មុខវិជ្ជា៖
ទែម៉ូឌីណាមិច

កញ្ចប់សមត្ថភាពទី ១
ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

ពណ៌នាអំពីមុខវិជ្ជា៖

ទែម៉ូឌីណាមិច គឺជាការសិក្សាអំពីការបំប្លែងថាមពលដែលពាក់ព័ន្ធនឹងកម្តៅ កម្មន្តមេកានិច ថាមពលក្នុងទម្រង់ផ្សេងៗ និងរបៀបដែលការបំប្លែងទាំងនេះទាក់ទងនឹងលក្ខណៈសម្បត្តិនៃរូបធាតុ។ តាមរយៈច្បាប់ទែម៉ូឌីណាមិច គេអាចស្វែងយល់ពីរបៀបដែលថាមពលនៅក្នុងប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរ និងកំណត់ថាតើប្រព័ន្ធនេះអាចកម្មន្តដែលមានប្រយោជន៍លើបរិស្ថានជុំវិញខ្លួនដែរឬទេ។ វគ្គសិក្សានេះត្រូវបានរចនាឡើងសម្រាប់និស្សិតថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រអប់រំ។ វាគ្របដណ្តប់លើគោលគំនិតជាមូលដ្ឋាន ដូចជាច្បាប់ទីសូន្យ ទីមួយ និងទីពីរនៃទែម៉ូឌីណាមិច ការផ្លាស់ប្តូរស្ថានភាពនៃរូបធាតុ ម៉ាស៊ីនកំដៅ និងទូទឹកកកជាដើម។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក៖

- ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី១៖ ពន្យល់ពីគោលការណ៍គ្រឹះនៃទែម៉ូឌីណាមិច រួមទាំងច្បាប់គ្រប់គ្រងការផ្លាស់ប្តូរថាមពល។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី២៖ ពន្យល់ពីទំនាក់ទំនងរវាងកម្តៅ កម្មន្ត និងថាមពលនៅក្នុងដំណើរការទែម៉ូឌីណាមិចផ្សេងៗ។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៣៖ កំណត់និងពណ៌នាអំពីឥរិយាបទនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចផ្សេងៗគ្នា ក្រោមលក្ខខណ្ឌផ្សេងៗគ្នា។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៤៖ ពន្យល់ពីគោលគំនិតនៃទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងវិទ្យាសាស្ត្រ និងបច្ចេកវិទ្យា។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៥៖ អនុវត្តបច្ចេកទេសគណិតវិទ្យាដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហាទែម៉ូឌីណាមិច រួមទាំងការគណនាពាក់ព័ន្ធនឹងការផ្ទេរកម្តៅ កម្មន្តដែលបានធ្វើ និងការផ្លាស់ប្តូរថាមពល។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៦៖ ប្រើប្រាស់ដ្យាក្រាម និងគំនូសតាងនៃទែម៉ូឌីណាមិច ដើម្បីវិភាគ និងបកស្រាយទិន្នន័យទាក់ទងនឹងដំណើរការទែម៉ូឌីណាមិច។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៧៖ ប្រាស្រ័យទាក់ទងប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពពេលមានការពិភាក្សាអំពីគោលគំនិត និងការរកឃើញនៃទែម៉ូឌីណាមិច តាមរយៈរបាយការណ៍ជាលាយលក្ខណ៍អក្សរ និងការធ្វើបទបង្ហាញ។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៨៖ បង្កើតវិធីសាស្ត្រជាប្រព័ន្ធ និងវិភាគចំពោះការដោះស្រាយបញ្ហា ជាពិសេសនៅក្នុងបរិបទនៃបាតុភូតទែម៉ូឌីណាមិច។

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកទី៩៖ បណ្តុះការចង់ដឹងចង់ឃើញ និងការទទួលស្គាល់តួនាទីនៃទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងការសម្រួចការយល់ដឹងរបស់យើងក្នុងពិភពរូបវិទ្យា។

របាយតម្លៃសិក្សា

- ដើម្បីបំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះ អ្នកសិក្សាត្រូវ

១. វត្តមានចូលសិក្សា ១០%

២. ការចូលរួមសកម្មភាពសិក្សា ២០%

៣. ការវាយតម្លៃកំឡុងពេលសិក្សា ៣០%

៤. ការប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជាសិក្សា ៤០%

អារម្ភកថា

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

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

ក្រសួងមានជំនឿយ៉ាងមុតមាំ លើប្រសិទ្ធភាពនៃការអនុវត្តក្របខណ្ឌកម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលនេះ ដែលនឹងនាំគ្រូបង្រៀន និងគណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀននៅគ្រប់ភូមិសិក្សា សម្រេចបានគោលដៅអប់រំ ដែលនឹងចូលរួមចំណែកក្នុងការសម្រេចបានចក្ខុវិស័យរបស់រាជរដ្ឋាភិបាលកម្ពុជា។

ខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណ និងសូមកោតសរសើរដ៏ស្មោះចំពោះ ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាចារ្យនាយកគម្រោង និងក្រុមការងារគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ ជាពិសេសក្រុមការងារនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញដែលបានខិតខំផលិតឯកសារក្របខណ្ឌកម្មវិធីសិក្សានេះឡើង សម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលក្នុងគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ។

ថ្ងៃ ចន្ទ ៦រោច ខែទុតិយាសាឍ ឆ្នាំថោះ បញ្ចស័ក ព.ស ២៥៦៧

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ០៧ ខែសីហា ឆ្នាំ ២០២៣

រដ្ឋមន្ត្រីក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា

បណ្ឌិតសភាចារ្យ ហង់ជួន ណារ៉ុន

គណៈកម្មការ

១. គណៈកម្មការគ្រប់គ្រង

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

២. គណៈកម្មការនិពន្ធ រៀបរៀង និងចងក្រង

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

៣. គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ និងកែលម្អ

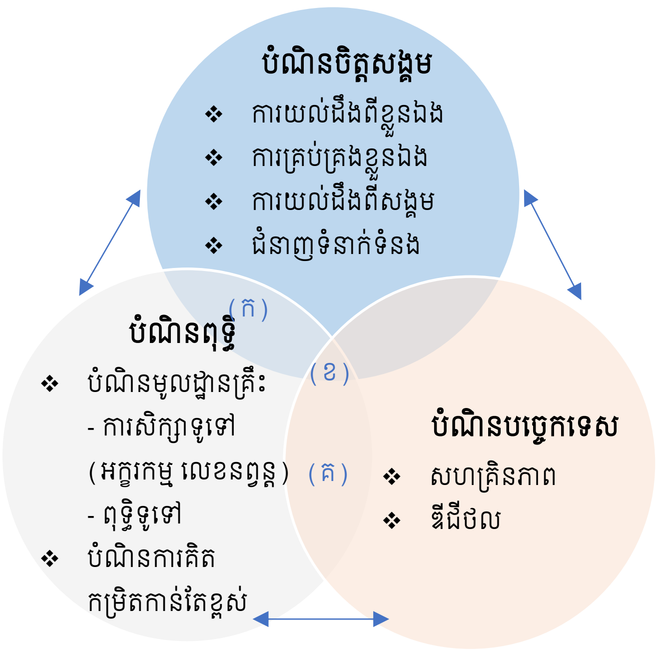
១. លោកបណ្ឌិត	**សំអោ អឌ្ឍរតន៍**	អគ្គនាយករង អគ្គនាយកដ្ឋានគោលនយោបាយ និងផែនការ
២. លោក	**ព្រឹង មរកត**	ប្រធាននាយកដ្ឋានមធ្យមសិក្សា
៣. លោក	**ង៉ោ ប៉េងឡុង**	ប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល និងវិក្រឹត្យការ
៤. ឯកឧត្តមបណ្ឌិត	**សិត សេង**	នាយកវិទ្យាស្ថានគរុកោសល្យរាជធានីភ្នំពេញ
៥. លោកបណ្ឌិត	**ឈុក ច័ន្ទឆាយា**	អនុប្រធាននាយកដ្ឋានបណ្តុះបណ្តាល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

៤. ការរិកុំព្យូទ័រ

១. លោក	**ម៉ៅ ម៉ារ៉ាឌី**	បុគ្គលិកមហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ
២. លោក	**ឱន 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 ឯកទេសរូបវិទ្យាប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងនវានុវត្តន៍ដោយប្រើប្រាស់ឧត្តមានុវត្តន៍ផ្សេងៗ (ខ) ការដោះស្រាយបញ្ហា និង ការរៀបចំនិងការចាត់ចែង (គ) បច្ចេកទេសកម្រិតមធ្យម និងកម្រិតខ្ពស់។



រូបភាពទី១
ប្រភព៖ WDR2018 (p.103)

ដោយឡែក សម្រាប់អ្នកសិក្សាកម្មវិធីនេះផ្ទាល់ នឹងទទួលបាន៖

(១) ចំណេះដឹងឯកទេសរូបវិទ្យាកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ

- ❖ អគ្គិសនីទូទៅ
- ❖ មេកានិច
- ❖ ទែម៉ូឌីណាមិច
- ❖ រលក និងអុបទិច
- ❖ ពិសោធន៍រូបវិទ្យា
- ❖ ចិត្តសង្គម ភាពជាអ្នកដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រង
- ❖ សន្លឹកកិច្ចការស្វ័យសិក្សានៅមធ្យមសិក្សា
- ❖ ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេសរូបវិទ្យា

(២) ចំណេះដឹងវិធីគរុកោលស្យ សាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំរូបវិទ្យាកម្រិតមធ្យមសិក្សា

- វិធីសាស្ត្របង្រៀន
- វិធីសាស្ត្រវាយតម្លៃ
- ការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ
- ប្រឹក្សាគរុកោសល្យ
- បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ

(៣) ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោលស្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង

- អនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន
- ការអនុវត្តកម្មវិធីស្វ័យសិក្សារូបវិទ្យា ពីទីថ្នាក់៧-ទី១២
- របាយការណ៍នៃការអនុវត្តស្តង់ដា នៃយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន

លទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុកសម្រាប់បរិញ្ញាបត្រអប់រំវិជ្ជាជីវៈគ្រូបង្រៀននេះ ត្រូវបានកំណត់ដូចខាងក្រោមៈ

វិជ្ជាសម្បទា

PLO1- ពន្យល់អំពីទ្រឹស្តី និងគោលការណ៍នៃការអប់រំក្នុងបរិបទសកលលោក និងបរិបទ ប្រទេសដើម្បីឆ្លុះបញ្ចាំងទៅនឹងការអនុវត្តជាក់ស្តែងនៃការបង្រៀន។

PLO2- បកស្រាយអំពីដំណើរការអនុវត្តកិច្ចការសម្រាប់ការបង្វឹកលើការរៀបចំកម្មវិធីសិក្សា និងការបង្រៀនរូបវិទ្យាប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព។

បំណិនសម្បទា

PLO3- អនុវត្តបំណិនចិត្តសង្គម និងបច្ចេកវិទ្យាឌីជីថលសម្រាប់បង្កើនការប្រាស្រ័យទាក់ទងគ្នាក្នុងការងារ និងជីវភាពប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ និងដោះស្រាយបញ្ហាប្រកបដោយភាពច្នៃ ប្រឌិត និងការទទួលខុសត្រូវ។

PLO4- បង្កើតគន្លឹះ និងទម្រង់សម្រាប់ដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រងការបង្រៀនដោយផ្តោតលើផលសម្រេចនៃការសិក្សារបស់សិស្សឆ្ពោះទៅកែស្តង់ដាសាលារៀនមានប្រសិទ្ធភាព និងនិរន្តភាពសាលារៀនតាមរយៈការសិក្សា ការអនុវត្តជាក់ស្តែង និងការស្រាវជ្រាវ។

PLO5- អនុវត្តការងារអភិវឌ្ឍកម្មវិធីសិក្សា ការរៀននិងការបង្រៀនរូបវិទ្យា និងការសិក្សាបែបគម្រោងភ្ជាប់នឹងបំណិនរកចំណូលសម្រាប់សាលារៀនប្រកបដោយក្រមសីលធម៌វិជ្ជាជីវៈ។

ចរិយាសម្បទា

PLO6- អភិវឌ្ឍឥរិយាបថវិជ្ជមាន និងវប្បធម៌រៀនពេញមួយជីវិតសម្រាប់បំពេញការងារ និងទាក់ទងជាមួយអ្នកដទៃប្រកបដោយគុណតម្លៃ មនុស្សធម៌ សាមគ្គីភាព និងការចែករំលែកគ្នា។

PLO7- បង្កើត/បង្ហាញការដឹកនាំបណ្តាញសម្រាប់កសាងភ្នាក់ងារពង្រីកឧត្តមានុវត្តន៍សម្រាប់ការរៀន និងការបង្រៀន។

សម្គាល់៖ Program Learning Outcome (PLO) លទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំ

កញ្ចប់សមត្ថភាព និង រចនាសម្ព័ន្ធកម្មវិធីសិក្សា

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

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

សម្គាល់៖ *សម្រាប់កញ្ចប់សមត្ថភាពចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និងការអប់រំមធ្យមសិក្សាបានបន្ថែមមុខវិជ្ជាបំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំចំនួន ៣ក្រេឌីត*

លក្ខណៈទូទៅនៃមុខវិជ្ជាសិក្សា

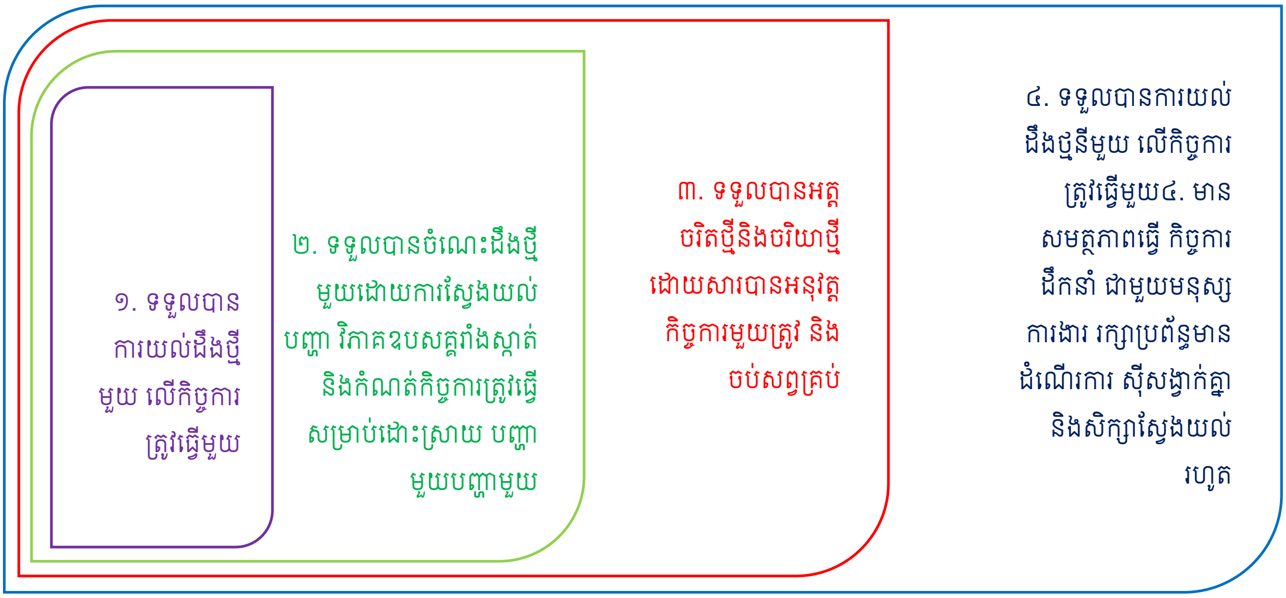
មុខវិជ្ជាសិក្សាសម្រាប់កម្រិតបរិញ្ញាបត្រអប់រំនេះនឹងជួយឱ្យអ្នកសិក្សាបំពេញកញ្ចប់សមត្ថភាពដូចខាងក្រោម ដើម្បីឆ្លើយតបនឹងលទ្ធផលសិក្សាកម្មវិធីអប់រំហើយឱ្យអ្នកសិក្សាមានសមត្ថភាពសម្រាប់បំពេញការងារប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ។

បណ្តុំមុខវិជ្ជា	មុខវិជ្ជាសិក្សា	ក្រេឌីត
(១)ចំណេះដឹងឯកទេសកម្រិតបរិញ្ញាបត្រ (៦០%)	អគ្គិសនីទូទៅ	៣
	មេកានិច	៣
	ទែម៉ូឌីណាមិច	៣
	រលក និងអុបទិច	៣
	ពិសោធន៍រូបវិទ្យា	៣
	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត១ (ចងចាំ)	៣
	ការអនុវត្តសន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត២ (យល់ដឹង)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៣ (ហ្វឹកហាត់)	៣
	សន្លឹកកិច្ចការរូបវិទ្យាសម្រាប់សិស្សស្វ័យសិក្សាកម្រិត៤ (វាយតម្លៃ)	៣
	ការសរសេរ និងការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស	៩
(៣)ចំណេះដឹងគរុកោសល្យ វិធីសាស្ត្របង្រៀន និង	វិធីសាស្ត្របង្រៀន បត់បែនតាមសមត្ថភាពសិស្ស និងទស្សនទានអប់រំថ្មីៗ	៣
	ប្រឹក្សា និងហ្វឹកហ្វឺនគរុសល្យលើយុទ្ធសាស្ត្រសហគមន៍សាលារៀន	៣

ការអប់រំមធ្យមសិក្សា (២០%)	មូលដ្ឋានគ្រឹះវង្វាយតម្លៃអប់រំ	៣
	មូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការស្រាវជ្រាវប្រតិបត្តិ	៣
	បំណិនឌីជីថលសម្រាប់ការអប់រំ*	៣
(៤)ហ្វឹកហាត់កម្មសិក្សាគរុកោសល្យ និងការអនុវត្តជាក់ស្តែង (២០%)	ការអនុវត្ត ស្តង់ដាយុទ្ធសាស្រ្តសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី១)	៣
	ការអនុវត្ត ស្តង់ដានៃយុទ្ធសាស្រ្តសហគមន៍សាលារៀន (ស្តង់ដាទី២)	៦
	របាយការណ៍និងការការពារស្តីពីការអនុវត្តស្តង់ដាយុទ្ធសាស្រ្តសហគមន៍សាលារៀន	៣
សរុប		**៦៣**

លំហូរបង្រៀន និងរៀន

លំហូរបង្រៀននិងរៀន ១មេរៀន ឬកិច្ចការមួយ រួមជាមួយបំណិនមួយ និងចរិយាមួយ



ការវាយតម្លៃលើការសិក្សា

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

៦.៤.១ គោលការណ៍វាយតម្លៃ

គោលការណ៍រួមសម្រាប់ការវាយតម្លៃលើការសិក្សារបស់អ្នកសិក្សាមានដូចតទៅ៖

១) អ្នកសិក្សាតម្រូវឱ្យមានវត្តមានក្នុងការសិក្សាតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ មិនតិចជាង៧០%។ ក្នុងករណីអ្នកសិក្សាមានវត្តមានតិចជាង៧០% នឹងមិនត្រូវបានអនុញ្ញាតឱ្យប្រឡងបញ្ចប់មុខវិជ្ជានោះទេ
២) ក្នុងករណីដែលអ្នកសិក្សាធ្លាក់មុខវិជ្ជាណាមួយក្នុងឆមាស នឹងមិនអនុញ្ញាតឱ្យបន្តការសិក្សាទៅឆ្នាំបន្ទាប់ និងប្រឡងបញ្ចប់ឡើយ

៣) អ្នកសិក្សាទាំងអស់ត្រូវធ្វើកិច្ចការស្រាវជ្រាវសំខាន់ៗតាមមុខវិជ្ជានីមួយៗ និងប្រគល់ជូនគ្រូឧទ្ទេសតាមមុខវិជ្ជាដែលបានកំណត់

៤) អ្នកសិក្សាត្រូវប្រឡងបញ្ចប់ការសិក្សាដែលធ្វើឡើងបន្ទាប់ពីចប់ឆមាសនីមួយៗ តាមការកំណត់ក្នុងកម្មវិធីសិក្សា

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

៦) អ្នកសិក្សាត្រូវតែជាប់មធ្យមភាគនៃការសិក្សាមុខវិជ្ជានិងការធ្វើកម្មសិក្សា ដើម្បីទទួលការអនុញ្ញាតឱ្យការពារឯកសារជំនួយស្មារតីមុខវិជ្ជាឯកទេស។

ការផ្តល់ពិន្ទុ និងប្រព័ន្ធចំណាត់ថ្នាក់

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

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

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

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

៦.៥ គោលការណ៍ប្រតិបត្តិ

ដើម្បីជានានូវការផ្តល់សេវាអប់រំប្រកបដោយគុណភាព និងភាពស័ក្តិសិទ្ធិ មហាវិទ្យាល័យអប់រំនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញអនុវត្តតាមគោលការណ៍ បទបញ្ញត្តិ និងបទដ្ឋានគតិយុត្តិរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ព្រមទាំងគោលការណ៍ច្បាប់នៃព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា។

ជាមួយគ្នានេះដែរ អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវគោរពតាមបទបញ្ញាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ និងឈរលើស្មារតីស្មោះត្រង់ ទទួលខុសត្រូវខ្ពស់ និងភាពម្ចាស់ការ និងគោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា។ សម្រាប់គោលការណ៍សុចរិតភាពនៃការសិក្សា អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗត្រូវបានវាយតម្លៃលើចំណុចសំខាន់ៗដូចខាងក្រោម៖

៦.៥.១ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយា

ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានប្រមូលផ្ដុំលើការគោរពវិន័យ ចាត់តាំង ការមករៀនទៀងទាត់ ការយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការសិក្សា ការខិតខំស្រាវជ្រាវ ការអនុវត្តភារកិច្ច និងស្មារតីសាមគ្គីភាពនៅក្នុងថ្នាក់ ក្នុងគ្រឹះស្ថានសិក្សា និងក្រៅគ្រឹះស្ថានសិក្សា។ ការវាយតម្លៃលើវិន័យ សីលធម៌ ឥរិយាបថ និងអាកប្បកិរិយារបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ ត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរយៈយោបល់ឯកភាពពីមតិភាគច្រើនដាច់ខាតរបស់ក្រុមប្រឹក្សាវិន័យ ដោយផ្អែកលើលក្ខណសម្បត្តិជាក់ស្តែងរបស់អ្នកសិក្សាម្នាក់ៗ និងបទបញ្ញាផ្ទៃក្នុងរបស់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ។

៦.៥.២ ការក្លែងបន្លំឯកសារ

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

៦.៥.៣ ឯកសារជំនួយស្មារតី/របាយការណ៍/កិច្ចការស្រាវជ្រាវ

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

ក្នុងករណីរកឃើញមានការលួចចម្លងស្នាដៃអ្នកដទៃ អ្នកសិក្សានឹងត្រូវប្រឈមមុខចំពោះក្រុមប្រឹក្សា បច្ចេកទេស និងក្រុមប្រឹក្សាវិន័យរបស់មហាវិទ្យាល័យអប់រំ ឬសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទភ្នំពេញ ដោយត្រូវទទួលពិន័យឱ្យរៀនត្រួតថ្នាក់ ឬអាចត្រូវបញ្ឈប់ពីកម្មវិធីដោយគ្មានសំណងប្រាក់សិក្សាដែលបានបង់រួចហើយ និងមិនមានការចេញលិខិតស្នាមបញ្ជាក់ការសិក្សាអ្វីដែរ។

សម្គាល់៖ កម្មវិធីបណ្តុះបណ្តាលសូមរក្សាសិទ្ធិក្នុងការកែប្រែការអនុវត្តជាក់ស្តែងឱ្យឆ្លើយតបទៅនឹង វឌ្ឍនភាពការរៀននិងបង្រៀន សមត្ថភាពរៀននិងការអនុវត្តជាក់ស្តែង និង ស្ថានភាពរៀននិងបង្រៀនជាក់ស្តែង ដើម្បីសម្រេចបានលទ្ធផលសិក្សាល្អបំផុត និងសម្រេចស្តង់ដាសហគមន៍សាលារៀននៃគម្រោងកែលម្អការអប់រំចំណេះទូទៅ (GEIP) ។

មេរៀនទី១ សីតុណ្ហភាព និង កម្ដៅ

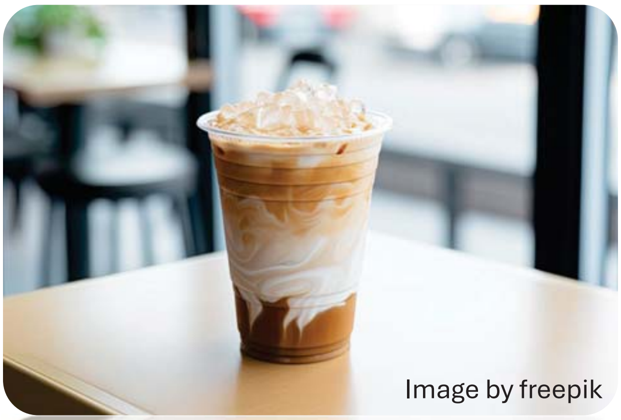


Image by freepik

ក្រុម សុណា 2024

សីតុណ្ហភាព ? កម្ដៅ ?

