures

Significant Figures in Calculations

Addition and Subtraction

The answer to an addition or subtraction calculation should be rounded to the same number of decimal places (not digits) as the measurement with the **least number of decimal places.**

Sample Problem 3.5

Page 70

Significant Figures in Addition and Subtraction

Give the answer to the correct number of significant figures.

12.52 meters + 349.0 meters + 8.24 meters

Sample Problem 3.5

2 Solve Apply the concepts to this problem.

349.0 meters has the fewest decimal places, just one. The answer must be rounded to one decimal place

12.52 meters
349.0 meters
+ 8.24 meters
369.76 meters

369.8 meters

SignificantFigures

Significant Figures in Calculations

Multiplication and Division

In calculations involving multiplication and division, round the answer to the same number of **significant figures** as the measurement with the **least number of significant figures.**

Sample Problem 3.6

Significant Figures in Multiplication and Division

Give the answers to the correct number of significant figures.

a. 7.55 meters x 0.34 meter

b. 2.10 meters x 0.70 meter

c. 2.4526 meters^2 ÷ 8.4 meters

Sample Problem 3.6

2 Solve **Apply the concepts to this problem.**

a. 7.55 meters x 0.34 meter

The second measurement (0.34 meter) has the least number of significant figures (two). So, the answer must be rounded to two significant figures.

a. 7.55 meters x 0.34 meter = 2.567 $meters^2$

= 2.6 $meters^2$

The second measurement (0.70 meter) has the least number of significant figures (two). So, the answer must be rounded to two significant figures.

b. 2.10 meters x 0.70 meter = 1.47 $meters^2$

= 1.5 $meters^2$

Sample Problem 3.6

2 Solve Apply the concepts to this problem.

c. 2.4526 meters^2 ÷ 8.4 meters

The second measurement (8.4 meters^2) has the least number of significant figures (two). So, the answer must be rounded to two significant figures.

c. 2.4526 meters^2 ÷ 8.4 meters = 0.291 076 meter

= 0.29 meter

Checkpoint

In what case are zeros significant in a measured value?

- *trailing zeros with a* ***decimal point***
- *Sandwich zero's – between real numbers*

- *Sig Fig Rule when + or - numbers?*
  - *Round to fewest decimal places*

- *Sig Fig Rule when x or ÷ numbers?*
  - *Round to fewest significant figures*

- End of Significant Figures!
- Time for practice!
- Practice here
- http://science.widener.edu/svb/tutorial/sigfigurescsn7.html

Glossary Terms

– **measurement**: a quantitative description that includes both a number and a unit

– **scientific notation**: an expression of numbers in the form *m* x 10^n, where *m* is equal to or greater than 1 and less than 10, and *n* is an integer

– **accuracy**: the closeness of a measurement to the true value of what is being measured

– **precision**: describes the closeness, or reproducibility, of a set of measurements taken under the same conditions