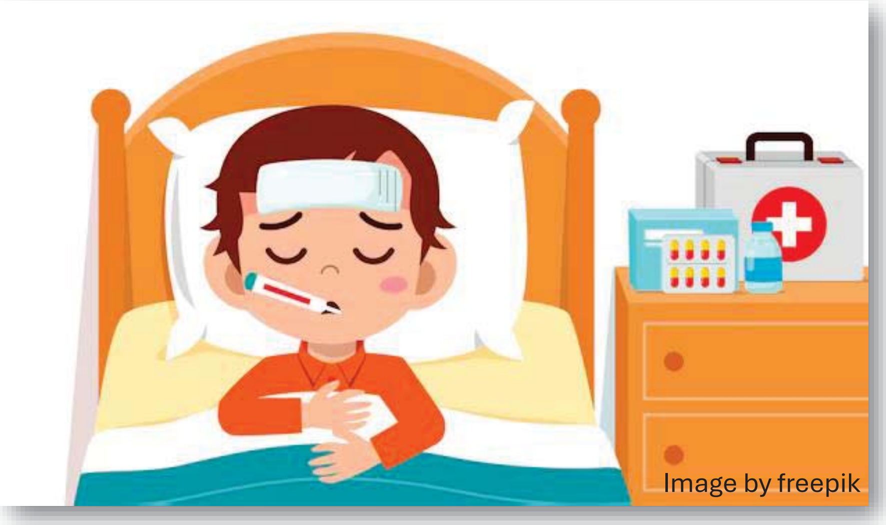


Image by freepik

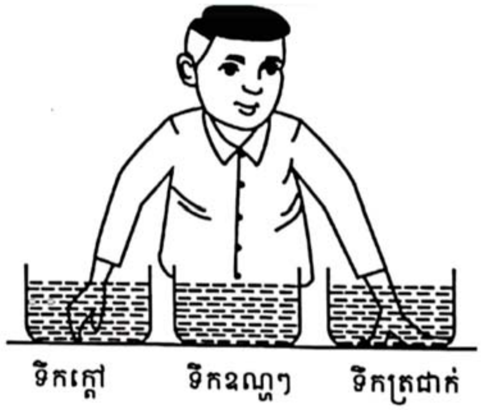
ជាទូទៅពេលអ្នកក្ដៅខ្លួនហើយទៅមន្ទីរពេទ្យ លោកគ្រូ/អ្នកគ្រូពេទ្យវាស់**កម្ដៅ**ខ្លួនរបស់អ្នក។

កម្ដៅ ?

ដូចម្ដេចដែលហៅថា សីតុណ្ហភាព ?
ដូចម្ដេចដែលហៅថា កម្ដៅ ?

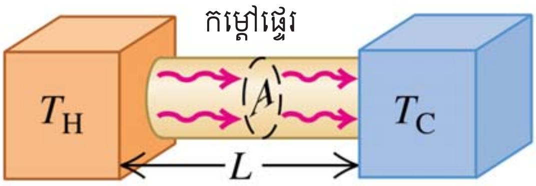
១.១ សីតុណ្ហភាព និង លំនឹងកម្ដៅ (Thermal Equilibrium)

សីតុណ្ហភាពជាទំហំមួយកំណត់ដោយកម្រិតក្ដៅ ឬត្រជាក់នៃអង្គធាតុមួយ ឬ តំបន់មួយ។ ថ្នាក់ទី៧



សីតុណ្ហភាពនៃអង្គធាតុមួយជាទំហំមួយកំណត់ថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលរបស់អង្គធាតុនោះ។ ថ្នាក់ទី១១

កម្ដៅ(ថាមពលកម្ដៅ) ជាថាមពលដែលផ្ទេររវាងអង្គធាតុពីរដែលមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា។



១.១ សីតុណ្ហភាព និង លំនឹងកម្ដៅ (Thermal Equilibrium)

ញាណរបស់មនុស្សមិនសុក្រិតទេ ហើយពេលខ្លះគឺខុសទាំងស្រុង។

ឧទាហរណ៍៖ កំណាត់លោហៈ និង កំណាត់ឈើ មានសីតុណ្ហភាព 20 °C ដូចគ្នា។ ប៉ុន្តែ ពេលដែលអ្នកប៉ះវាទាំងពីរ អ្នកមានអារម្មណ៍ថាកំណាត់លោហៈត្រជាក់ជាង។ ហេតុអ្វី ?[នឹងសិក្សានៅ 1.7]

ដើម្បីអោយសុក្រិត គេត្រូវប្រើឧបករណ៍សម្រាប់វាស់។ ឧបករណ៍វាស់សីតុណ្ហភាព គឺ ទែម៉ូម៉ែត។

ទែម៉ូម៉ែតសារធាតុរាវខាងក្នុង
Liquid-in-thermometer

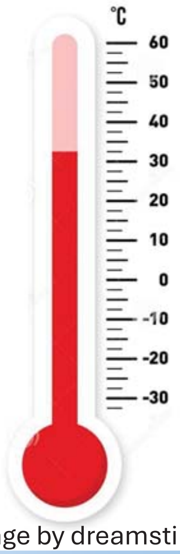


Image by dreamstime

១.១ សីតុណ្ហភាព និង លំនឹងកម្ដៅ (Thermal Equilibrium)

ក្រោយមានលំនឹងកម្ដៅ កម្ពស់អង្គធាតុរាវឈប់ប្រែប្រួល។

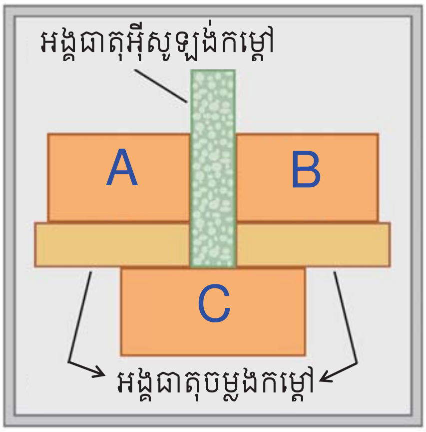
គេអាចវាស់សីតុណ្ហភាពរបស់អង្គធាតុណាមួយបានតាមរបៀបណា?

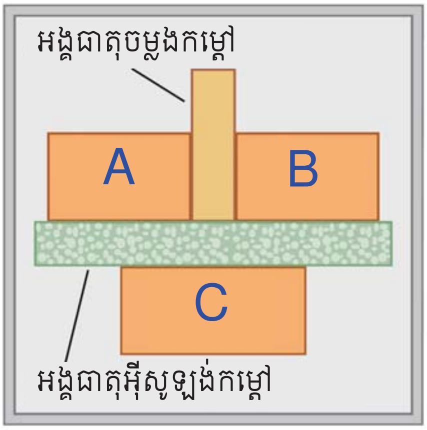
លំនឹងកម្ដៅ ជាស្ថានភាពដែលមិនមានការផ្ទេរកម្ដៅរវាងអង្គធាតុពីរ។

លក្ខណ្ឌលំនឹងកម្ដៅ៖ អង្គធាតុ A និង B មានសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា។

លំនឹងកម្ដៅ $T_A = T_B$

១.១ សីតុណ្ហភាព និង លំនឹងកម្ដៅ (Thermal Equilibrium)

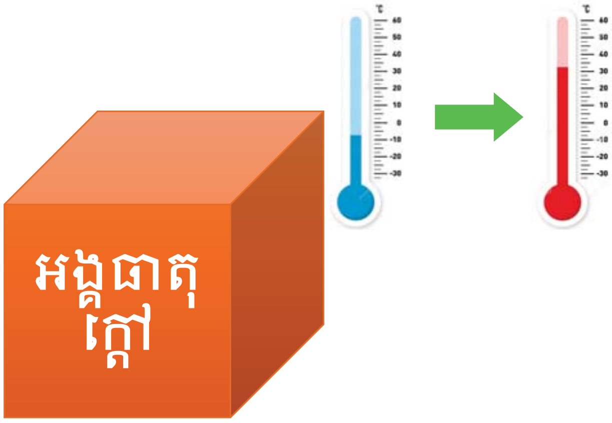




ច្បាប់ទី 0 ទែម៉ូឌីណាមិច

ប្រសិនបើទាំងអង្គធាតុ A និង អង្គធាតុ B សុទ្ធតែមានលំនឹង កម្ដៅជាមួយ អង្គធាតុ C នោះ អង្គធាតុ A និង អង្គធាតុ B ក៏មានលំនឹងកម្ដៅជាមួយគ្នាដែរ។

១.១ សីតុណ្ហភាព និង លំនឹងកម្ដៅ (Thermal Equilibrium)



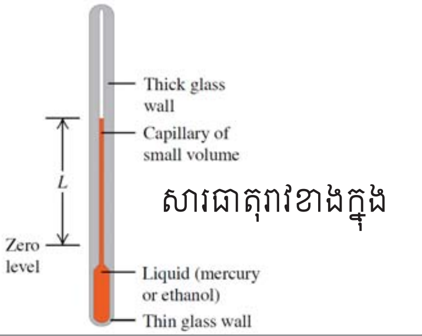
តេស្តសាកល្បង

គេយកទែម៉ូម៉ែតទៅដាក់ប៉ះនឹងអង្គធាតុក្តៅមួយ ហើយគេកត់ត្រាតម្លៃសីតុណ្ហភាពដែលប្រែប្រួល តើវាជាសីតុណ្ហភាពរបស់វត្ថុមួយណា?

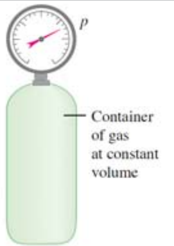
ក. សីតុណ្ហភាពរបស់អង្គធាតុ
ខ. សីតុណ្ហភាពរបស់ទែម៉ូម៉ែត
គ. សីតុណ្ហភាពមធ្យមរបស់ អង្គធាតុ និង ទែម៉ូម៉ែត។

១.២ ទែម៉ូម៉ែត និង មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព

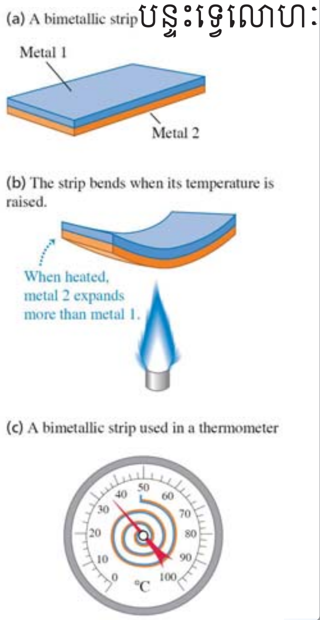
ប្រភេទទែម៉ូម៉ែត៖ ប្រើប្រាស់លក្ខណៈរបស់រូបធាតុ



សារធាតុរាវខាងក្នុង

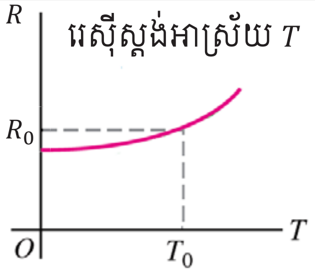


ឧស្ម័នមានមាឌថេរ



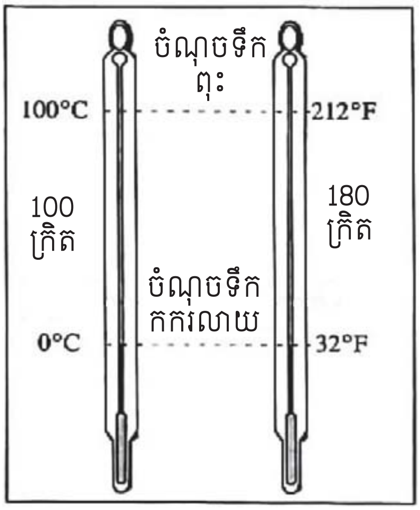
បន្ទះទ្វេលោហៈ

បន្សាយកាំរស្មី



រេស៊ីស្តង់អាស្រ័យ T

១.២ ទែម៉ូម៉ែត និង មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព



ក្រិតពី 0 (ចំណុចទឹកកករលាយ) ទៅ 100 (ចំណុចទឹកពុះ) ដោយ 100 ប្រឡោះក្រិត។ ក្រិតនីមួយៗហៅថា ដឺក្រេ។

- មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព សែលស្យុស (°C)
- មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព ផារិនហៃ (°F)

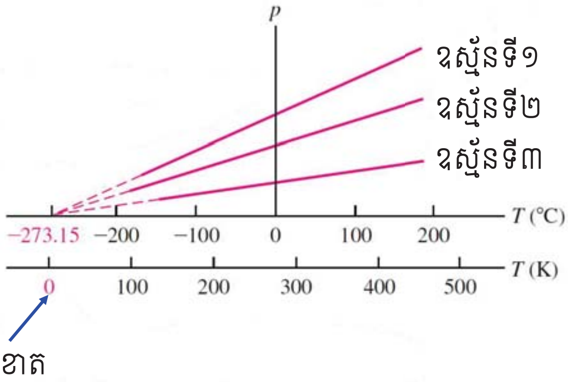
ទំនាក់ទំនង $T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$

ទំនាក់ទំនង $T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$

} ទទួលបានមកតាមរបៀបណា?

- មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព សែលស្យុស (K)

១.៣ ទែម៉ូម៉ែតឧស្ម័ន និង មាត្រដ្ឋានកែលវិន



ប្រយ័ត្ន

$T = 273.15$ K ◄ RIGHT!

$T = 273.15$ °K ◄ WRONG

មាត្រដ្ឋានដែលមិនអាស្រ័យនឹងលក្ខណៈរបស់សារធាតុ។

- មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព សែលស្យុស (K)

ទំនាក់ទំនង $T_K = T_C + 273.15$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

ចំណុចប្រសព្វបីរបស់ទឹក (រឹង រាវ និង ឧស្ម័ន)

$$T_{triple} = 0.01\ ^\circ\text{C} = 273.16\ \text{K}$$

$$p_{triple} = 610\ \text{Pa} \sim 0.006\ \text{atm}$$

១.៣ ទែម៉ូម៉ែត្រឧស្ម័ន និង មាត្រដ្ឋានកែលវិន

តេស្តសាកល្បង

ចូរតម្រៀបសីតុណ្ហភាពខាងក្រោមនេះ ពីធំទៅតូច

a. 0.00 ℃

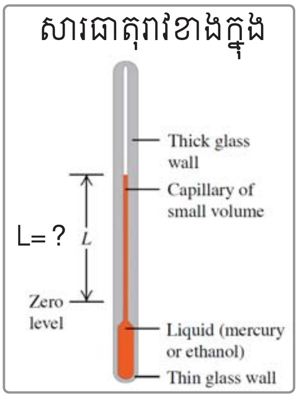
b. 0.00 ℉

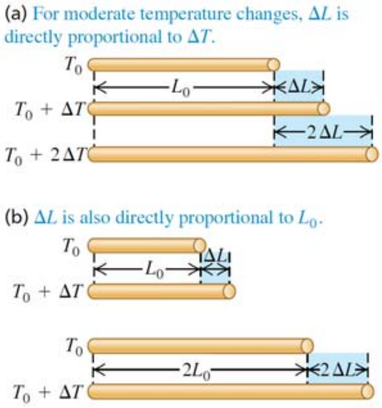
c. 260.00 K

d. 77.00 K

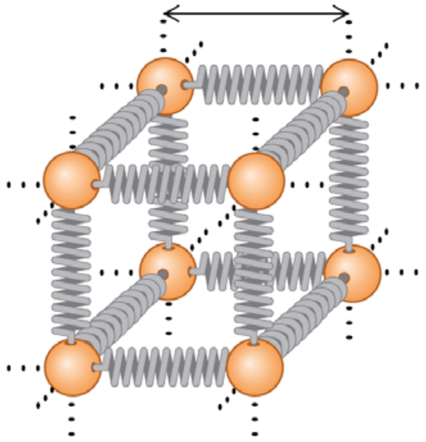
e. −180.00 ℃

១.៤ ការរីកកម្ដៅ





ចំងាយមធ្យមកើនឡើង ពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើង



ការរីកលីនេអ៊ែរ (ការរីកបណ្ដោយ)

នៅសីតុណ្ហភាព $T_1 = T_0$ វាមានប្រវែង $L_1 = L_0$

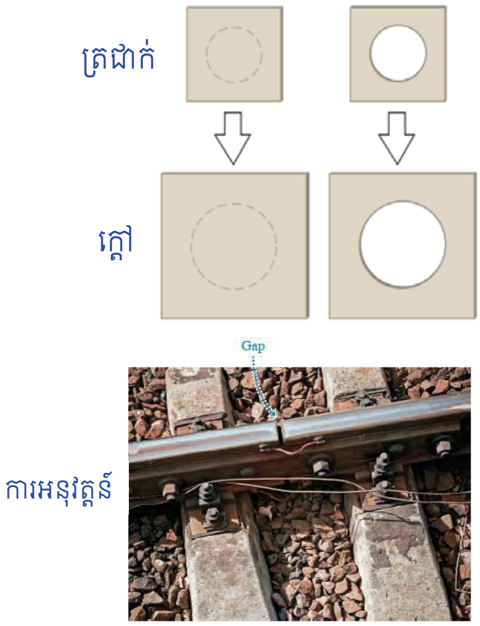
នៅសីតុណ្ហភាព $T_2 = T_0 + \Delta T$ វាមានប្រវែង $L_2 = L_0 + \Delta L$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

(សម្រាប់តែ បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពតូច 0℃ → 100℃)

$\Delta L \rightarrow m, L_0 \rightarrow m, \Delta T \rightarrow$ K ឬ ℃, $\alpha \rightarrow$ K^{-1} ឬ (℃)$^{-1}$

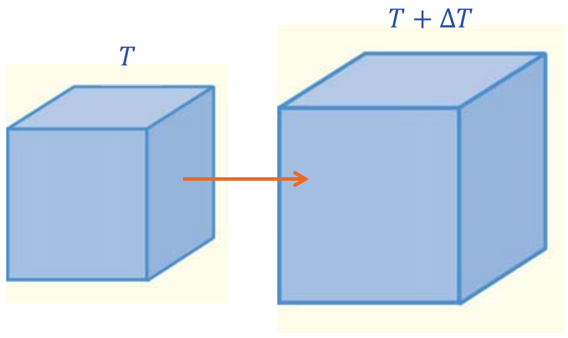
១.៤ ការរីកកម្ដៅ



មេគុណរីកបណ្ដោយ

ប្រភេទសារធាតុ	α [K^{-1} or (C°)$^{-1}$]
អាលុយមីញ៉ូម	2.4×10^{-5}
ស្ពាន់ (សំលោហៈ ទង់ដែង-ស័ង្កសី)	2.0×10^{-5}
ទង់ដែង	1.7×10^{-5}
កែវ	$0.4–0.9 \times 10^{-5}$
អាំងវ៉ា (សំលោហៈ នីកែល-ដែក)	0.09×10^{-5}
ក្វាត(មិនគ្រីស្តាល់)	0.04×10^{-5}
ដែកថែប (សំលោហៈ ដែក-កាបូន)	1.2×10^{-5}

១.៤ ការរីកកម្ដៅ



មេគុណរីកមាឌ

អង្គធាតុរឹង	β [K^{-1} or (C°)$^{-1}$]	អង្គធាតុរាវ	β [K^{-1} or (C°)$^{-1}$]
អាលុយមីញ៉ូម	7.2×10^{-5}	អេតាណុល	75×10^{-5}
ស្ពាន់ (សំលោហៈ ទង់ដែង-ស័ង្កសី)	6.0×10^{-5}	កាបូនឌីស៊ុលភីត	115×10^{-5}
ទង់ដែង	5.1×10^{-5}	គ្លីសេរីន	49×10^{-5}
កែវ	$1.2–2.7 \times 10^{-5}$	បារ៉ត	18×10^{-5}
អាំងវ៉ា (សំលោហៈ នីកែល-ដែក)	0.27×10^{-5}		
ក្វាត(មិនគ្រីស្តាល់)	0.12×10^{-5}		
ដែកថែប (សំលោហៈ ដែក-កាបូន)	3.6×10^{-5}		

ការរីកមាឌ (សម្រាប់តែ បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពតូច 0°C → 100°C)

នៅសីតុណ្ហភាព $T_1 = T_0$ វាមានមាឌ $V_1 = V_0$

នៅសីតុណ្ហភាព $T_2 = T_0 + \Delta T$ វាមានមាឌ $V_2 = V_0 + \Delta V$

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

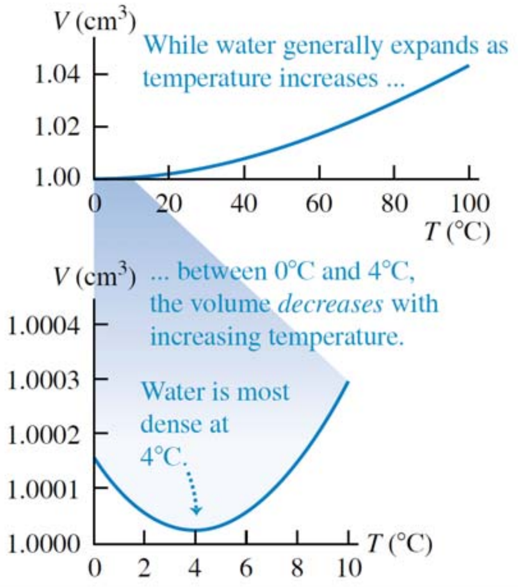
$\Delta V \rightarrow \mathrm{m}^3, V_0 \rightarrow \mathrm{m}, \Delta T \rightarrow$ K ឬ °C, $\beta \rightarrow \mathrm{K}^{-1}$ ឬ (°C)$^{-1}$

ជាទូទៅ $\beta = 3\alpha$

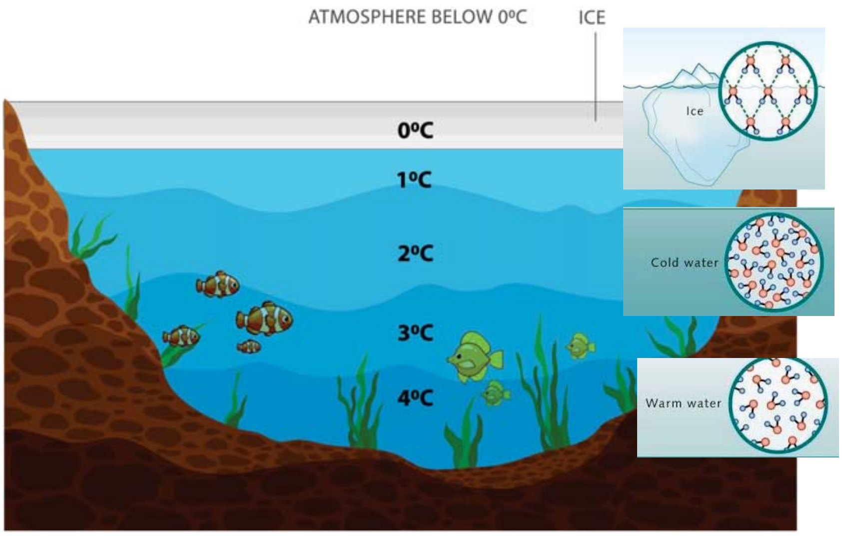
កិច្ចការ៖ ស្រាយបញ្ជាក់ ថា $\beta = 3\alpha$

១.៤ ការរីកកម្ដៅ

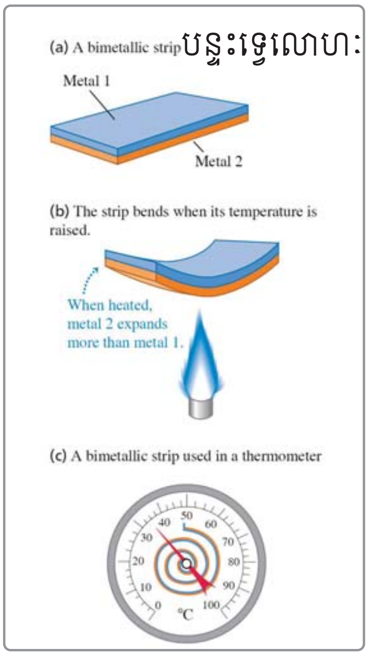
ភាពចម្លែកនៃការរីកមាឌទឹក



ប្រហែលជាគ្មានជីវិតលើផែនដីទេ បើទឹកកកលិចក្នុងទឹក



តេស្តសាកល្បង



ប្រសិនបើបន្ទះទី 1 ជា ទង់ដែង តើបន្ទះទី2 គួរតែធ្វើពីសារធាតុណា(ចម្លើយអាចលើសពីមួយ) ?

ក. ដែកថែប

ខ. ស្ពាន់

គ. អាលុយមីញ៉ូម

មេគុណរីកបណ្ដោយ

ប្រភេទសារធាតុ	α [K^{-1} or $(C°)^{-1}$]
អាលុយមីញ៉ូម	2.4×10^{-5}
ស្ពាន់ (សំលោហៈ ទង់ដែង-ស័ង្កសី)	2.0×10^{-5}
ទង់ដែង	1.7×10^{-5}
កែវ	$0.4–0.9 \times 10^{-5}$
អាំងវ៉ា (សំលោហៈ នីកែល-ដែក)	0.09×10^{-5}
ក្វាត(មិនគ្រីស្តាល់)	0.04×10^{-5}
ដែកថែប (សំលោហៈ ដែក-កាបូន)	1.2×10^{-5}

១.៥ បរិមាណកម្ដៅ

- កម្ដៅ(Q)ជាថាមពលផ្ទេររវាងអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាពទាប។

- 1 cal (= 4.190 J) ជាបរិមាណកម្ដៅដែលទឹក 1 g ស្រូបឬបញ្ចេញដើម្បីតម្លើងសីតុណ្ហភាព 1 °C ឬ បន្ថយ 1 °C ។

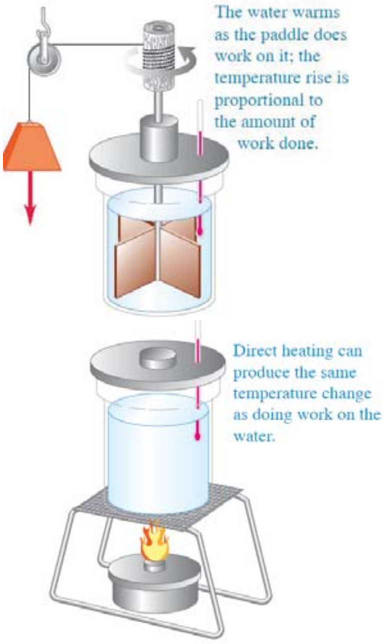
- កម្ដៅម៉ាស(c, specific heat) ជាបរិមាណកម្ដៅដែលត្រូវផ្ដល់អោយអង្គធាតុមួយដែលមានម៉ាស 1 g ដើម្បីតម្លើងសីតុណ្ហភាពរបស់វា 1 °C។

- អង្គធាតុមានម៉ាស m កម្ដៅម៉ាស c កើនសីតុណ្ហភាពបាន $\Delta T = T_2(\text{ស្រេច}) - T_1\left(\text{ដើម}\right)$ ពេលវាស្រូបកម្ដៅ $Q = mc\Delta T$

<u>ករណីគ្មានកំហាតកម្ដៅ</u>

កម្ដៅស្រូប = កម្ដៅបញ្ចេញ ឬ ផលបូកពិជគណិតនៃកម្ដៅស្មើសូន្យ។

ខ្នាត	
$Q \rightarrow$ cal	$Q \rightarrow$J
$m \rightarrow$ g	$m \rightarrow$ kg
$c \rightarrow$ cal/g · °C	$c \rightarrow$J/kg · K
$\Delta T \rightarrow$ °C	$\Delta T \rightarrow$ K



១.៥ បរិមាណកម្ដៅ

ចំណុះកម្ដៅ ជាកម្ដៅចាំបាច់សម្រាប់តម្លើងឬបន្ថយសីតុណ្ហភាព 1 K ឬ 1 °Cនៃអង្គធាតុមួយ។ (រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី ១០ តាង ចំណុះកម្ដៅ $C = \frac{Q}{\Delta T}$)

ចំណុះកម្ដៅម៉ូល ឬ កម្ដៅម៉ាសម៉ូល (C)

M ជាម៉ាសម៉ូល kg/mol និង m ជាម៉ាស នោះចំនួនម៉ូល $n = \frac{m}{M}$

$$C = Mc \quad \text{ដែល } C \rightarrow \text{J/mol} \cdot \text{K}$$

នោះកម្ដៅ $Q = nC\Delta T$ ។

សូមពិចារណា៖ទឹកត្រូវការយៈពេលច្រើននាទីដើម្បីពុះ ខណៈដែលសីតុណ្ហភាពរបស់ផ្ទាំងកើនឡើងយ៉ាងរហ័ស។ ហេតុអ្វី?

១.៥ បរិមាណកម្តៅ

ប្រភេទសារធាតុ	Specific Heat, c (J/kg · K)	Molar Mass, M (kg/mol)	Molar Heat Capacity, C (J/mol · K)
អាលុយមីញ៉ូម	910	0.0270	24.6
បេរីល្យូម	1970	0.00901	17.7
ទង់ដែង	390	0.0635	24.8
អេតាណុល	2428	0.0461	111.9
អេទីឡែន គ្លីកុល	2386	0.0620	148.0
ទឹកកក (ក្បែរ 0°C)	2100	0.0180	37.8
ដែក	470	0.0559	26.3
សំណ	130	0.207	26.9
ថ្មម៉ាប ($CaCO_3$)	879	0.100	87.9
បារ៉ត	138	0.201	27.7
អំបិល (NaCl)	879	0.0585	51.4
ប្រាក់	234	0.108	25.3
ទឹក (រាវ)	4190	0.0180	75.4

១.៦ កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាព

- កាឡូរីម៉ែត ជាឧបករណ៍សម្រាប់វាស់កម្តៅ (ប៉ុន្មាន J ប៉ុន្មាន cal)។
- ភាព ជាលក្ខណៈជារឹង រាវ ឬ ឧស្ម័ននៃរូបធាតុ (ភាពរឹង ភាពរាវ ភាពឧស្ម័ន)។
- កម្តៅរលាយ (heat of fusion) ឬ កម្តៅឡាតង់រលាយ ឬ កម្តៅម៉ាសរលាយ

$$L_f = \frac{Q}{m}$$

- កម្តៅឡាតង់បង្ហួត (heat of vaporization) ឬ កម្តៅម៉ាសបង្ហួត

$$L_v = \frac{Q}{m}$$

ទម្រង់ទូទៅ $Q = \pm mL$

L: កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយ បង្កក បង្ហួត កំណជាញើស

Q: កម្តៅផ្ទេរដែលធ្វើអោយមានបម្លាស់ប្តូរភាព

$\pm$: កម្តៅផ្ទេរអោយអង្គធាតុ + កម្តៅផ្ទេរចេញពីអង្គធាតុ –

ចំណាំ

L_f ក្នុងសៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី ១០ → Q ក្នុងស្លាយនេះ
ℓ_f ក្នុងសៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី ១០ → L_f ក្នុងស្លាយនេះ

ទឹកកក 0°C ⇄ ទឹក 0°C

ទឹក 100°C ⇄ ចំហាយទឹក 100°C

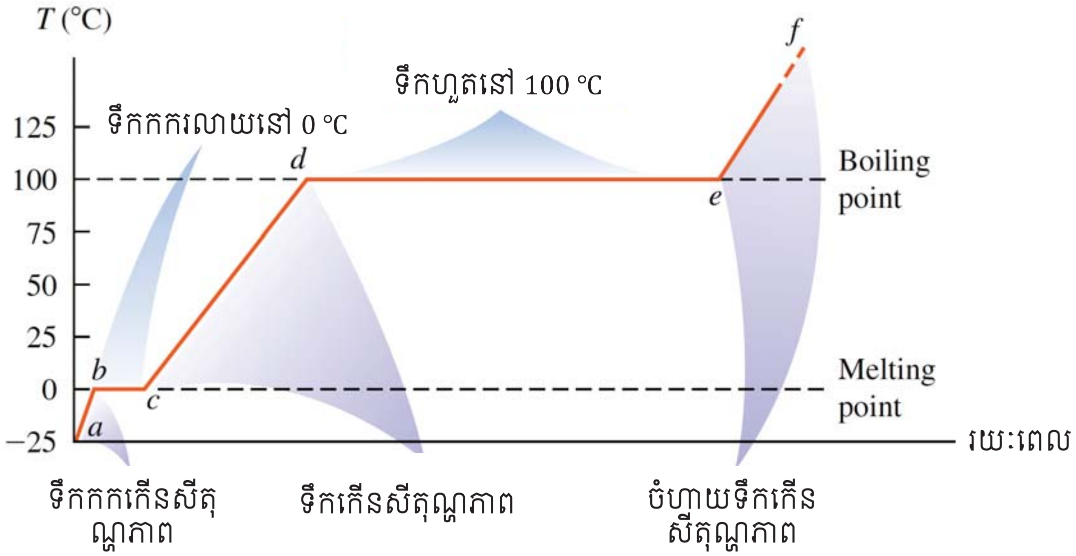
១.៦ កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាពនៃរូបធាតុ

ទឹក 1 kg ត្រូវស្រូបកម្ដៅប្រហែល 4.19×10^5J ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពពី 0 °C ដល់ 100 °C ។ ទឹកដែលពុះនេះត្រូវស្រូបកម្ដៅប្រហែល 2.256×10^6J ដើម្បីក្លាយទៅជាចំហាយទឹក។ តើវាត្រូវនឹងបទពិសោធន៍ប្រចាំថ្ងៃរបស់អ្នកទេ? រយៈពេលដើម្បីរំហួតទឹក គឺយូរជាងរយៈពេលដើម្បីដាំទឹកអោយពុះ។ (កិច្ចការៈ សូមព្យាយាមគណនាដើម្បីផ្ទៀងផ្ទាត់តម្លៃកម្ដៅទាំងពីរខាងលើ)

ទឹកកក 0°C ⇄ ទឹក 0°C

ទឹក 100°C ⇄ ចំហាយទឹក 100°C

១.៦ កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាព



ដ្យាក្រាមសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលតាមពេលដែលពិពណ៌នាអំពីបម្លែងភាពនៃទឹកពីរឹងទៅជាចំហាយទឹក

១.៦ កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាព

ត្រូវការសំពាធខ្ពស់ដើម្បីក្លាយជាអង្គធាតុរឹង

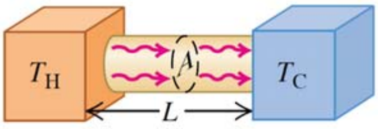
Substance	ចំណុចរលាយធម្មតា K	ចំណុចរលាយធម្មតា °C	កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយ (J/kg)	ចំណុចរលាយធម្មតា K	ចំណុចរលាយធម្មតា °C	កម្តៅម៉ាសឡាតង់រំហួត (J/kg)
អេល្យូម	*	*	*	4.216	−268.93	20.9×10^3
អ៊ីដ្រូសែន	13.84	−259.31	58.6×10^3	20.26	−252.89	452×10^3
អាសូត	63.18	−209.97	25.5×10^3	77.34	−195.8	201×10^3
អុកស៊ីសែន	54.36	−218.79	13.8×10^3	90.18	−183.0	213×10^3
អេតាណុល	159	−114	104.2×10^3	351	78	854×10^3
បារ៉ត	234	−39	11.8×10^3	630	357	272×10^3
ទឹក	273.15	0.00	334×10^3	373.15	100.00	2256×10^3
ស៊ុលផួរ	392	119	38.1×10^3	717.75	444.60	326×10^3
សំណ	600.5	327.3	24.5×10^3	2023	1750	871×10^3
អង់ទីម៉ូនី	903.65	630.50	165×10^3	1713	1440	561×10^3
ប្រាក់	1233.95	960.80	88.3×10^3	2466	2193	2336×10^3
មាស	1336.15	1063.00	64.5×10^3	2933	2660	1578×10^3
ទង់ដែង	1356	1083	134×10^3	1460	1187	5069×10^3

លោហៈ កាល្យូម (Metal Gallium) ស្ថិតនៅភាពរាវនៅសីតុណ្ហភាព 29.8 °C ។ កម្តៅម៉ាសឡាតង់រលាយ 8.04×10^4 J/kg

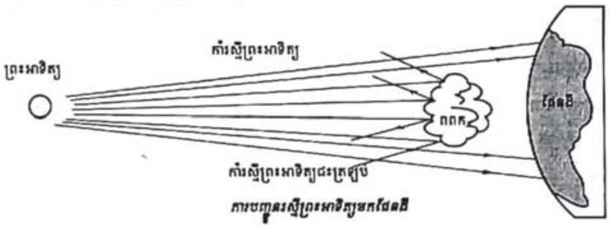
១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្តៅ

យន្តការទាំងបីនៃការបញ្ជូនកម្តៅ

- ការចម្លងកម្តៅ ជាការបញ្ជូនថាមពលកម្តៅតាមរយៈការប៉ះផ្ទាល់នៃអង្គធាតុ ពីតំបន់មានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ទៅតំបន់មួយទៀតដែលមានសីតុណ្ហភាពទាប។
- ចរន្តវិលវល់ ជាយន្តការបញ្ជូនថាមពលកម្តៅដែលកើតមានឡើងដោយមានលំហូរម៉ាសនៃសន្ទនីយពីតំបន់មួយទៅតំបន់មួយទៀត។
- ការបញ្ចេញរស្មី ជាយន្តការបញ្ជូនកម្តៅរវាងអង្គធាតុតាមរយៈកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចដែលមិនត្រូវការវត្តមានរូបធាតុនៅចន្លោះអង្គធាតុទាំងនោះ។

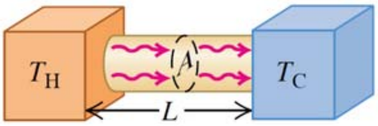


ដាំទឹក



១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ការចម្លងកម្ដៅ



- ចរន្តកម្ដៅ ឬ អត្រាកម្ដៅ (H គិតជា W)

$$H=\frac{dQ}{dt}=kA\frac{T_H-T_C}{L}$$

k ជាមេគុណចម្លងកម្ដៅ ($W/m\cdot K$)

L ចំងាយរវាងអង្គធាតុក្ដៅ និង អង្គធាតុត្រជាក់ (m)

A ផ្ទៃមុខកាត់ (m^2)

$\frac{T_H-T_C}{L}$ ហៅថា ក្រាដ្យង់សីតុណ្ហភាព

T_H និង T_C គិតជា K

- រេស៊ីស្តង់កម្ដៅ $R=\frac{L}{k}=A\frac{T_H-T_C}{H}$ គិតជា m^2K/W

តារាងមេគុណចម្លងកម្ដៅ ($k\rightarrow W/m\cdot K$)

លោហៈ		ក្រណាត់	0.04
អាលុយមីញ៉ូម	205.0	ខ្សែកែវ ឬ ខ្សែប្លាស្ទិច	0.04
ស្ពាន់	109.0	កែវ	0.8
ទង់ដែង	385.0	ទឹកកក	1.6
សំណ	34.7	ក្រណាត់ rockwool	0.04
បារ៉ត	8.3	ស្ទីរ៉ូហ្វូម	0.027
ប្រាក់	406.0	ឈើ	0.12–0.04
ដែកថែប	50.2	ឧស្ម័ន	
អង្គធាតុរឹង (តម្លៃតំណាង)		ខ្យល់	0.024
ដុំឥត(អ៊ីសូឡង់)	0.15	អាកុង	0.016
ដុំឥត(ក្រហម)	0.6	អេល្យូម	0.14
បេតុង	0.8	អ៊ីដ្រូសែន	0.14
cork(សំបកឈើផ្នកស្រា ទំពាំងបាយជូរ)	0.04	អុកស៊ីសែន	0.023

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ចរន្តវិលវល់ បែងចែកជាពីរ៖

- *ចរន្តវិលវល់សេរី* ជាចរន្តវិលវល់ដែលកើតឡើងដោយមានលំហូរម៉ាសបណ្ដាលមកពីដង់ស៊ីតេខុសគ្នា(មកពីការរីកនៃមាឌ)។ ឧ. ចរន្តវិលវល់នៃខ្យល់ ធ្វើអោយមានធាតុអាកាសផ្លាស់ប្ដូរ ចរន្តវិលវល់ក្នុងសមុទ្រ។
- *ចរន្តវិលវល់បង្ខំ* ជាចរន្តវិលវល់ដែលកើតឡើងដោយមានលំហូរម៉ាសបណ្ដាលមកពីឧបករណ៍ផ្លុំ ឬ ស្នប់។ ឧ. ចរន្តវិលវល់នៃឈាមកើតឡើងដោយមានបេះដូងជាស្នប់។

ចរន្តវិលវល់ជាដំណើរការដ៏ស្មុគស្មាញមួយ ដែលមិនមានសមីការងាយណាមួយសម្រាប់ពិពណ៌នាវាបានទេ។

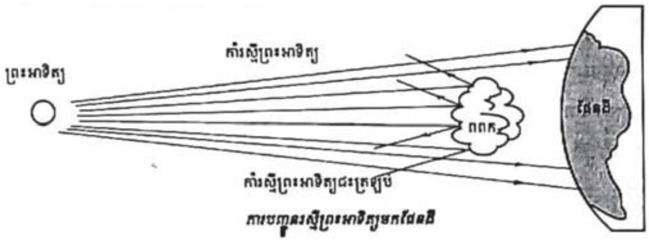
ដែកក្ដៅក្នុងទឹក

ដាំទឹក

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ការបញ្ចេញរស្មី

ស្ទើរតែគ្រប់អង្គធាតុទាំងអស់ដែលមានសីតុណ្ហភាព ~20 ℃ បញ្ចេញកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចក្រហមអាំងប្រា។ ពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើង ជំហានរលកនៃកាំរស្មីអេឡិចត្រូម៉ាញេទិចនឹងថយចុះ។



ចរន្តកម្ដៅដែលបន្សាយចេញពីអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាព $T \to \mathrm{K}$ មេគុណបន្សាយកម្ដៅ e(គ្មានខ្នាត) ផ្ទៃ $A \to \mathrm{m}^2$ អោយដោយ

$$H = Ae\sigma T^4$$

(ច្បាប់ស្ទេហ្វិនបុលស្មាន់)

σ ជាថេរស្ទេហ្វិនបុលស្មាន់ ($= 5.67 \times 10^{-8}\ \mathrm{W/m^2 \cdot K^4}$)

e មានតម្លៃធំសម្រាប់ផ្ទៃខ្មៅជាងផ្ទៃស។ ផ្ទៃរលោងមាន e តូចជាងផ្ទៃគ្រើម។

បន្សាយកាំរស្មី

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ការបញ្ចេញរស្មី និង ការស្រូបរស្មី

អង្គធាតុមានសីតុណ្ហភាព T បញ្ចេញរស្មី ខណៈនេះវាក៏ស្រូបរស្មីពីមជ្ឈដ្ឋាន(ដែលមានសីតុណ្ហភាព T_s)។ អត្រាស្រូប

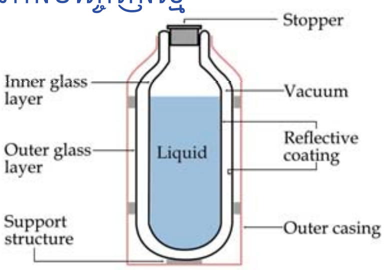
$$H = Ae\sigma T_s^4$$

ដូចនេះបន្សាយកាំរស្មីសរុប ដោយអង្គធាតុដែលមានសីតុណ្ហភាព T ទៅមជ្ឈដ្ឋានដែលមានសីតុណ្ហភាព T_s គឺ

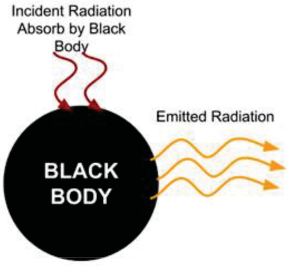
$$H_{\mathrm{net}} = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)$$

$H_{\mathrm{net}} > 0$ កម្ដៅហូរចេញពីអង្គធាតុ។

អនុវត្តន៍ការបញ្ចេញរស្មី



ដបទែម៉ូស



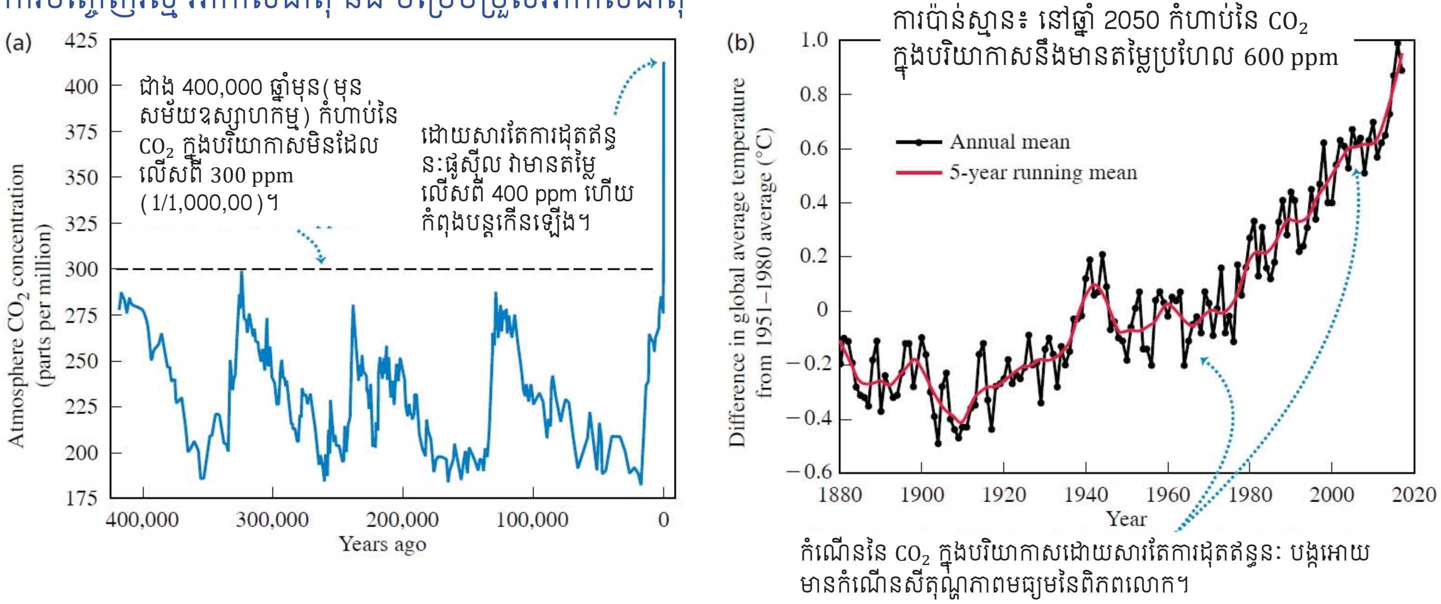
$e = 1$

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ប្រភព : ការប្រែប្រួលអាកាសធាតុ និងយន្តការអភិវឌ្ឍន៍ស្អាត ២០១០

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ

ការបញ្ចេញរស្មី អាកាសធាតុ និង បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ



មេរៀនទី១ សីតុណ្ហភាព និង កម្ដៅ

លំហាត់សម្រាប់ការពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.១ ដល់ ១.៣ [មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព]

១. ចូរសរសេរទំនាក់ទំនងមាត្រដ្ឋានផារិនហៃ និងមាត្រដ្ឋានកែលវិន។

២. អ្នកដាក់ទឹកកកមួយដុំចូលក្នុងមាត់របស់អ្នក។ ពេលនោះទឹកកករលាយពីសីតុណ្ហភាព $T_1 = 32.00\ ^\circ\text{F}$ រហូតដល់ក្លាយជាទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $T_2 = 98.60\ ^\circ\text{F}$។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពទាំងនេះគិតជា °C និង K បន្ទាប់មកគណនាបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពគិតជា °F °C និង K។

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៤ [ការរីកកម្ដៅ]

៣. ជាងសំណង់ម្នាក់ប្រើម៉ែត្រធ្វើពីដែកថែបមួយដែលមានប្រវែង 50.000 m នៅសីតុណ្ហភាព 20 °C។ គេបានក្រិតម៉ែតនេះនៅសីតុណ្ហភាពដូចបានប្រាប់ខាងលើ។ α របស់ដែកថែបគឺ $1.2 \times 10^{-5}\ \mathrm{K}^{-1}$។

ក. តើម៉ែត្រនេះមានប្រវែងប៉ុន្មាននៅសីតុណ្ហភាព 35 °C ?

ខ. ជាងនេះបានប្រើម៉ែត្រខាងលើទៅវាស់ចំងាយលើដីមួយនៅសីតុណ្ហភាព 35 °C។ តម្លៃដែលគាត់វាស់បានគឺ 35.794 m។ តើចម្ងាយពិតប្រាកដមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

៤. ដបកែវមួយដែលមានមាឌ 200 cm^3 ត្រូវបានគេយកមកដាក់បារ៉ាតពេញនៅសីតុណ្ហភាព 20 °C។ តើមានបារ៉ាតប៉ុន្មានហៀរចេញពីកែវនៅសីតុណ្ហភាព 100 °C។ មេគុណរីកបណ្ដោយនៃកែវ គឺ $0.40 \times 10^{-5}\ \mathrm{K}^{-1}$ ហើយមេគុណរីកមាឌនៃបារ៉ាតគឺ $18 \times 10^{-5}\ \mathrm{K}^{-1}$។

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៥ [បរិមាណកម្ដៅ]

៥. នៅពេលដែលបុរសម្នាក់ដែលមានម៉ាស 80 kg ឈឺគ្រុនក្ដៅ សីតុណ្ហភាពខ្លួនរបស់គាត់បានឡើងពី 98.6 °F ដល់ 102.2 °F។

ក. ចូរគណនាបរិមាណកម្ដៅដែលរាងកាយមនុស្សស្រូប។ សន្មត់ថា រាងកាយមនុស្សគឺពោរពេញដោយទឹកសុទ្ធសាត។

ខ. ការពិតនៅបរិមាណទឹកក្នុងខ្លួនមនុស្សមានប្រហែល 83% នៃម៉ាសសរុប។ ចូរធ្វើសំណួរ ក ឡើងវិញ បើសារធាតុផ្សេងៗក្រៅពីទឹកមានកម្ដៅម៉ាសប្រហែល 3480 J/kg · K។

៦. ឧបមាថាអ្នកឱសាញសៀគ្វីអគ្គីសនីមួយដែលធ្វើអំពីស៊ីលីស្យូម 23 g។ អានុភាពនៃចរន្តអគ្គីសនីដែលហូរចូលមានតម្លៃ 7.4 mW។ ប្រសិនបើមិនមានកំហាតថាមពលកម្ដៅទេ តើបន្ទះសៀគ្វីរបស់អ្នកនឹងកើនសីតុណ្ហភាពប៉ុន្មានកែលវិនក្នុងមួយនាទី។ កម្ដៅម៉ាសរបស់ស៊ីលីស្យូម 705 J/kg · K ។

៧. អ្នកលក់ម្នាក់បានចាក់កាហ្វេ 0.300 kg នៅសីតុណ្ហភាព 70.0 °C ចូលទៅក្នុងកែវអាលុយមីញ៉ូមដែលមានម៉ាស 0.120 kg និងសីតុណ្ហភាព 20.0 °C។ សន្មត់ថាគ្មានកំហាតបន្ទេរកម្ដៅ ហើយកាហ្វេមានកម្ដៅម៉ាសដូចទឹកគឺ $c_W = 4190$ J/kg · K និងអាលុយមីញ៉ូមមាន $c_{Al} = 910$ J/kg · K ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពប្រព័ន្ធទាំងមូលពេលមានលំនឹងកម្ដៅ។

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៦ [កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាពនៃរូបធាតុ]

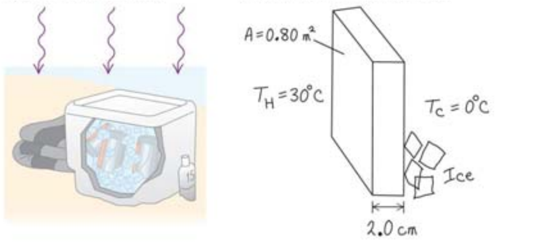
៨. កែវមានកូកាកូឡា 0.25 kg (ចាត់ទុកថាដូចទឹកសុទ្ធ)ដែលមានសីតុណ្ហភាពដើម 25 °C។ តើគេត្រូវដាក់ទឹកកកប៉ុន្មានចូលទៅក្នុងកែវនេះដើម្បីអោយវារលាយទាំងអស់ហើយមានសីតុណ្ហភាពស្រេច 0 °C? មិនគិតកំហាតកម្តៅផ្សេងៗ រួមទាំងកម្តៅស្រូបដោយកែវផងដែរ។

៩. ផ្ទាំងទង់ដែងក្តៅមួយមានម៉ាស 2.0 kg (បូកទាំងម៉ាសគម្រប)និង សីតុណ្ហភាព 150 °C។ អ្នកបានចាក់ទឹក 0.1 kg នៅសីតុណ្ហភាព 25 °C ចូលក្នុងផ្ទាំងនេះ បន្ទាប់មកបិតគម្របយ៉ាងរហ័ស។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ផ្ទាំង និង ម៉ាសទឹក និង ម៉ាសចំហាយទឹក (បើមាន)។ សន្មត់ថាគ្មានកំហាតបន្ទេរកម្តៅ។

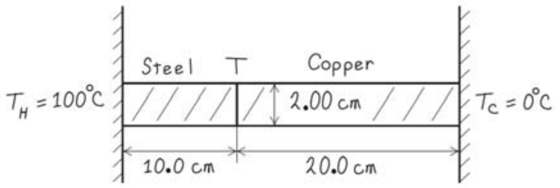
១០. នៅក្នុងការដាំទឹកដោយការដុតឥន្ធនៈ មានតែ 30% នៃថាមពលដែលបានមកពីការដុតឥន្ធនៈនោះទេដែលប្រើការបាន។ តើគេត្រូវការឥន្ធនៈប៉ុន្មានក្រាមដើម្បីដាំទឹក 1.00 kg ពីសីតុណ្ហភាព 20 °C អោយពុះរហូតដល់ហួតអស់ 0.25 kg? ឥន្ធនៈ 1 g ផ្តល់ថាមពល 46 000J។

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៧ [យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្តៅ]

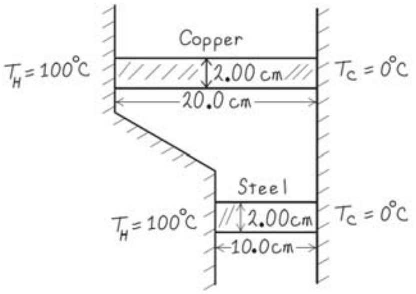
១១. ស្ទីរ៉ូហ្វូមក្លាស់សេមួយមានផ្ទៃជញ្ជាំងសរុប(រួមទាំងគម្រប) 0.80 m^2 និង មានកម្រាស់ជញ្ជាំង 2.0 cm ។ វាត្រូវបានគេដាក់យ៉ាងពេញលេញដោយទឹកកក ទឹក និងកំប៉ុងកូកាកូឡា នៅសីតុណ្ហភាព 0 °C។ ចូរគណនាចរន្តកម្តៅដែលហូរចូលធុងក្លាសសេនេះ បើសីតុណ្ហភាពខាងក្រៅគឺ 30 °C ។ តើមានទឹកកកប៉ុន្មាន kg រលាយក្នុងរយៈពេល 3h?



១២. របាដែកថែបមួយត្រូវបានគេផ្សារភ្ជាប់ចុងម្ខាងទៅនឹងចុងម្ខាងនៃរបារទង់ដែងមួយផ្សេងទៀត។ ប្រវែងទទឹងនៃរបារទាំងពីរនេះគឺ 2.00 cm ចុងម្ខាងនៃរបារដែកថែបត្រូវបានគេដាក់ក្នុងចំហាយទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព 100 °C ហើយចុងម្ខាងនៃរបារទង់ដែង គឺគេដាក់អោយប៉ះទឹកកកដែលមានសីតុណ្ហភាព 0 °C ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពត្រង់តំណនៅលក្ខណ្ឌលំហូរថេរ។ គណនាចរន្តកម្តៅក្នុងរបារទាំងពីរ។



១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ



១៣. ចុះបើគេដាក់របារទាំងពីរដូចរូបខាងស្ដាំវិញ ចូរគណនាចរន្តកម្ដៅសរុប។

១៤. បន្ទះដែកថែបស្តើងរាងការ៉េ(ជ្រុងប្រវែង 10 cm) ត្រូវបានគេដុតកម្ដៅរហូតដល់ 800 °C។ ប្រសិនបើមេគុណបន្សាយរស្មី គឺ 0.60 ចូរគណនាអត្រាបន្សាយកាំរស្មីពីបន្ទះនេះ។

១៥. ចូរគណនាអត្រាបន្សាយកាំរស្មីនៃរាងកាយរបស់មនុស្សដែលមានផ្ទៃសរុប 1.20 m^2 និង សីតុណ្ហភាពលើស្បែក 30 °C។ ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពខាងក្រៅគឺ 20 °C ចូរគណនាតម្លៃសរុបនៃអត្រាកម្ដៅដែលហូរចេញពីខ្លួនមនុស្ស។ មេគុណបន្សាយរស្មីគឺ 1។

មេរៀនទី១ សីតុណ្ហភាព និង កម្ដៅ

លំហាត់សម្រាប់ការពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.១ ដល់ ១.៣ [មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព]

១. ចូរសរសេរទំនាក់ទំនងមាត្រដ្ឋានផារិនហៃ និងមាត្រដ្ឋានកែលវិន។

១- សរសេរទំនាក់ទំនងរវាងមាត្រដ្ឋានផារិនហៃ និងមាត្រដ្ឋានកែលវិន

គេបាន $T_F = 1.8 \times T_C + 32$

តែ $T_C = T_K - 273$

$=> T_F = 1.8(T_K - 273) + 32$

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.១ ដល់ ១.៣ [មាត្រដ្ឋានសីតុណ្ហភាព]

២. អ្នកដាក់ទឹកកកមួយដុំចូលក្នុងមាត់របស់អ្នក។ ពេលនោះទឹកកករលាយពីសីតុណ្ហភាព $T_1 = 32.00$ °F រហូតដល់ក្លាយជាទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $T_2 = 98.60$ °F ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពទាំងនេះគិតជា °C និង K បន្ទាប់មកគណនាបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពគិតជា °F °C និង K។

២. គណនាសីតុណ្ហភាពគិតជា °C និង K

+ចំពោះ: $T_1 = 32.00$ °F

- $T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{5}{9}(32-32) = 0°C$ ។
- $T_K = T_C + 273.15 = 0 + 273.15 = 273.17K$ ។

+ចំពោះ: $T_2 = 98.60$ °F

- $T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{5}{9}(98.60-32) = 37°C$
- $T_K = T_C + 273.15 = 37 + 273.15 = 310.15K$

គណនាបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព គិតជា °C °F K

តាម:

$\Delta T_C = T_{C_2} - T_{C_1}$ តែ $T_{C_1} = 0°C$, $T_{C_2} = 37°C$

$\boxed{\Delta T_C = 37 - 0 = 37°C}$

តាម:

$\Delta T_F = T_{F_2} - T_{F_1}$ តែ $T_{F_1} = 32.00°F$, $T_{F_2} = 98.60°F$

$\boxed{\Delta T_F = 98.60 - 32.00 = 66.60°F}$

តាម:

$\Delta T_K = T_{K_2} - T_{K_1}$ តែ $T_{K_1} = 273.15K$, $T_{K_2} = 310.15K$

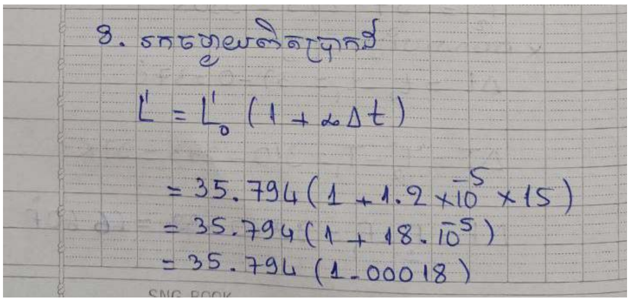
$\boxed{\Delta T_K = 310.15 - 273.15 = 37K}$

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៤ [ការរីកកម្តៅ]

៣. ជាងសំណង់ម្នាក់ប្រើម៉ែត្រធ្វើពីដែកថែបមួយដែលមានប្រវែង 50.000 m នៅសីតុណ្ហភាព 20 °C។ គេបានក្រិតម៉ែតនេះនៅសីតុណ្ហភាពដូចបានប្រាប់ខាងលើ។ α របស់ដែកថែបគឺ 1.2×10^{-5} K^{-1}។

ក. តើម៉ែត្រនេះមានប្រវែងប៉ុន្មាននៅសីតុណ្ហភាព 35 °C?

ខ. ជាងនេះបានប្រើម៉ែត្រខាងលើទៅវាស់ចំងាយលើដីមួយនៅសីតុណ្ហភាព 35 °C។ តម្លៃដែលគាត់វាស់បានគឺ 35.794 m។ តើចម្ងាយពិតប្រាកដមានតម្លៃប៉ុន្មាន?



សូមចុចម៉ាស៊ីនគិតលេខដើម្បីបានចម្លើយចុងក្រោយ

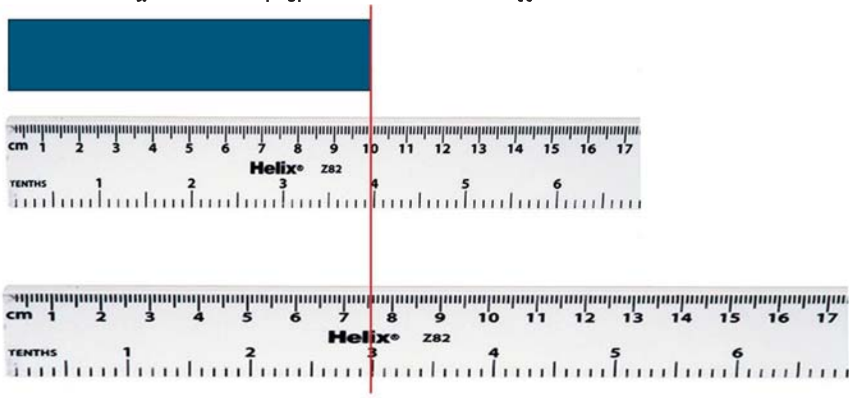
ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៤ [ការរីកកម្ដៅ]

៣. ជាងសំណង់ម្នាក់ប្រើម៉ែត្រធ្វើពីដែកថែបមួយដែលមានប្រវែង 50.000 m នៅសីតុណ្ហភាព 20 °C។ គេបានក្រិតម៉ែតនេះនៅសីតុណ្ហភាពដូចបានប្រាប់ខាងលើ។ α របស់ដែកថែបគឺ $1.2\times10^{-5}\ K^{-1}$។

ក. តើម៉ែត្រនេះមានប្រវែងប៉ុន្មាននៅសីតុណ្ហភាព 35 °C?

ខ. ជាងនេះបានប្រើម៉ែត្រខាងលើទៅវាស់ចំងាយលើដីមួយនៅសីតុណ្ហភាព 35 °C។ តម្លៃដែលគាត់វាស់បានគឺ 35.794 m។ តើចម្ងាយពិតប្រាកដមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

រូបតំណាងពន្យល់បន្ថែម



ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៤ [ការរីកកម្ដៅ]

៤. ដបកែវមួយដែលមានមាឌ 200 cm^3 ត្រូវបានគេយកមកដាក់បារ៉តពេញនៅសីតុណ្ហភាព 20 °C។ តើមានប៉ារតប៉ុន្មានហៀរចេញពីកែវនៅសីតុណ្ហភាព 100 °C។ មេគុណរីកបណ្ដោយនៃកែវ គឺ $0.40\times10^{-5}\ K^{-1}$ ហើយមេគុណរីកមាឌនៃបារ៉តគឺ $18\times10^{-5}\ K^{-1}$។

៤.គណនាម៉ាសបារ៉តដែលហៀរចេញពីកែវ

នៅ $t=20°C$ ឬ $t=293.15K$

$$V_{Hg}=V_{\text{កែវ}}=200cm^3=2\times10^{-4}m^3$$

+រកមាឌកែវ និងបារ៉តនៅ 100°C ឬ $t'=373.15K$

តាង V'_{Hg} មាឌបារ៉ាតនៅសីតុណ្ហភាព t'

$V'_{កែវ}$ មាឌកែវនៅសីតុណ្ហភាព t'

តាមរូបមន្ត $V'_{កែវ}=V_{កែវ}(1+\beta_{កែវ}\Delta t)$

ដោយ $V_{កែវ}=2\times10^{-4}m^3$

$\beta_{កែវ}=3\alpha=3\times0.4\times10^{-5}K^{-1}=1.2\times10^{-5}K^{-1}$

$\Delta t=t'-t=373.15K-293.15K=80K$

$\Rightarrow V'_{កែវ}=2\times10^{-4}(1+1.2\times10^{-5}\times80)=200.192\times10^{-6}m^3$

+រកមាឌបារ៉ាត V'_{Hg}

តាមរូបមន្ត $V'_{Hg}=V_{Hg}(1+\beta_{Hg}\Delta t)$

ដោយ $\beta_{Hg}=18\times10^{-5}K^{-1};\Delta t=80K$

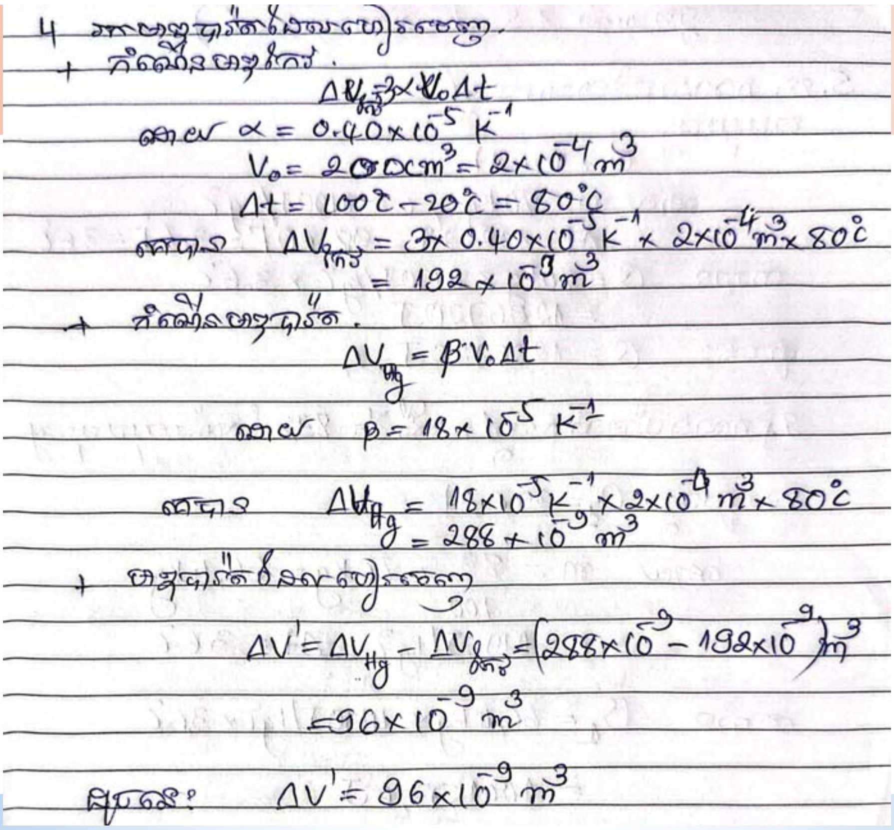
ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៤ [ការរីកកម្តៅ]

$$\Rightarrow V'_{Hg}=2\times10^{-4}(1+18\times10^{-5}\times80)=202.88\times10^{-6}m^3$$

គេបានមាឌបារ៉ាតហៀរ $V''_{Hg}=V'_{Hg}-V'_{កែវ}$

$$=202.88\times10^{-6}-200.192\times10^{-6}=2.688\times10^{-6}m^3$$

ដូចនេះ $V''_{Hg}=2.688\times10^{-6}m^3$ ។


4 មាឌបារតដែលហៀរចេញ
+ កំណើនមាឌកែវ
$\Delta V_{កែវ} = 3\alpha V_0 \Delta t$
ដោយ $\alpha = 0.40\times10^{-5}\,K^{-1}$
$V_0 = 200\,cm^3 = 2\times10^{-4}\,m^3$
$\Delta t = 100°C - 20°C = 80°C$
គេបាន $\Delta V_{កែវ} = 3\times 0.40\times10^{-5}\,K^{-1}\times 2\times10^{-4}\,m^3\times 80°C = 192\times10^{-9}\,m^3$
+ កំណើនមាឌបារត
$\Delta V_{Hg} = \beta V_0 \Delta t$
ដោយ $\beta = 18\times10^{-5}\,K^{-1}$
គេបាន $\Delta V_{Hg} = 18\times10^{-5}\,K^{-1}\times 2\times10^{-4}\,m^3\times 80°C = 288\times10^{-9}\,m^3$
+ មាឌបារតដែលហៀរចេញ
$\Delta V' = \Delta V_{Hg} - \Delta V_{កែវ} = (288\times10^{-9} - 192\times10^{-9})\,m^3 = 96\times10^{-9}\,m^3$
ចម្លើយ៖ $\Delta V' = 96\times10^{-9}\,m^3$

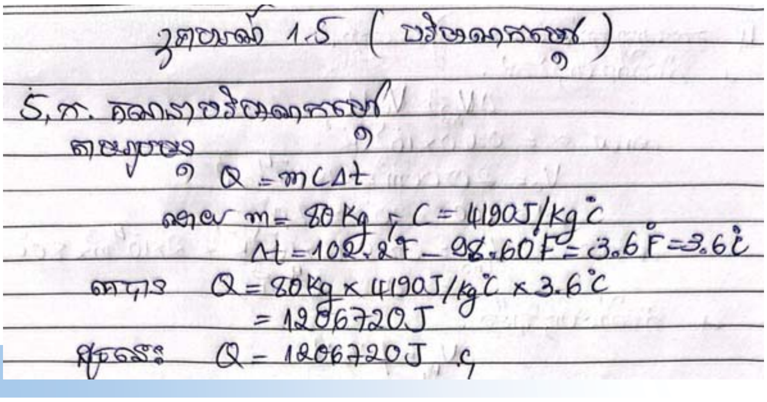
របៀបផ្សេងគ្នា (មាន កំហុសគណនាលេខ សូម ត្រួតពិនិត្យដោយខ្លួនឯង)

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៥ [បរិមាណកម្តៅ]

៥. នៅពេលដែលបុរសម្នាក់ដែលមានម៉ាស 80 kg ឈឺគ្រុនក្តៅ សីតុណ្ហភាពខ្លួនរបស់គាត់បានឡើងពី 98.6 °F ដល់ 102.2 °F។

ក. ចូរគណនាបរិមាណកម្តៅដែលរាងកាយមនុស្សស្រូប។ សន្មត់ថា រាងកាយមនុស្សគឺពោរពេញដោយទឹកសុទ្ធសាត។

ខ. ការពិតនៅបរិមាណទឹកក្នុងខ្លួនមនុស្សមានប្រហែល 83% នៃម៉ាសសរុប។ ចូរធ្វើសំណួរ ក ឡើងវិញ បើសារធាតុផ្សេងៗក្រៅពីទឹកមានកម្តៅម៉ាសប្រហែល 3480 J/kg · K។


ឧទាហរណ៍ 1.5 (បរិមាណកម្តៅ)
5. ក. គណនាបរិមាណកម្តៅ
តាមរូបមន្ត $Q = mc\Delta t$
ដោយ $m = 80\,Kg$, $c = 4190\,J/kg°C$
$\Delta t = 102.2°F - 98.60°F = 3.6°F = 3.6°C$
គេបាន $Q = 80\,kg\times 4190\,J/kg°C\times 3.6°C = 1206720\,J$
ចម្លើយ៖ $Q = 1206720\,J$

សំណួរ ខ

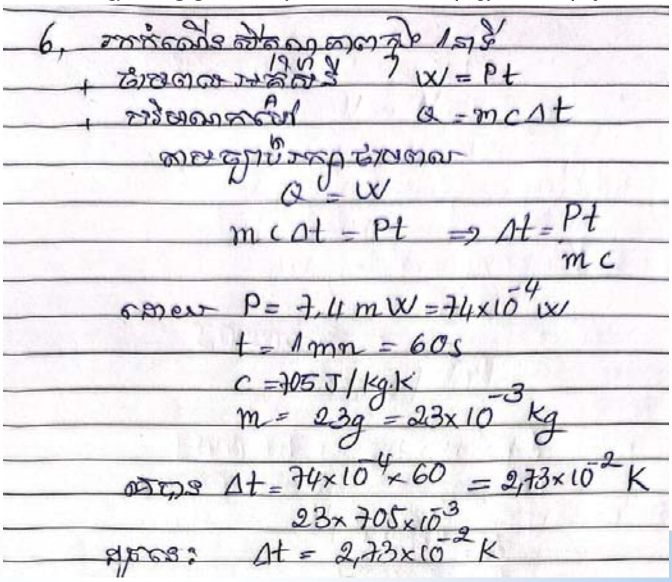
$$Q = Q_1 + Q_2$$

$Q_1 = m_1 c_1 \Delta t$, $m_1 = 83\%$ នៃ 80 kg ហើយ $c_1 = 4190$ J/kg °C

$Q_2 = m_2 c_2 \Delta t$, $m_2 = (100\% - 83\%)$ នៃ 80 kg ហើយ $c_2 = 3480$ J/kg °C

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៥ [បរិមាណកម្ដៅ]

៦. ឧបមាថាអ្នកឱសាញសៀគ្វីអគ្គិសនីមួយដែលធ្វើអំពីស៊ីលីស្យូម 23 g។ អានុភាពនៃចរន្តអគ្គិសនីដែលហូរចូលមានតម្លៃ 7.4 mW។ ប្រសិនបើមិនមានកំហាតថាមពលកម្ដៅទេ តើបន្ទះសៀគ្វីរបស់អ្នកនឹងកើនសីតុណ្ហភាពប៉ុន្មានកែលវិនក្នុងមួយនាទី។ កម្ដៅម៉ាសរបស់ស៊ីលីស្យូម 705 J/kg · K ។


6, រកកំណើនសីតុណ្ហភាពក្នុង 1នាទី
+ ថាមពលអគ្គិសនី $W = Pt$
+ បរិមាណកម្ដៅ $Q = mc\Delta t$
តាមច្បាប់រក្សាថាមពល
$Q = W$
$mc\Delta t = Pt \Rightarrow \Delta t = \frac{Pt}{mc}$
ដោយ $P = 7{,}4\ mW = 74\times10^{-4}\ W$
$t = 1mn = 60s$
$c = 705\ J/kg.K$
$m = 23g = 23\times10^{-3}\ kg$
ដូចនេះ $\Delta t = \frac{74\times10^{-4}\times60}{23\times705\times10^{-3}} = 2{,}73\times10^{-2}\ K$
ចម្លើយ: $\Delta t = 2{,}73\times10^{-2}\ K$

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៥ [បរិមាណកម្ដៅ]

៧. អ្នកលក់ម្នាក់បានចាក់កាហ្វេ 0.300 kg នៅសីតុណ្ហភាព 70.0 °C ចូលទៅក្នុងកែវអាលុយមីញ៉ូមដែលមានម៉ាស 0.120 kg និងសីតុណ្ហភាព 20.0 °C។ សន្មត់ថាគ្មានកំហាតបន្ទេរកម្ដៅ ហើយកាហ្វេមានកម្ដៅម៉ាសដូចទឹកគឺ $c_W = 4190$ J/kg · K និងអាលុយមីញ៉ូមមាន $c_{Al} = 910$ J/kg · K ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពប្រព័ន្ធទាំងមូលពេលមានលំនឹងកម្ដៅ។

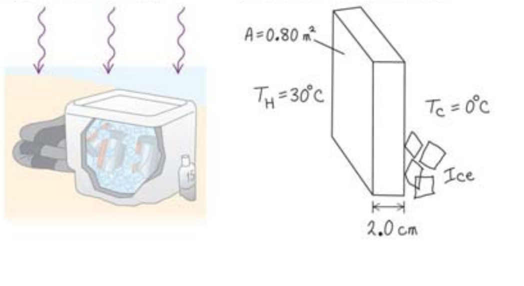
ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៦ [កាឡូរីម៉ែត និង បម្រែបម្រួលភាពនៃរូបធាតុ]

៨. កែវមានកូកាកូឡា 0.25 kg (ចាត់ទុកថាដូចទឹកសុទ្ធ)ដែលមានសីតុណ្ហភាពដើម 25 °C។ តើគេត្រូវដាក់ទឹកកកប៉ុន្មានចូលទៅក្នុងកែវនេះដើម្បីអោយវារលាយទាំងអស់ហើយមានសីតុណ្ហភាពស្រេច 0 °C? មិនគិតកំហាតកម្តៅផ្សេងៗ រួមទាំងកម្តៅស្រូបដោយកែវផងដែរ។

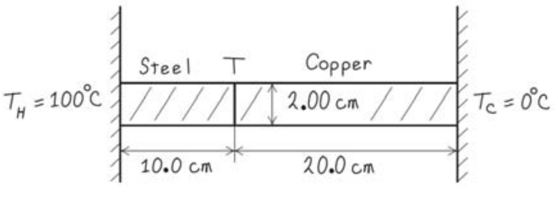
៩. ផ្ទាំងទង់ដែងក្តៅមួយមានម៉ាស 2.0 kg (បូកទាំងម៉ាសគម្រប)និង សីតុណ្ហភាព 150 °C។ អ្នកបានចាក់ទឹក 0.1 kg នៅសីតុណ្ហភាព 25 °C ចូលក្នុងផ្ទាំងនេះ បន្ទាប់មកបិតគម្របយ៉ាងរហ័ស។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ផ្ទាំង និង ម៉ាសទឹក និង ម៉ាសចំហាយទឹក (បើមាន)។ សន្មត់ថាគ្មានកំហាតបន្ទេរកម្តៅ។

១០. នៅក្នុងការដាំទឹកដោយការដុតឥន្ធនៈ មានតែ 30% នៃថាមពលដែលបានមកពីការដុតឥន្ធនៈនោះទេដែលប្រើការបាន។ តើគេត្រូវការឥន្ធនៈប៉ុន្មានក្រាមដើម្បីដាំទឹក 1.00 kg ពីសីតុណ្ហភាព 20 °C អោយពុះរហូតដល់ហួតអស់ 0.25 kg? ឥន្ធនៈ 1 g ផ្តល់ថាមពល 46 000J។

ឧទាហរណ៍សម្រាប់ ១.៧ [យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្តៅ]

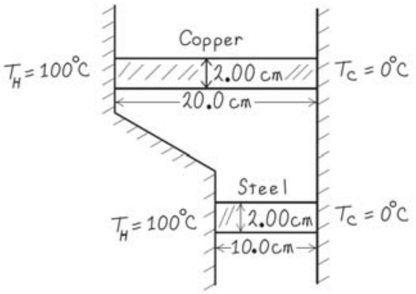


១១. ស្ទីរ៉ូហ្វូមក្លាស់សេមួយមានផ្ទៃជញ្ជាំងសរុប(រួមទាំងគម្រប) 0.80 m^2 និង មានកម្រាស់ជញ្ជាំង 2.0 cm ។ វាត្រូវបានគេដាក់យ៉ាងពេញលេញដោយទឹកកក ទឹក និងកំប៉ុងកូកាកូឡា នៅសីតុណ្ហភាព 0 °C។ ចូរគណនាចរន្តកម្តៅដែលហូរចូលធុងក្លាសសេនេះ បើសីតុណ្ហភាពខាងក្រៅគឺ 30 °C ។ តើមានទឹកកកប៉ុន្មាន kg រលាយក្នុងរយៈពេល 3h?



១២. របាដែកថែបមួយត្រូវបានគេផ្សារភ្ជាប់ចុងម្ខាងទៅនឹងចុងម្ខាងនៃរបារទង់ដែងមួយផ្សេងទៀត។ ប្រវែងទទឹងនៃរបារទាំងពីរនេះគឺ 2.00 cm ចុងម្ខាងនៃរបារដែកថែបត្រូវបានគេដាក់ក្នុងចំហាយទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព 100 °C ហើយចុងម្ខាងនៃរបារទង់ដែង គឺគេដាក់អោយប៉ះទឹកកកដែលមានសីតុណ្ហភាព 0 °C ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពត្រង់តំណនៅលក្ខណ្ឌលំហូរថេរ។ គណនាចរន្តកម្តៅក្នុងរបារទាំងពីរ។

១.៧ យន្តការនៃការបញ្ជូនកម្ដៅ



១៣. ចុះបើគេដាក់របារទាំងពីរដូចរូបខាងស្ដាំវិញ ចូរគណនាចរន្តកម្ដៅសរុប។

១៤. បន្ទះដែកថែបស្តើងរាងការ៉េ(ជ្រុងប្រវែង 10 cm) ត្រូវបានគេដុតកម្ដៅរហូតដល់ 800 °C។ ប្រសិនបើមេគុណបន្សាយរស្មី គឺ 0.60 ចូរគណនាអត្រាបន្សាយកាំរស្មីពីបន្ទះនេះ។

១៥. ចូរគណនាអត្រាបន្សាយកាំរស្មីនៃរាងកាយរបស់មនុស្សដែលមានផ្ទៃសរុប 1.20 m^2 និង សីតុណ្ហភាពលើស្បែក 30 °C។ ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពខាងក្រៅគឺ 20 °C ចូរគណនាតម្លៃសរុបនៃអត្រាកម្ដៅដែលហូរចេញពីខ្លួនមនុស្ស។ មេគុណបន្សាយរស្មីគឺ 1។

មេរៀនទី២ លក្ខណៈកម្ដៅនៃរូបធាតុ

ក្រុម សុណា 2024

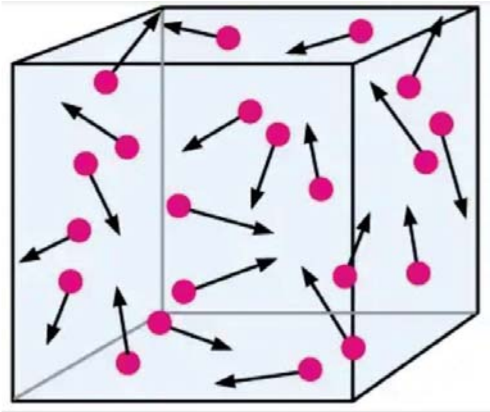
សេចក្ដីផ្ដើម ៖ ទំហំម៉ាក្រូ និង ទំហំមីក្រូ

ទំហំម៉ាក្រូ (ធំៗ)បង្ហាញពីលក្ខណៈរបស់រូបធាតុ៖

- សំពាធ
- សីតុណ្ហភាព
- មាឌ
- ម៉ាសសរុប។

ទំហំមីក្រូ (តូចៗ)បង្ហាញពីលក្ខណៈរបស់រូបធាតុ៖

- ល្បឿន នៃភាគល្អិតនីមួយៗ
- ថាមពលស៊ីនេទិច នៃភាគល្អិតនីមួយៗ
- បរិមាណចលនា នៃភាគល្អិតនីមួយៗ
- ម៉ាសនៃភាគល្អិតនីមួយៗ។

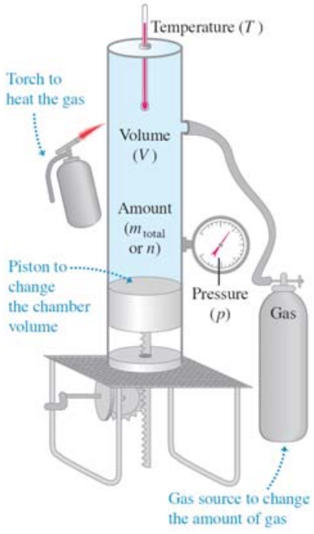


នៅសំពាធបរិយាកាស 1.01×10^5 Pa មានប្រហែល 10^{32} ម៉ូលេគុល ដែលផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 1700 km/h ទៅទង្គិចនឹងស្បែករបស់អ្នក។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

ភាព (state) ជាអ្វី?

អថេរនៃភាព (state variables): សំពាធ មាឌ សីតុណ្ហភាព



→ ទំនាក់ទំនង n, m, m_{total}, M, N, N_A

$m_{\text{total}} = nM$, $n = \frac{N}{N_A}$ [N_A ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ 6.022×10^{23} ម៉ូលេគុល ឬ អាតូម/mol, $n \to$ mol, $M \to$ g/mol, $m \to$ g]

→ម៉ាសមួយម៉ូលេគុល $m = M/N_A = m_{total}/N$ ។

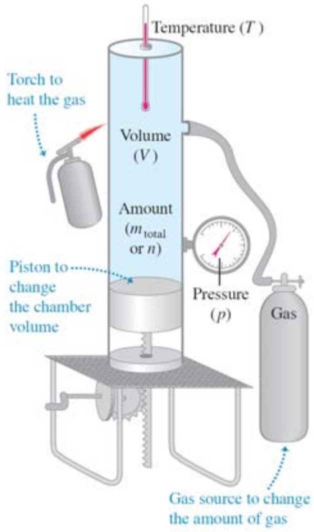
យោងតាមលទ្ធផលពិសោធន៍

១. មាឌ V សមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូល n។ p និង T ថេរហើយ $n \uparrow$ 2ដង នោះ $V \uparrow$ 2ដង។

២. មាឌ V ប្រាសសមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូល p។ n និង T ថេរហើយ $p \uparrow$ 2ដង នោះ $V \downarrow$ 2ដង។

៣. សំពាធ p សមាមាត្រនឹងសីតុណ្ហភាព T។ V និង T ថេរហើយ $p \uparrow$ 2ដង នោះ $T \uparrow$ 2ដង។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)



សមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ (គម្រូឧស្ម័ន)

$$pV = nRT$$

→ កិច្ចការ៖ បង្ហាញថាម៉ាសមាឌឧស្ម័ន

$$\rho = \frac{m_{total}}{V} = \frac{pM}{RT}$$

R ថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ = 8.31 J/(mol · K)

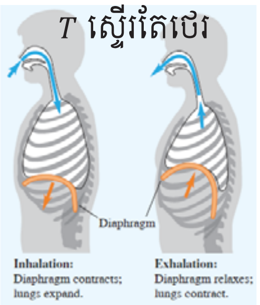
p សំពាធគិតជា Pa (ប៉ាស្កាល់)

V មាឌគិតជា m^3

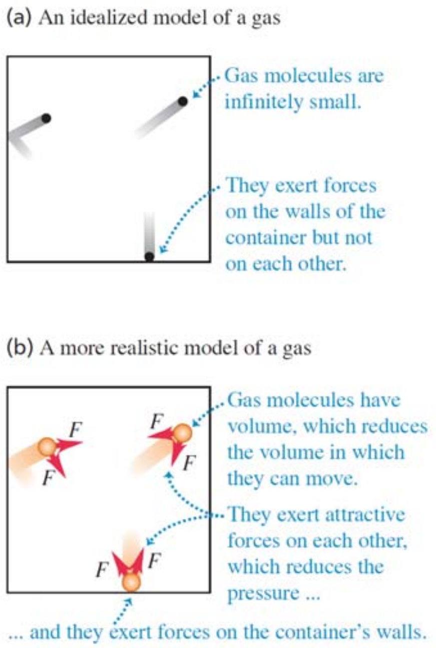
n ចំនួនម៉ូលគិតជា mol

T សីតុណ្ហភាពគិតជា K

ការអនុវត្តន៍



២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)



→ ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានអន្តរកម្មទំនាញ

សមីការវ៉ាន់ដឺវ៉ាល់ (The van der Waals Equation)

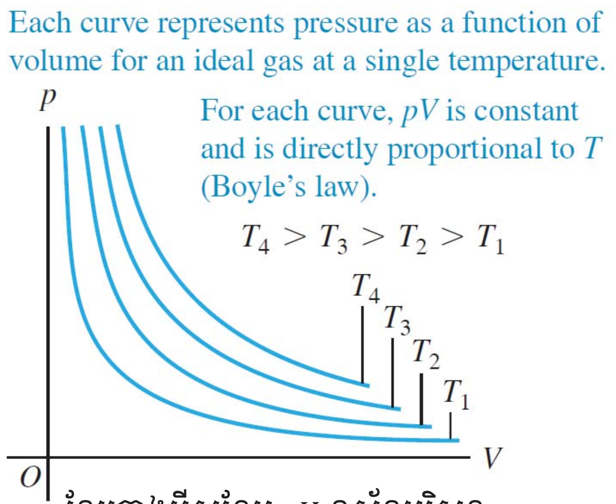
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

a និង b មានតម្លៃខុសគ្នាចំពោះឧស្ម័នផ្សេងៗ

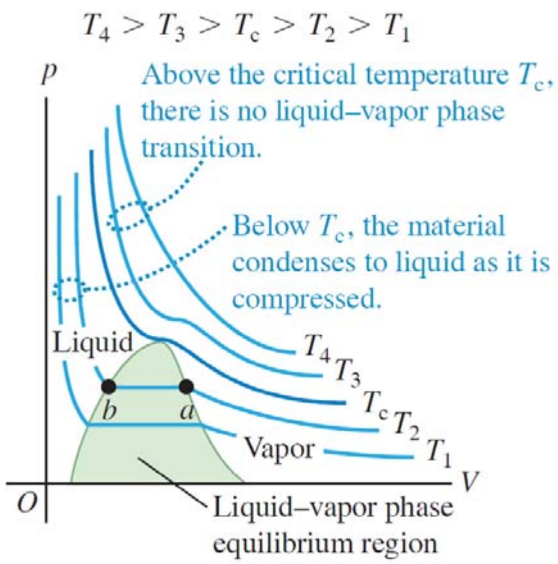
b ជាមាឌឧស្ម័នក្នុងមួយម៉ូល

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

ដ្យាក្រាម pV



ខ្សែកោងអ៊ីសូទែម pV ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ



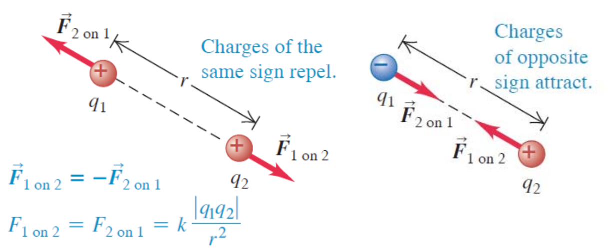
ខ្សែកោងអ៊ីសូទែម pV នៃឧស្ម័នមិនមែនឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

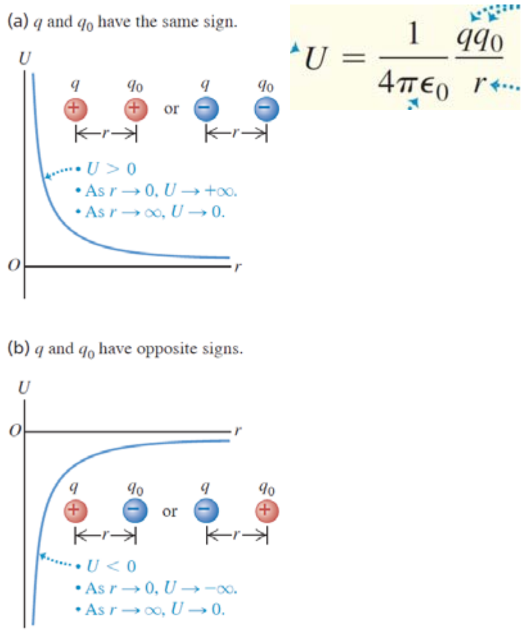
២.២ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

ម៉ូលេគុល និង កម្លាំងរវាងម៉ូលេគុល(intermolecular force)

-ម៉ូលេគុលដែលមានអាតូម១ មានទំហំប្រហែល 10^{-10} m
-ម៉ូលេគុលដែលមានអាតូមច្រើនបំផុត មានទំហំប្រហែល 10^{-7} m
-ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអាចផ្លាស់ទីដោយសេរី តែម៉ូលេគុលក្នុងអង្គធាតុរាវនិងរឹងគឺត្រូវបានចង់ភ្ជាប់ដោយកម្លាំងរវាងម៉ូលេគុល(intermolecular force)។

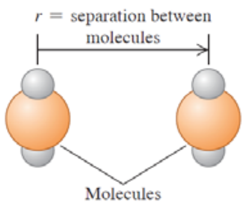
(b) Interactions between point charges

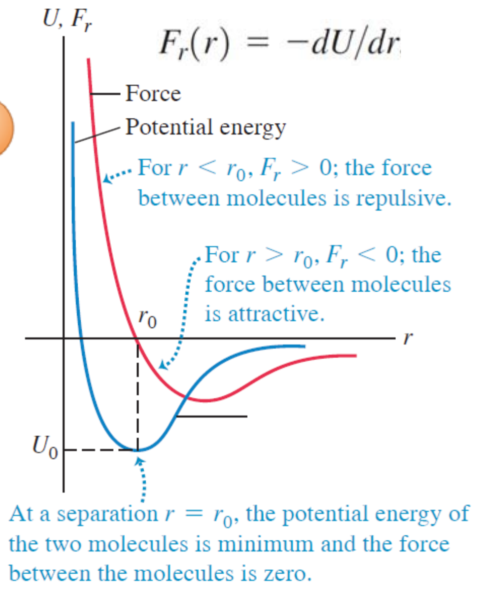




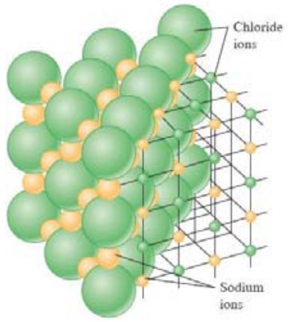
២.២ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

ម៉ូលេគុល និង កម្លាំងរវាងម៉ូលេគុល(intermolecular force)

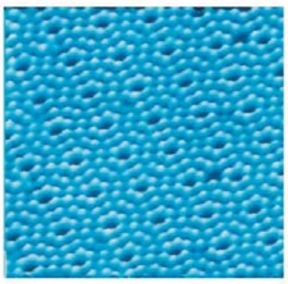




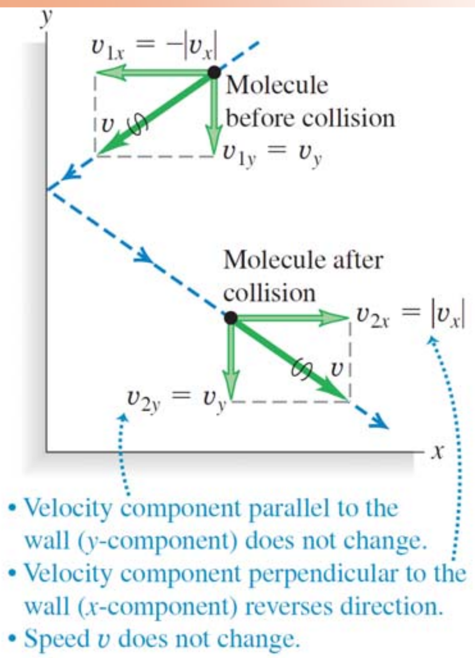
គ្រីស្តាល់នៃ NaCl



Scanning tunneling microscope of a silicon crystal 9.0 nm x 9.0 nm



២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)



ការសន្មត់ក្នុងឧស្ម័នគម្រូ

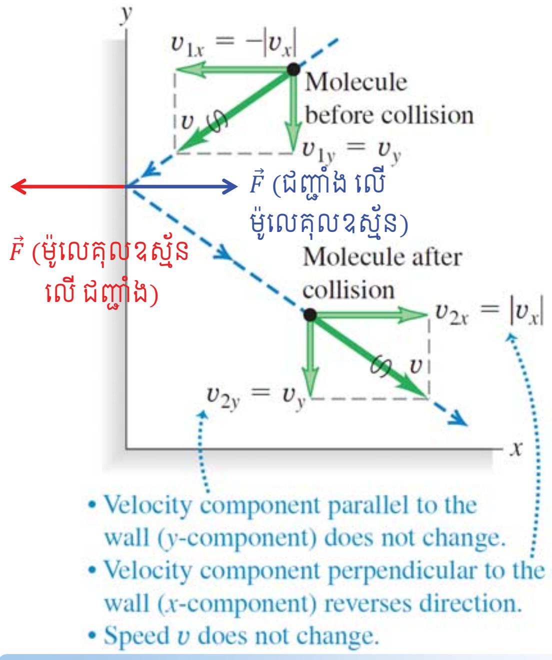
១. ធុងមានមាឌ V ផ្ទុកនូវម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានម៉ាសដូចៗគ្នា m និងចំនួនសរុប N (មានតម្លៃធំ)

២. វិមាត្រម៉ូលេគុលតូចខ្លាំងបើធៀបនឹងទំហំធុង និង ចំងាយមធ្យមរវាងម៉ូលេគុល

៣. ម៉ូលេគុលទង្គិច(ជាទង្គិចខ្ទាត)តែជាមួយជញ្ជាំង ហើយចលនារបស់ម៉ូលេគុលគឺត្រង់ស្មើ ពេលមុននិងក្រោយទង្គិច។

៤. ជញ្ជាំងធុងគឺរឹងមាំល្អ មានម៉ាសធំខ្លាំង និង មិនផ្លាស់ទី។

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)



ទង្គិច និង សំពាធឧស្ម័ន

សំពាធ $p=\frac{F}{A}$, រកកម្លាំងតាមណា? $\vec{F}' = m_{សរុប}\vec{a} = \frac{d\vec{P}}{dt} = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$

-សិក្សាទៅលើភាគល្អិតមួយដែលមានម៉ាស m

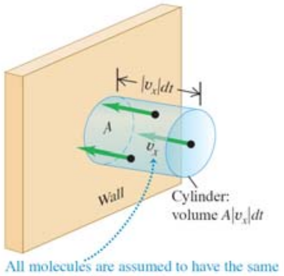
$$m|v_x| - (-m|v_x|) = 2m|v_x|$$

-ចំនួនម៉ូលេគុល $\frac{1}{2}\left(\frac{N}{V}\right)(A|v_x|dt)$

-បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនាសរុបក្នុងរយៈពេល dt

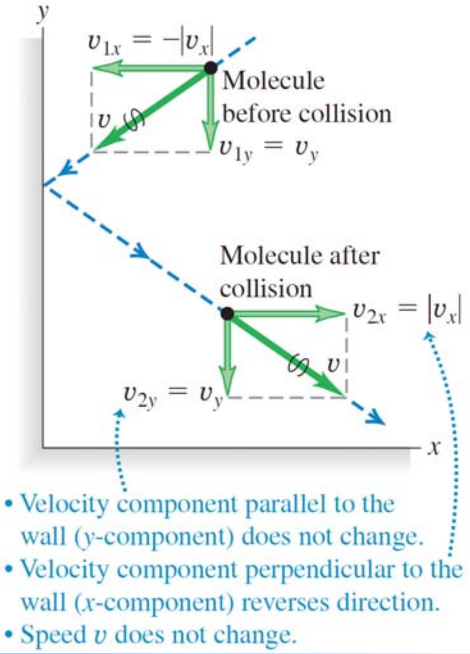
$$dP_x = \frac{1}{2}\left(\frac{N}{V}\right)(A|v_x|dt)\,(2m|v_x|)$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{dP_x}{A\,dt} = \frac{Nmv_x^2}{V}$$



All molecules are assumed to have the same magnitude $|v_x|$ of x-velocity.

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)



សំពាធ និង ថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុល

ល្បឿនម៉ូលេគុល $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$

ល្បឿនម៉ូលេគុលជាមធ្យម $(v^2)_{av} = (v_x^2)_{av} + (v_y^2)_{av} + (v_z^2)_{av} = 3(v_x^2)_{av}$

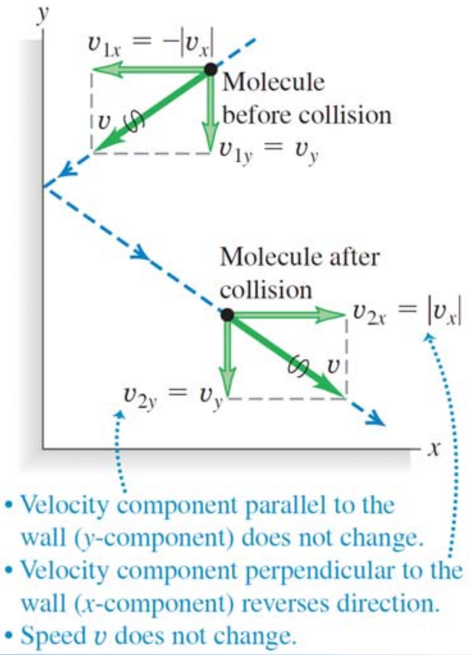
$$p = \frac{Nmv_x^2}{V} \rightarrow pV = \frac{2}{3}N\left[\frac{1}{2}m(v^2)_{av}\right]$$

កន្សោម $\frac{1}{2}Nm(v^2)_{av} = K_{tr}$ ជាតម្លៃសរុបនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលឥតសណ្តាប់ធ្នាប់។

$$\left.\begin{array}{l} pV = \frac{2}{3}K_{tr} \\ pV = nRT \end{array}\right\} K_{tr} = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}NkT \rightarrow pV = NkT$$

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8.134\ \text{J/mol}\cdot\text{K}}{6.022\times10^{23}\ \text{ម៉ូលេគុល/mol}} = 1.381\times10^{-23}\ \text{J/ម៉ូលេគុល}\cdot\text{K}$$

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)



ល្បឿននៃម៉ូលេគុល

ល្បឿនប្រសិទ្ធ $v_{rms} = \sqrt{(v^2)_{av}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

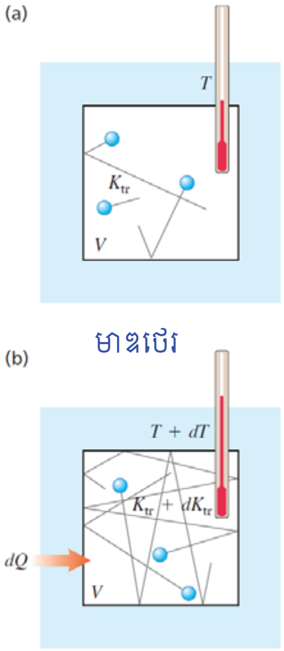
១. លើកជាការ៉េ
២. គិតមធ្យម
៣. បំពាក់ឫសការ៉េ

$M = N_A m$

m ជាម៉ាសមួយម៉ូលេគុល

M ជាម៉ាសម៉ូល = ម៉ាសមួយម៉ូលនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

២.៤ ចំណុះកម្តៅ (Heat Capacities)



មាឌថេរ

ចំណុះកម្តៅនៃឧស្ម័ន

ចំណុះកម្តៅនៅមាឌថេរ C_V

$$K_{tr} = \frac{3}{2}nRT \quad \rightarrow dK_{tr} = \frac{3}{2}nR\,dT$$

$$Q = nC\Delta T \quad \rightarrow dQ = nC_V\,dT$$

កម្តៅដែលផ្ទេរទៅអោយឧស្ម័នមានមាឌថេរ ស្មើនឹង កំណើនថាមពលស៊ីនេទិច

$$dQ = dK_{tr}$$

$C_V = \frac{3}{2}R$ ចំណុះកម្តៅរបស់ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម

(ឧស្ម័នមានតែចលនារំកិល)

២.៤ ចំណុះកម្តៅ (Heat Capacities)

ចំណុះកម្តៅនៃឧស្ម័ន

$C_V = \frac{3}{2}R$ ចំណុះកម្តៅរបស់ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម

(ឧស្ម័នមានតែចលនារំកិល)

$C_V = \frac{5}{2}R$ ចំណុះកម្តៅរបស់ឧស្ម័នឌីអាតូម

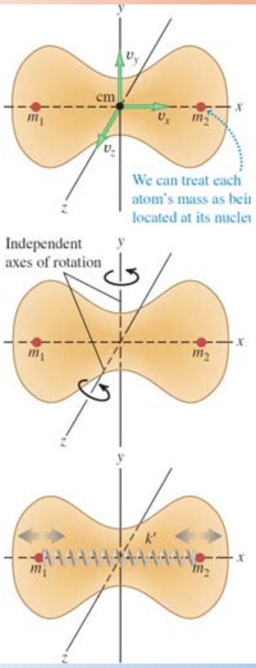
(ឧស្ម័នមានតែចលនារំកិល+រង្វិល)

$C_V = \frac{7}{2}R$ ចំណុះកម្តៅរបស់ឧស្ម័នឌីអាតូម

(ឧស្ម័នមានតែចលនារំកិល+រង្វិល+រំញ័រ)

TABLE 18.1 Molar Heat Capacities of Gases

Type of Gas	Gas	C_V (J/mol · K)
ម៉ូណូអាតូម	He	12.47
	Ar	12.47
ឌីអាតូម	H_2	20.42
	N_2	20.76
	O_2	20.85
	CO	20.85
ប៉ូលីអាតូម	CO_2	28.46
	SO_2	31.39
	H_2S	25.95



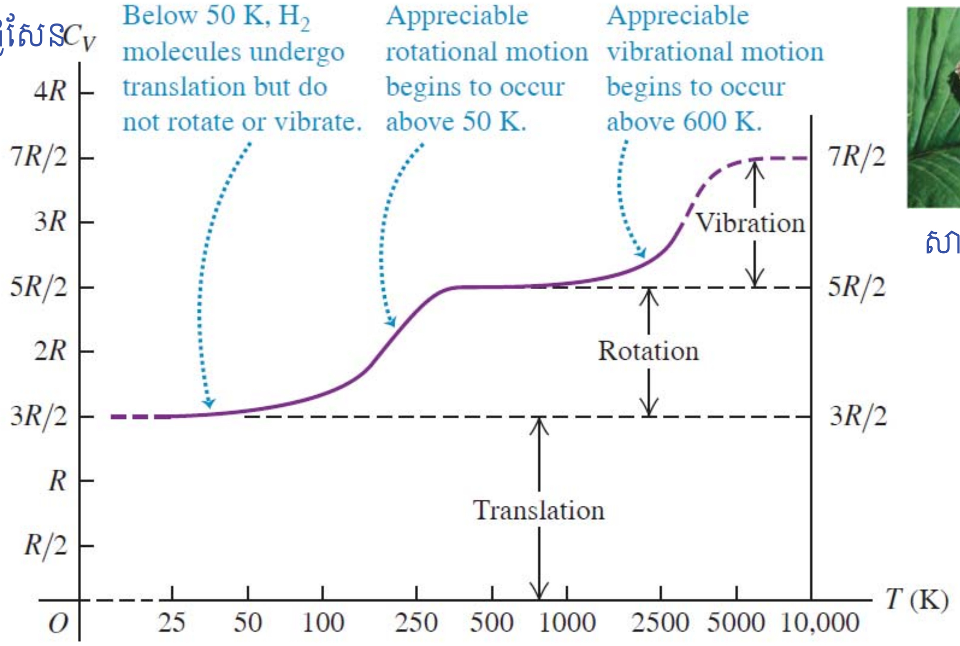
រំកិល

រង្វិល

រំញ័រ

២.៤ ចំណុះកម្ដៅ (Heat Capacities)

ចំណុះកម្ដៅនៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន

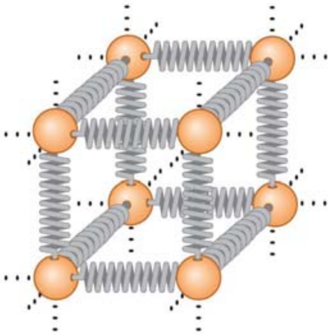


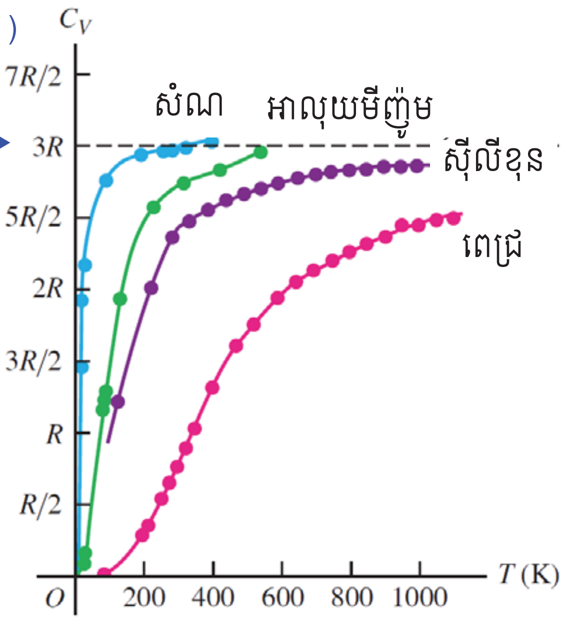
សាច់ដុំកន្ទ្រាក់ពេល
$T \geq 29$°C

២.៤ ចំណុះកម្ដៅ (Heat Capacities)

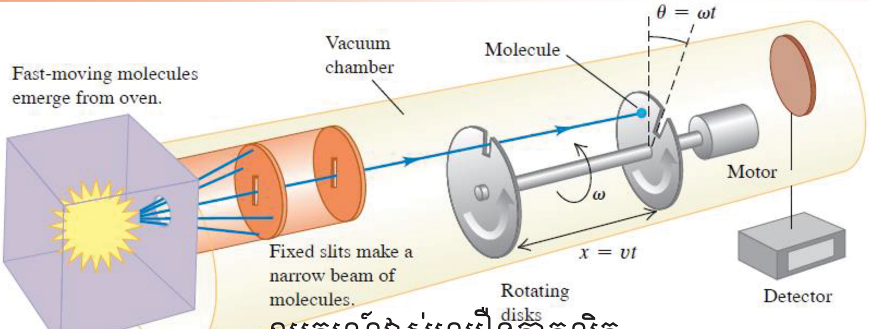
ចំណុះកម្ដៅនៃអង្គធាតុរឹង (សុពលភាពនៃគម្រូឧស្ម័នបរិសុទ្ធ)

$C_V = 3R = 24.9$ J/mol · K →

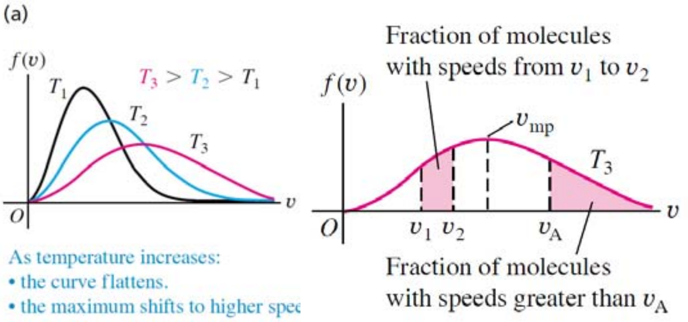




២.៥ ល្បឿននៃម៉ូលេគុល (Molecular Speeds)



ឧបករណ៍វាស់ល្បឿនភាគល្អិត

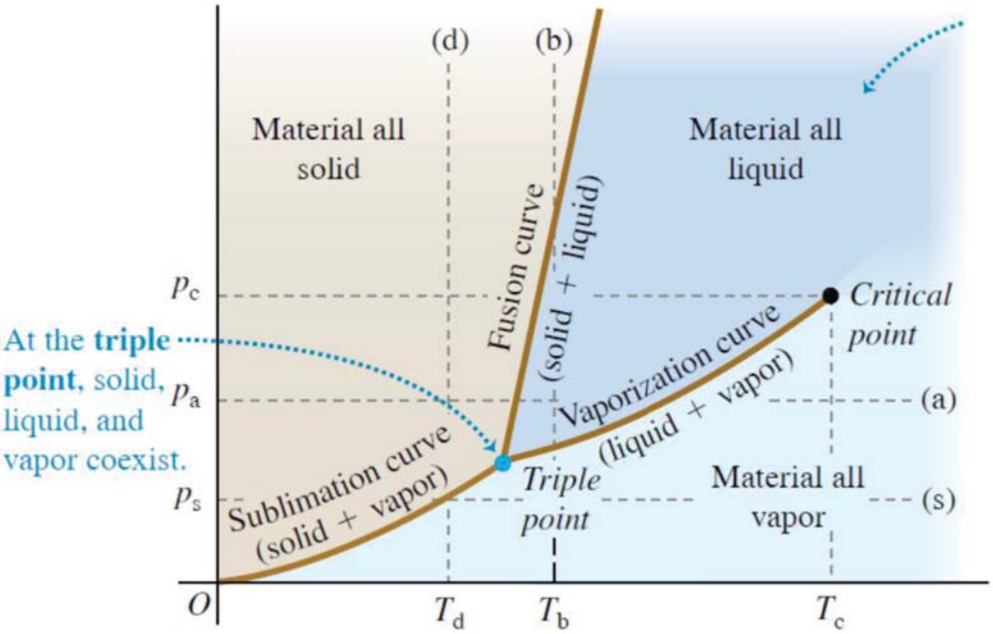


របាយនៃចំនួនឧស្ម័នតាមល្បឿន
និងឥទ្ធិពលនៃសីតុណ្ហភាព
(The Maxwell-Boltzmann Distributions)

២.៦ ភាពនៃរូបធាតុ (Phases of matter)

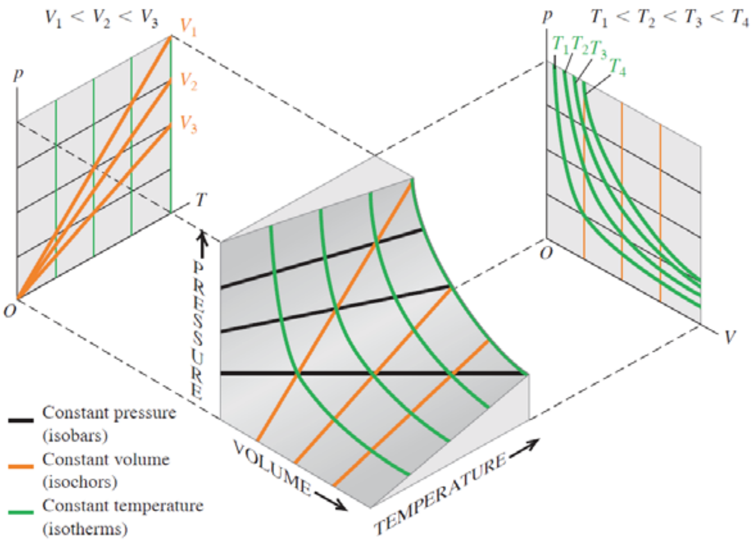
ចំណុចប្រសព្វទាំងបី

Substance	Temperature (K)	Pressure (Pa)
អ៊ីដ្រូសែន	13.80	0.0704×10^5
ទឹកធ្ងន់	18.63	0.171×10^5
ណេអុង	24.56	0.432×10^5
អាសូត	63.18	0.125×10^5
អុកស៊ីសែន	54.36	0.00152×10^5
អាម៉ូញ៉ាក់	195.40	0.0607×10^5
កាបូនឌីអុកស៊ីត	216.55	5.17×10^5
ស៊ុលផួរឌីអុកស៊ីត	197.68	0.00167×10^5
ទឹក	273.16	0.00610×10^5

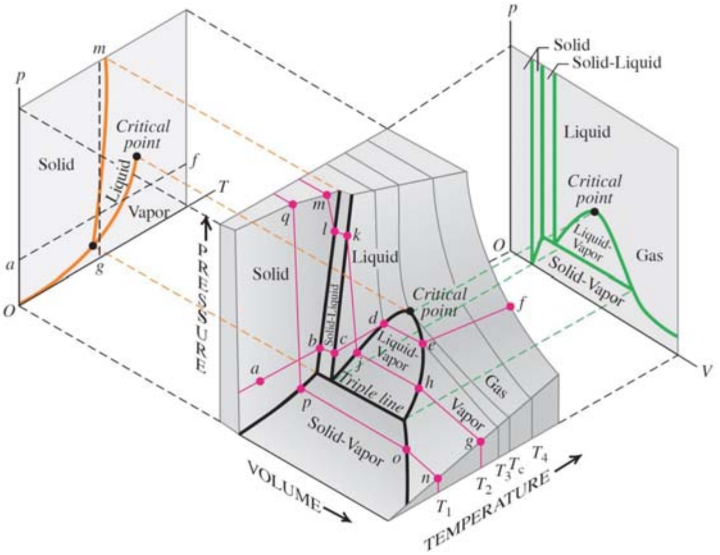


២.៦ ភាពនៃរូបធាតុ (Phases of matter)

ដ្យាក្រាម *pVT*



គម្រូឧស្ម័នបរិសុទ្ធ



មិនគោរពតាមគម្រូឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

មេរៀនទី២ លក្ខណៈកម្ដៅនៃរូបធាតុ

លំហាត់ឧទាហរណ៍

(សៀវភៅក្រសួងអប់រំ)

គ្រេម សុណា 2024

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៣៩

ឧទាហរណ៍ : គេយកបំពង់ខ្យល់មួយមានមាឌ $1.0m^3$ នៅសីតុណ្ហភាព $18°C$ ក្នុងសម្ពាធបរិយាកាស $p_1 = 1.0atm$ ទៅបណ្ណែននៅសីតុណ្ហភាពដដែល តែក្នុងសម្ពាធ $p_2 = 3.5atm$ ។ គណនាមាឌសម្រេចនៃខ្យល់ ?

✍ ដំណោះស្រាយ

នៅក្នុងភាពដើម $p_1 = 1atm$ និង $V_1 = 1m^3$

នៅក្នុងភាពស្រេច $p_2 = 3.5atm$

តាមរូបមន្ត $p_1V_1 = p_2V_2 \Rightarrow V_2 = V_1\frac{p_1}{p_2} \Rightarrow V_2 = 1 \times \frac{1}{3.5} = 0.286m^3$

ដូចនេះមាឌសម្រេចនៃខ្យល់គឺ $V_2 = 0.286m^3$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤១

ឧទាហរណ៍ : គេបូមខ្យល់បញ្ចូលកង់រថយន្តមួយឱ្យមានសម្ពាធ $2.5atm$ នៅសីតុណ្ហភាព $20°C$ ។ គណនាសម្ពាធខ្យល់នោះនៅសីតុណ្ហភាព $60°C$ (សន្មតថាមាឌខ្យល់ថេរ) ។

✍ ដំណោះស្រាយ

នៅក្នុងភាពដើម យើងមាន $T_1 = 20°C = 293K$ និង $p_1 = 2.5atm$

នៅក្នុងភាពស្រេច យើងមាន $T_2 = 60°C = 333K$

យើងបាន $\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_1}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1}{T_1} \times T_2 = (2.5atm) \times \frac{333K}{293K} \approx 2.8atm$

$\boxed{p_2 = 2.8atm}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤២

ឧទាហរណ៍ : គេយកបំពង់អ៊ីដ្រូសែនមានមាឌ 10ℓ ក្រោមសម្ពាធ $p_1 = 200\text{atm}$ នៅសីតុណ្ហភាព $t_1 = 27°\text{C}$ ។ គេយកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននោះទៅបញ្ចូលក្នុងបាឡុងកៅស៊ូស្តើងមួយ ។ គណនាមាឌបាឡុង ។ បើមាឌឧស្ម័នក្នុងបាឡុង $p_2 = 1\text{atm}$ និង $t_2 = 7°\text{C}$ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

គណនាមាឌបាឡុង

ក្នុងភាពដើម $T_1 = (273+27)\text{K}$, $p_1 = 200\text{atm}$, $V_1 = 10\ell$

ក្នុងភាពស្រេច $T_2 = (273+7)\text{K}$, $p_2 = 1.0\text{atm}$

តាមសមីការ $\dfrac{p_2V_2}{T_2} = \dfrac{P_1V_1}{T_1} \Rightarrow V_2 = V_1\dfrac{p_1}{p_2}\cdot\dfrac{T_2}{T_1}$

$$\Rightarrow V_2 = 0.01\text{m}^3 \times \frac{200\text{atm}}{1\text{atm}} \times \frac{280\text{K}}{300\text{K}} \approx 1.87\text{m}^3 \Rightarrow V_2 = 1.87\text{m}^3$$

$\boxed{V_2 = 1.87\text{m}^3}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤៣

ឧទាហរណ៍ : កែវបាឡុងមួយផ្ទុកអុកស៊ីសែនចំណុះ 1.0ℓ នៅសីតុណ្ហភាព $t_1 = 27°\text{C}$ ក្រោមសម្ពាធ $p_0 = 1.0\text{atm}$, $p = 2.0\text{atm}$ និងម៉ាសអាតូម $0 = 16$ ។ គណនាម៉ាសអុកស៊ីសែនក្នុងកែវបាឡុង ។

✍ ដំណោះស្រាយ

គណនាម៉ាសអុកស៊ីសែន ក្នុងកែវបាឡុង

តាមសម្មតិកម្ម $V = 1.0\ell$, $\dfrac{p}{p_0} = \dfrac{2.0\text{atm}}{1.0\text{atm}} = 2.0$

ម្យ៉ាងទៀត $\dfrac{1}{1+\alpha t} = \dfrac{1}{1+\dfrac{27}{273}} = \dfrac{273}{300} = 0.91\ell$ $\left(\alpha = \dfrac{1}{273}\right)$

យើងមាន $pV = p_0V_0(1+\alpha t) \Rightarrow V_0 = V\dfrac{p}{p_0}\cdot\dfrac{1}{1+\alpha t} = 2\times\dfrac{1.0\ell}{0.91\ell} = 2.20\ell$

V_0 ជាមាឌរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងសីតុណ្ហភាព $t_1 = 27°\text{C}$ ដូចនេះ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតា ឧស្ម័នបរិសុទ្ធក្នុងមួយម៉ូលមានមាឌស្មើនឹង $V = 22.41\ell$ ។

ចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែននៅក្នុងកែវបាឡុងគឺ $n = \dfrac{2.20}{22.41}\text{mol}$ ដោយអាតូមអុកស៊ីសែនមួយម៉ូលស្មើ $M(O_2) = 16\times 2\text{g/mol} = 32\text{g/mol}$ ដូចនេះម៉ាសអុកស៊ីសែនក្នុងកែវបាឡុង $m = 32\text{g/mol}\times\dfrac{2.20}{22.41}\text{mol} = 3.13\text{g}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤៧

ឧទាហរណ៍ : ប្រអប់មួយផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធមាន $V = 100cm^3$ និងសម្ពាធ $P = 100Pa$ នៅសីតុណ្ហភាព $t_1 = 20°C$ ។ គណនាចំនួនម៉ូលេគុលនៅក្នុងប្រអប់ ?

✍ ដំណោះស្រាយ

តាមសម្មតិកម្ម $P = 100Pa$, $t_1 = 20°C$, $V = 100cm^3$

តាមរូបមន្ត $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$

យើងបាន $n = \frac{(100Pa)(10^{-4}m^3)}{(8.315J/molK)(273+20)K} = 4.10\times10^{-6}mol$

$n = 4.10\times10^{-6}mol$

ដូចនេះ $\boxed{n = 4.10\times10^{-6}\ mol}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៥

ឧទាហរណ៍ : ផង់នីមួយៗមានម៉ាស m_0 និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $\vec{v}$ តាមបណ្តោយអ័ក្សOx ។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ $1mm^2$ និងក្នុងមួយវិនាទីមានផង់ចំនួន 1×10^{15} ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ ។ ចូររកសម្ពាធរបស់ផង់លើផ្ទៃប៉ះ ។ គេឱ្យ $m_0 = 9.1\times10^{-31}kg$ និង $v = 8\times10^7 m/s$ ។ គេសន្មតទង្គិចរវាងផង់នឹងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្ទក់ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៥

ដំណោះស្រាយ

សម្ពាធដែលផង់មានលើផ្ទៃដោយទង្គិចរវាងផង់ជាមួយនិងផ្ទៃខាង ជាទង្គិចស្ទក់បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនាគឺ

$$\Delta\vec{P} = 0 - m_o\vec{v} = -m_o\vec{v}$$

កម្លាំងដែលផ្ទៃបញ្ចេញលើផង់

$$\vec{F'} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = -m_o\vec{v} \quad \text{តែ } \Delta t = 1\text{s}$$

$$\Rightarrow F' = m_o v$$

កម្លាំងដែលផង់ចំនួន N មានលើផ្ទៃគឺ

$$NF = Nm_o v$$

សម្ពាធដែល N ផង់មានលើផ្ទៃនោះ

$$P = \frac{NF}{A} = \frac{N}{A} \times m_o v$$

ដោយ $N = 1 \times 10^{15}$, $A = 1\text{mm}^2 = 10^{-6}\text{m}^2$

$m_0 = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$, $v = 8 \times 10^7\text{m/s}$

យើងបាន $P = \dfrac{1 \times 10^{15} \times 9.1 \times 10^{-31}\text{kg} \times 8 \times 10^7\text{m/s}}{10^{-6}\text{m}^2}$

ដូចនេះ $\boxed{P = 7.3 \times 10^{-2}\text{Pa}}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៧

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានមាឌ $V = 100\text{cm}^3$ ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ $2.00 \times 10^5\text{Pa}$ នៅសីតុណ្ហភាព 20°C ។ តើឧស្ម័ននោះមានប៉ុន្មានម៉ូល ? ($R = 8.31\text{J/(molK)}$)

ដំណោះស្រាយ

ចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ : $PV = nRT$

យើងទាញបាន $n = \dfrac{PV}{RT}$

ដោយ $P = 2.00 \times 10^5\text{Pa}$, $V = 100\text{cm}^3 = 100 \times 10^{-6}\text{m}^3$

$R = 8.31\text{J/(molK)}$, $T = t + 273 = 27°\text{C} + 273 = 300\text{K}$

យើងបាន $n = \dfrac{(2.00 \times 10^5\text{Pa}) \times (100 \times 10^{-6}\text{m}^3)}{8.31\text{J/(molK)}300\text{K}}$

$$\boxed{n = 0.08 \times 10^{-1}\text{mol}}$$

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៨

ឧទាហរណ៍ : ធុងមួយមានផ្ទុកអេល្យូម 2.00mol នៅសីតុណ្ហភាព 27°C ។ គេសន្មតថាអេល្យូមជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

ក. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលទាំងអស់ ។

គេឱ្យ $k = 1.38\times10^{-23}\mathrm{J/K}$, $R = 8.31\mathrm{J/(molK)}$

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ

តាមសមីការ

$K_{av} = \frac{3}{2}kT$ ដោយ $T = 273+27 = 300\mathrm{K}$

យើងបាន $K_{av} = \frac{3}{2}\times(1.38\times10^{-23}\mathrm{J/K})(300\mathrm{K})$

ដូចនេះ $\boxed{K_{av} = 6.21\times10^{-21}\mathrm{J}}$

ខ. ថាមពលស៊ីនេទិចសរុប

តាមសមីការ

$K = \frac{3}{2}nRT$ ដោយ $n = 2.00\mathrm{mol}$

យើងបាន $K = \frac{3}{2}\times(2.00\mathrm{mol})(8.31\mathrm{J/molK})(300\mathrm{K})$

ដូចនេះ $\boxed{K = 7.48\times10^{3}\mathrm{J}}$

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៩

ឧទាហរណ៍ : ចូរគណនាឫសការេនៃមធ្យមល្បឿនការេរបស់អាតូមអេល្យូមនៅសីតុណ្ហភាព 20.0°C ។ ម៉ាសម៉ូលអេល្យូមគឺ $4.00\times10^{-3}\mathrm{kg/mol}$ ។ គេឱ្យ $R = 8.31\mathrm{J/(molK)}$ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

ឫសការេនៃមធ្យមល្បឿនការេរបស់អាតូម

តាមសមីការ $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

ដោយ $R = 8.31\mathrm{J/(molK)}$, $T = 273+20.0°\mathrm{C} = 293\mathrm{K}$, $M = 4.00\times10^{-3}\mathrm{kg/mol}$

យើងបាន $v_{rms} = \sqrt{\frac{3\times8.31\mathrm{J/(molK)}(293\mathrm{K})}{4.00\times10^{-3}\mathrm{kg/mol}}}$

ដូចនេះ $\boxed{v_{rms} = 1.35\times10^{3}(\mathrm{m/s})}$ ។

មេរៀនទី២ លក្ខណៈកម្ដៅនៃរូបធាតុ

លំហាត់ពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

១.ស្តង់ដាសីតុណ្ហភាព និង សំពាធ (STP) គឺ $T = 0℃ = 273.15\ \mathrm{K}$ និង សំពាធ $p = 1\ \mathrm{atm} = 1.013 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$។ ចូរគណនាមាឌនៃធុងដែលផ្ទុកឧស្ម័ននេះ ១ម៉ូល។ បើវាមានរាងជាគូប ចូរគណនាប្រវែងជ្រុងធុងនេះ។

ចម្លើយៈ

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

២.ម៉ាស៊ីនរថយន្តមួយមានផ្ទុកនូវល្បាយនៃខ្យល់និងចំហាយសាំងដែលត្រូវបានបណ្ណែនក្នុងស៊ីឡាំងមុនពេលបញ្ឆេះ។ ម៉ាស៊ីនទូទៅគឺមានការបណ្ណែនឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំងទៅ $\frac{1}{9.00}$ នៃមាឌដើមរបស់វា។ វ៉ាល់ខ្យល់ចូលនិងចេញគឺត្រូវបានបិទក្នុងពេលបណ្ណែនដូចនេះមិនមានឧស្ម័នលេចចេញទេ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ន ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពដើមគឺ 27.0 °C ហើយសំពាធមុននិងក្រោយគឺ 1.00 atm និង 21.7 atm រៀងគ្នា។

ចម្លើយៈ

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

៣.ចូររៀបតាមលំដាប់លំដោយពីធំទៅតូចនៃចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័នខាងក្រោម។

(i) $p = 1$ atm, $V = 1$ L, $T = 300$ K។

(ii) $p = 2$ atm, $V = 1$ L, $T = 300$ K។

(iii) $p = 1$ atm, $V = 2$ L, $T = 300$ K។

(iv) $p = 1$ atm, $V = 1$ L, $T = 600$ K។

(v) $p = 2$ atm, $V = 1$ L, $T = 600$ K។

ចម្លើយៈ

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

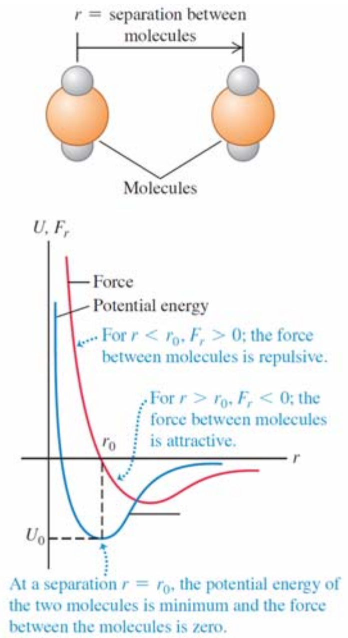
៤.ចូរគណនាម៉ាសរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ និង ម៉ាសរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយ។ $M(\mathrm{H}) = 1.008$ g/mol និង $M(\mathrm{O}) = 15.999$ g/mol។

ចម្លើយ៖

២.២ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៥.ឧបមាថាអ្នកអាចកែប្រែចម្ងាយរវាងម៉ូលេគុល r_0។ តើម៉ាសមាឌវានឹងកើនដល់ប៉ុន្មានដងនៃម៉ាសមាឌដើម បើអ្នកធ្វើអោយ r_0 កើនដល់ 2 ដងនៃតម្លៃដើម?

ចម្លើយ៖



២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៦.

(a) ចូរគណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់មួយម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមានសីតុណ្ហភាព 27℃។

(b) ចូរគណនាតម្លៃសរុបនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមួយម៉ូល។

(c) កំណត់តម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាពខាងលើ។ $M(\mathrm{O}) = 15.999\ \mathrm{g/mol}$។

ចម្លើយ៖

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៧.ម៉ូលេគុលឧស្ម័នចំនួនប្រាំមានល្បឿន $500, 600, 700, 800,$ និង $900\ \mathrm{m/s}$ ។ ចូរគណនាតម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធ និង តម្លៃល្បឿនមធ្យម។

ចម្លើយ៖

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៨.ចូររៀបតាមលំដាប់ពីធំទៅតូចនូវ (a) តម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធ (b) តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់មួយម៉ូលេគុល។ (i) ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន($M = 32.0$ g/mol) នៅ 300 K។ (ii) ឧស្ម័ននីត្រូសែន($M = 28.0$ g/mol) នៅ 300 K។ (iii) ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននៅ 330 K។ (iv) ឧស្ម័ននីត្រូសែននៅ 330 K។

ចម្លើយ៖

២.៤ ចំណុះកម្ដៅ (Heat Capacities)

៩.ធុងស៊ីឡាំងមួយមានមាឌថេរ និង ផ្ទុកនូវឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន (H_2) នៅ 25 K។ អ្នកបានបញ្ជូនកម្ដៅទៅអោយធុងដោយអត្រាថេររហូតដល់វាមានសីតុណ្ហភាព 500 K ។ តើសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នកើនដោយអត្រាថេរ? ហេតុអ្វី? ប្រសិនបើអត់ទេ តើសីតុណ្ហភាពកើនលឿននៅម្ដុំចំណុចដើមនៃដំណើរការ ឬ ម្ដុំចំណុចបញ្ចប់នៃដំណើរការ?

ចម្លើយ៖

២.៦ ភាពនៃរូបធាតុ (Phases of matter)

១០.តម្លៃមធ្យមនៃសំពាធនៅភពអង្គារគឺ 6.0×10^2 Pa។ តើវាអាចមានវត្ថុមានស្រះទឹក(រាវ)នៅលើផ្ទៃនៃភពអង្គារសព្វថ្ងៃនេះដែរឬទេ? ចុះក្នុងអតីតកាល បើ*អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជំនាញអំពីភព*ប៉ាន់ស្មានថាសំពាធមានតម្លៃធំជាងនេះគួរសមដែរ?

ចម្លើយ៖

មេរៀនទី២ លក្ខណៈកម្ដៅនៃរូបធាតុ

លំហាត់ស្រាវជ្រាវបន្ថែម

(សៀវភៅក្រសួងអប់រំ)

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤៨

6. ដបមួយផ្ទុកឧស្ម័នមានមាឌថេរក្រោមសម្ពាធ $p_0 = 1.0\text{atm}$ នៅសីតុណ្ហភាព $t = 17°C$ ។ តើគេត្រូវកម្តៅឧស្ម័ននេះដល់សីតុណ្ហភាពប៉ុន្មានអង្សាសេលស្យុស ដើម្បីឱ្យសម្ពាធវាមានតម្លៃ 1.5atm ?

7. គេបញ្ចូលឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនទៅក្នុងបាឡុងមួយដែលមានមាឌ 100m^3 នៅសីតុណ្ហភាព $7°C$ ។ ក្រោមសម្ពាធ 0.7atm ។ ដើម្បីបំប៉ោងបាឡុងនេះគេប្រើបំពង់អ៊ីដ្រូសែនប៉ុន្មាន ? បើបំពង់មួយមានអ៊ីដ្រូសែន 20ℓ ក្រោមសម្ពាធ 1.50atm នៅសីតុណ្ហភាព $27°C$ គេសន្មតថាឧស្ម័ននៅក្នុងបំពង់ត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងបាឡុងទាំងអស់ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤៩

8. គេយកបំពង់អុកស៊ីសែនមួយមានចំណុះ 20ℓ នៅសម្ពាធ $P_1 = 200\text{atm}$ និងសីតុណ្ហភាព $t = 20°C$ ទៅបញ្ចូលឧស្ម័នក្នុងបាឡុងកៅស៊ូស្តើងមួយ ។ គណនាមាឌបាឡុង ។ ដោយដឹងថាឧស្ម័នក្នុងបាឡុង $P_2 = 1\text{atm}$ ។

9. បាឡុងមួយចំណុះ 20ℓ មានសម្ពាធឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន $P_o = 10\text{atm}$ នៅសីតុណ្ហភាព $t = 27°C$ និងសម្ពាធ $P = 20\text{atm}$ ។ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌធម្មតាឧស្ម័នក្នុងមួយម៉ូលមានមាឌ $V_{gas} = 22.4\ell$ និង $M_{(H_2)} = 2.0\text{g/mol}$ ។ គណនាម៉ាសអ៊ីដ្រូសែនក្នុងបាឡុង ។

10. ប្រអប់មួយផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $V = 200\text{cm}^3$ និងសម្ពាធ $P = 10\text{atm}$ នៅសីតុណ្ហភាព $t = 27°C$ ។ គណនាចំនួនម៉ូលេគុលនៅក្នុងប្រអប់ ?

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៤៩

11. គណនាម៉ាសឧស្ម័នក្នុងពោះវៀនកង់មួយមានមាឌ 200ℓ នៅសីតុណ្ហភាព 27°C ។ គេឱ្យឧស្ម័នមានម៉ាសម៉ូល $M = 2.0g/mol$ និងសម្ពាធបរិយាកាស $P = 100Pa$ ។

12. បាល់មូលមួយផ្ទុកអ៊ីដ្រូសែនត្រូវបានបណ្ណែននៅសម្ពាធ $P_1 = 15MPa$ និងនៅសីតុណ្ហភាព 37°C មានម៉ាស $M_1 = 50kg$ ។ មួយរយៈក្រោយសម្ពាធ $P_2 = 5.0MPa$ នៅសីតុណ្ហភាព 7°C ម៉ាសរបស់កែវបាឡុងនិងឧស្ម័ន $M_2 = 49kg$ ។

    ក. គណនាម៉ាសអ៊ីដ្រូសែននៅសល់ក្នុងកែវបាឡុង ។

    ខ. គណនាមាឌ V របស់បំពង់ ។ គេឱ្យម៉ាសម៉ូលរបស់អ៊ីដ្រូសែន $M = 2.0g/mol$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៥១

1. នៅក្រោមសម្ពាធ 1atm នៅសីតុណ្ហភាព 15°C ខ្យល់មានមាឌ 2ℓ ។ ពេលខ្យល់នៅសីតុណ្ហភាព 20°C និងមានមាឌ 2ℓ តើសម្ពាធវាមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

2. តើគេត្រូវកម្តៅឧស្ម័ននេះដល់សីតុណ្ហភាពប៉ុន្មាន ដើម្បីឱ្យសម្ពាធវាថេរ ហើយមាឌរបស់វាធំជាងពីរដង ? គេឱ្យសីតុណ្ហភាពដើម 0°C ។

3. នៅសីតុណ្ហភាព 0°C បរិមាណអ៊ីដ្រូសែនមានមាឌ 3ℓ ។ គណនាមាឌរបស់វានៅសីតុណ្ហភាព 73°C ? ដោយដឹងថាសម្ពាធរបស់វាថេរ ។

4. គេយកបំពង់ខ្យល់មួយមានមាឌ $1m^3$ នៅសីតុណ្ហភាព 18°C ក្រោមសម្ពាធ 3.5atm ទៅបណ្ណែនវាឱ្យចុះពី 3.5atm ទៅ 3.1atm ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពឱ្យនៅដដែល ។ គណនាមាឌសម្រេចនៃខ្យល់ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៥២

5. បំពង់បារ៉ីតមួយមានមុខកាត់តូច មានប្រវែង $\ell = 1m$ ក្បាលទាំងពីររបស់វាបិទជិត ខាងក្នុងបំពង់បារ៉ីតមានប្រវែង $\ell_1 = 20cm$ និងមានសម្ពាធ $P_0 = 50cmHg$ ។ ពេលបញ្ឈរបំពង់នោះត្រង់ទៅលើ តើបារ៉ីតនោះមានកម្ពស់ប៉ុន្មាន ?

6. គេយកបំពង់សាកពីរមានមាឌ 10ℓ ផ្ទុកឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព $0°C$ និងសម្ពាធខ្យល់ $P_o = 1.0atm$ ។ បន្ទាប់មកគេចាក់ទឹកចូលទៅក្នុងបំពង់សាកទី 1 និងទី 2 នូវបរិមាណទឹក $m_1 = 3g$ និង $m_2 = 15g$ ក្រោយមកគេដុតកម្តៅវារហូតដល់សីតុណ្ហភាព $100°C$ ។ គណនាសម្ពាធរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងបំពង់នោះ និងម៉ាសទឹកដែលនៅសល់ ។

7. បាល់កៅស៊ូមានមាឌ 3ℓ ត្រូវបានគេយកទៅសប់ដោយស្នប់ដៃមួយ ស្នប់នោះសប់ខ្យល់បាន $p_1 = 10^5 N/m^2$ ។ ដោយដឹងថាស្នប់នោះមានកម្ពស់ $40cm$ និងមានមុខកាត់ $d = 6cm$ ។ តើត្រូវសប់ប៉ុន្មានដងដើម្បីឱ្យខ្យល់ក្នុងបាល់មានសម្ពាធ $P = 5 \times 10^5 N/m^2$

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១១ ជំពូក ២ មេរៀនទី ២ ទំព័រ ១៥២

8. ប្រអប់មួយផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $20m^3$ សម្ពាធ $10atm$ នៅសីតុណ្ហភាព $20°C$ ។ គណនាចំនួនម៉ូលេគុលនៅក្នុងប្រអប់ ។

9. បំពង់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយបណ្ដែននូវសម្ពាធ $P = 10^4 MPa$ និងសីតុណ្ហភាព $43°C$ មានម៉ាស $M_1 = 70kg$ ។ នៅពេលគេប្រើប្រាស់បានមួយរយៈ សម្ពាធ $P_2 = 5 \times 10^2 MPa$ នៅសីតុណ្ហភាព $17°C$ ម៉ាសរបស់កែវបាឡុងនិងឧស្ម័ន $M_2 = 59kg$ ។ គណនាម៉ាសអុកស៊ីសែននៅសល់ក្នុងកែវបាឡុង និងមាឌ V របស់បំពង់ ។ គេឱ្យម៉ាសម៉ូលរបស់អុកស៊ីសែន $32g/mol$ ។

10. គណនាបរិមាណឧស្ម័នក្នុងពោងមួយដែលមានមាឌ 500ℓ នៅសីតុណ្ហភាព $40°C$ ។ គេឱ្យម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័ន $M = 32g/mol$ និងសម្ពាធបរិយាកាស $P = 20atm$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៧

លំហាត់ប្រតិបត្តិ

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមាន $n = 0.08 \times 10^{-1}\text{mol}$ មានសម្ពាធ $P = 5.00 \times 10^{5}\text{Pa}$ នៅសីតុណ្ហភាព $60°C$ ។ តើឧស្ម័ននោះមានមាឌប៉ុន្មាន ?

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ៨

លំហាត់ប្រតិបត្តិ

នៅក្នុងធុងមួយដែលមានមាឌ 2.00ml មានឧស្ម័នដែលមានម៉ាស 50mg និងសម្ពាធ 100kPa ។ ម៉ាសរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននីមួយៗគឺ $8.0 \times 10^{-26}\text{kg}$ ។

ក. រកចំនួនម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននោះ ។

ខ. រកតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ

គេឱ្យ $k = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ១០

លំហាត់ប្រតិបត្តិ

រកឫសការេនៃមធ្យមល្បឿនការេរបស់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព $200°C$ ។ ម៉ាសម៉ូលអុកស៊ីសែន $52 \times 10^{-3}\text{kg/mol}$ និង $R = 8.31\text{J/molK}$ ។

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

រូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ ជំពូក ១ មេរៀនទី ១ ទំព័រ ១១

5. នៅសីតុណ្ហភាព 293K និងសម្ពាធ 5atm មេតាន 1kmol មានម៉ាស 16.0kg ។ គណនាម៉ាសមាឌនៃមេតានក្នុងលក្ខខណ្ឌខាងលើ ។

   គេឱ្យ $R = 8.31 J/(mol \cdot K)$ ។ **ចម្លើយ :** $\rho = 3.33 kg/m^3$

6. នៅក្នុងបំពង់បិទជិតដែលមានមាឌ 20ml នៅសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយយ៉ាងទាបមានតំណក់នីត្រូសែនរាវមានម៉ាស 50mg ។ គណនាសម្ពាធនីត្រូសែននៅក្នុងបំពង់នោះ កាលណាបំពង់នោះមានសីតុណ្ហភាព 300K ដោយសន្មតថានីត្រូសែននេះជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

   គេឱ្យ $R = 8.31 J/(mol \cdot K)$ ។ **ចម្លើយ :** $P = 2.20 atm$

7. ក. គណនាម៉ាសម៉ូលេគុលនៃអ៊ីដ្រូសែន ។ គេឱ្យម៉ាសម៉ូលគឺ $M = 2.016 \times 10^{-3} kg/mol$ ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ $N_A = 6.02 \times 10^{23} /mol$ ។

   ខ. គណនាតម្លៃឫសការេនៃមធ្យមល្បឿនការេរបស់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព 100°C ។

   គ. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននីមួយៗនៅសីតុណ្ហភាព 100°C ។ គេឱ្យ $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$

   ចម្លើយ : ក. $m = 3.35 \times 10^{-27} kg$ ខ. $v_{rms} = 2.15 km/s$ គ. $K_{av} = 7.72 \times 10^{-21} J$

មេរៀនទី២ លក្ខណៈកម្តៅនៃរូបធាតុ

លំហាត់ពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

១.ស្តង់ដាសីតុណ្ហភាព និង សំពាធ (STP) គឺ $T = 0℃ = 273.15\ \mathrm{K}$ និង សំពាធ $p = 1\ \mathrm{atm} = 1.013 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$។ ចូរគណនាមាឌនៃធុងដែលផ្ទុកឧស្ម័ននេះ ១ម៉ូល។ បើវាមានរាងជាគូប ចូរគណនាប្រវែងជ្រុងធុងនេះ។

ចម្លើយ៖

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

២.ម៉ាស៊ីនរថយន្តមួយមានផ្ទុកនូវល្បាយនៃខ្យល់និងចំហាយសាំងដែលត្រូវបានបណ្ណែនក្នុងស៊ីឡាំងមុនពេលបញ្ឆេះ។ ម៉ាស៊ីនទូទៅគឺមានការបណ្ណែនឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំងទៅ $\frac{1}{9.00}$ នៃមាឌដើមរបស់វា។ វ៉ាល់ខ្យល់ចូលនិងចេញគឺត្រូវបានបិទក្នុងពេលបណ្ណែន ដូចនេះមិនមានឧស្ម័នលេចចេញទេ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ន ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពដើមគឺ 27.0 °C ហើយសំពាធមុននិងក្រោយគឺ 1.00 atm និង 21.7 atm រៀងគ្នា។

ចម្លើយ៖

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

៣.ចូររៀបតាមលំដាប់លំដោយពីធំទៅតូចនៃចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័នខាងក្រោម។

(i) $p = 1$ atm, $V = 1$ L, $T = 300$ K។

(ii) $p = 2$ atm, $V = 1$ L, $T = 300$ K។

(iii) $p = 1$ atm, $V = 2$ L, $T = 300$ K។

(iv) $p = 1$ atm, $V = 1$ L, $T = 600$ K។

(v) $p = 2$ atm, $V = 1$ L, $T = 600$ K។

ចម្លើយ៖

២.១ សមីការភាពនៃឧស្ម័ន (Equations of state)

៤.ចូរគណនាម៉ាសរបស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ និង ម៉ាសរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយ។ $M(\mathrm{H}) = 1.008\ \mathrm{g/mol}$ និង $M(\mathrm{O}) = 15.999\ \mathrm{g/mol}$។

ចម្លើយ៖

A. $m_{\mathrm{H}} = 1.647 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$ និង $m_{\mathrm{O_2}} = 51.3 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$។

B. $m_{\mathrm{H}} = 1.647 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$ និង $m_{\mathrm{O_2}} = 53.1 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$។

C. $m_{\mathrm{H}} = 1.674 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$ និង $m_{\mathrm{O_2}} = 51.3 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$។

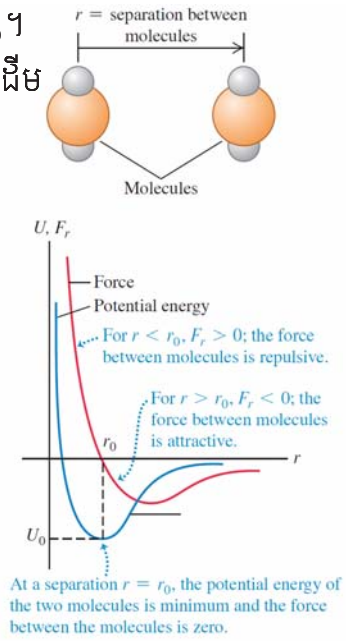
D. $m_{\mathrm{H}} = 1.674 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$ និង $m_{\mathrm{O_2}} = 53.1 \times 10^{-24}\ \mathrm{g}$។

E. ដោះស្រាយមិនចេញ។

២.២ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៥.ឧបមាថាអ្នកអាចកែប្រែចម្ងាយរវាងម៉ូលេគុល r_0។ តើម៉ាសមាឌវានឹងកើនដល់ប៉ុន្មានដងនៃម៉ាសមាឌដើម បើអ្នកធ្វើអោយ r_0 កើនដល់ 2 ដងនៃតម្លៃដើម?

ចម្លើយ៖



២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៦.

(a) ចូរគណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់មួយម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមានសីតុណ្ហភាព 27°C។

(b) ចូរគណនាតម្លៃសរុបនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមួយម៉ូល។

(c) កំណត់តម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាពខាងលើ។ $M(O) = 15.999$ g/mol។

ចម្លើយ៖

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៧.ម៉ូលេគុលឧស្ម័នចំនួនប្រាំមានល្បឿន 500, 600, 700, 800, និង 900 m/s ។ ចូរគណនាតម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធ និង តម្លៃមធ្យមនៃល្បឿន។

ចម្លើយ៖

២.៣ លក្ខណៈម៉ូលេគុលនៃរូបធាតុ (Molecular properties of matter)

៨.ចូររៀបតាមលំដាប់ពីធំទៅតូចនូវ (a) តម្លៃល្បឿនប្រសិទ្ធ (b) តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរំកិលរបស់មួយម៉ូលេគុល។
(i) ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន($M = 32.0$ g/mol) នៅ 300 K។ (ii) ឧស្ម័ននីត្រូសែន ($M = 28.0$ g/mol) នៅ 300 K។ (iii) ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននៅ 330 K។ (iv) ឧស្ម័ននីត្រូសែននៅ 330 K។

ចម្លើយ៖

២.៤ ចំណុះកម្ដៅ (Heat Capacities)

៩.ធុងស៊ីឡាំងមួយមានមាឌថេរ និង ផ្ទុកនូវឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន (H_2) នៅ 25 K។ អ្នកបានបញ្ជូនកម្ដៅទៅអោយធុងដោយអត្រាថេររហូតដល់វាមានសីតុណ្ហភាព 500 K ។ តើសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នកើនដោយអត្រាថេរ? ហេតុអ្វី? ប្រសិនបើអត់ទេ តើសីតុណ្ហភាពកើនលឿននៅម្តុំចំណុចដើមនៃដំណើរការ ឬ ម្តុំចំណុចបញ្ចប់នៃដំណើរការ?

ចម្លើយ៖

២.៦ ភាពនៃរូបធាតុ (Phases of matter)

១០.តម្លៃមធ្យមនៃសំពាធនៅភពអង្គារគឺ 6.0×10^2 Pa។ តើវាអាចមានវត្តមានស្រះទឹក(រាវ)នៅលើផ្ទៃនៃភពអង្គារសព្វថ្ងៃនេះដែរឬទេ? ចុះក្នុងអតីតកាល បើ*អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រជំនាញអំពីភព*បាន់ស្មានថាសំពាធមានតម្លៃធំជាងនេះគួរសមដែរ?

ចម្លើយ៖

មេរៀនទី

2 ច្បាប់ទី១នៃទែម៉ូឌីណាមិច

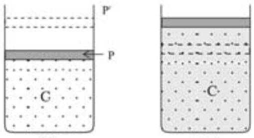
ចប់មេរៀននេះ សិស្សអាច

- ❑ បង្ហាញពីប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចបានច្បាស់លាស់
- ❑ ពោលច្បាប់ទី I ទែម៉ូឌីណាមិចបានត្រឹមត្រូវ
- ❑ សរសេរទំនាក់ទំនងរវាងកម្មន្ត សម្ពាធនិងមាឌបានត្រឹមត្រូវ
- ❑ សរសេរគោលការណ៍សមមូលបានច្បាស់លាស់
- ❑ មានបម្រុងប្រយ័ត្នក្នុងការប្រើប្រាស់កម្មន្ត កម្ដៅនិងថាមពលក្នុងជីវភាពរស់នៅ ។

1. ប្រព័ន្ធនៃទែម៉ូឌីណាមិច

1.1. ប្រព័ន្ធ

ឧបមាយើងសិក្សាឧស្ម័ន G ដែលបិតក្នុងស៊ីឡាំង C បិទដោយពីស្តុង P [រូបទី 2.1 (ក)] និងសិក្សាល្បាយទឹកកកនិងទឹកដែលដាក់ក្នុងស៊ីឡាំង C និងបិទដោយពីស្តុង P [រូបទី 2.1 (ខ)] ។



(ក) (ខ)
រូបទី 2.1 (ក) ឧស្ម័ន G (ខ) ល្បាយទឹកកកទឹក

- ប្រព័ន្ធមាន : ឧស្ម័ន G ល្បាយទឹកកក-ទឹក
- មជ្ឈដ្ឋានក្រៅមាន : ស៊ីឡាំង C ពីស្តុង P និងវត្ថុផ្សេងៗទៀត ។

ដូចនេះប្រព័ន្ធ គឺជាវត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលយើងលើកមកសិក្សា បើធៀបនិងវត្ថុដទៃ (មជ្ឈដ្ឋានក្រៅ) ។

1.2. ភាពនៃប្រព័ន្ធ

ភាពនៃប្រព័ន្ធនៅខណៈមួយជាសំណុំលេខ ដែលវាស់ទំហំរូបវិទ្យាទាំងឡាយសម្រាប់សម្គាល់ប្រព័ន្ធនៅខណៈនោះ ។

ឧទាហរណ៍ : តាមរូប 2.1 (ក) នៅខណៈដើម ឧស្ម័ន G មានម៉ាស m_1 មាឌ V_1 សម្ពាធ P_1 និងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត T_1 ។ នៅខណៈស្រេចឧស្ម័ននោះមានម៉ាស m_2 មាឌ V_2 សម្ពាធ P_2 និងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត T_2 ។ ដូចនេះទំហំ m_1 , V_1 , P_1 និង T_1 សម្គាល់ភាពឧស្ម័ននោះនៅខណៈដើមនិងចំនួន m_2 V_2 P_2 និង T_2 សម្គាល់ភាពឧស្ម័ននៅខណៈស្រេច ។ ចំពោះប្រព័ន្ធឧស្ម័ននោះ ម៉ាស m ជាទំហំថេរ ឯសម្ពាធ មាឌ និងសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួល ។ ដូចនេះមាឌ សម្ពាធនិងសីតុណ្ហភាពជា " **អថេរសម្គាល់ភាពរបស់ប្រព័ន្ធ** " ។

1.3. បំលែងទែម៉ូឌីណាមិច

ក. បំលែងទែម៉ូឌីណាមិច

ប្រព័ន្ធមួយទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច កាលណាវាផ្លាស់ប្តូរភាពដោយប្តូរតែកម្មន្តនិងកម្ដៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅតែប៉ុណ្ណោះ ។

ប្រព័ន្ធចេញពីភាពដើមទៅភាពស្រេច ដោយឆ្លងកាត់ភាពបន្តបន្ទាប់ជាច្រើន ។ ភាពបន្តបន្ទាប់ទាំងនោះហៅថា **ភាពកណ្តាល** ។ បន្សំភាពបន្តបន្ទាប់ដែលភ្ជាប់ភាពដើមទៅភាពស្រេចបានជា "**ដំណើរប្រព្រឹត្តទៅ** " នៃប្រព័ន្ធ ។

ខ. បំលែងចំហ-បំលែងបិទ

ប្រព័ន្ធមួយទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចៈ

- បើភាពដើមនិងភាពស្រេចខុសគ្នា ប្រព័ន្ធទទួលបំលែងចំហ ។
- បើភាពដើមនិងភាពស្រេចដូចគ្នា ប្រព័ន្ធទទួលបំលែងបិទ ។

1.4. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច

ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយ គឺជាប្រព័ន្ធដែលទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច អាចចេញពីភាពដើមមួយទៅភាពស្រេចមួយ តាមដំណើរប្រព្រឹត្តខុសៗគ្នាបាន ។

តាមរូប 2.1 (ក) បើគេផ្តល់កម្ដៅឱ្យប្រព័ន្ធឧស្ម័ន G ប្រព័ន្ធនោះស្រូបកម្ដៅ Q ។ សីតុណ្ហភាព សម្ពាធនិងមាឌឧស្ម័នកើនឡើងធ្វើឱ្យវាច្រានពីស្តុងពី P ទៅ P' ។ ប្រព័ន្ធឧស្ម័នទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចបានស្រូបកម្ដៅ Q ពីមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ហើយបានផ្តល់កម្មន្ត W ទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅវិញ (កម្មន្តនៃកម្លាំងរុញច្រានពីស្តុងឡើងលើ) ។ គេនឹងថាកម្មន្តនេះស្មើនឹងតម្លៃដាច់ខាតនៃកម្មន្តទប់របស់ខ្យល់ទៅលើពីស្តុង ។

ឧទាហរណ៍ : ឧបមានៅក្នុងស៊ីឡាំង C នៃរូប 2.1 (ក) មានប្រព័ន្ធឧស្ម័នដែលគេសន្មតជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ 100cm^3 សម្ពាធ $2.00\times10^5\text{Pa}$ និងសីតុណ្ហភាព 300K ។ គេផ្តល់កម្តៅឱ្យប្រព័ន្ធឧស្ម័នឧស្ម័ននោះទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច មានមាឌ V_2 សម្ពាធ $2.10\times10^5\text{Pa}$ និងសីតុណ្ហភាព 333K ។ គណនាមាឌ V_2 នោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

មាឌ V_2 នៃឧស្ម័ន

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

ភាពដើម $P_1V_1 = nRT_1$

ភាពស្រេច $P_2V_2 = nRT_2$

ធ្វើផលធៀប $\dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$ ឬ $\dfrac{P_1V_1}{T_1} = \dfrac{P_2V_2}{T_2}$

យើងទាញបាន $V_2 = \dfrac{P_1V_1}{P_2T_1}\times T_2$

ដោយ $P_1 = 2.00\times10^5\text{Pa}$, $V_1 = 100\text{cm}^3$, $T_1 = 300\text{K}$

$P_2 = 2.10\times10^5\text{Pa}$, $T_2 = 333\text{K}$

យើងបាន $V_2 = \dfrac{(2.00\times10^5\text{P}_a)(100\text{cm}^3)(333\text{K})}{(2.10\times10^5\text{P}_a)(300\text{K})}$

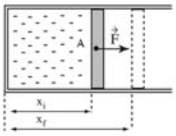
ដូចនេះ $V_2 = 106\text{cm}^3$ ។

2. កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាឌ

2.1. ករណីសម្ពាធថេរ-លំនាំអ៊ីសូបា

គេសន្មតមានឧស្ម័នមួយបិតក្នុងស៊ីឡាំងបិទដោយពីស្តុង ។ កកិតរវាងពីស្តុងនិងស៊ីឡាំងតូចអាចចោលបាន ។

នៅភាពដើមឧស្ម័នមានមាឌ V_1 សម្ពាធ P និងពីស្តុងបិតត្រង់ទីតាំង x_i ។



រូបទី 2.2 កម្មន្តក្នុងបម្លាស់ទីពីស្តុង

ឧស្ម័នរុញច្រានពីស្តុងដោយកម្លាំង $F = PA$ ដែលជាកម្លាំងធ្វើឱ្យពីស្តុងផ្លាស់ទីពីទីតាំង x_i ទៅទីតាំង x_f ។

ដូចនេះកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នគឺ : $W = F\Delta x$, $\Delta x = x_f - x_i$

យើងបាន $W = F(x_f - x_i)$

ឬ $W = PA(x_f - x_i) = P(Ax_f - Ax_i)$

តែ $A\times x_f = V_2$ និង $Ax_i = V_1$

យើងបាន $W = P(V_2 - V_1)$ (1.23)

ឬ $\boxed{W = P\Delta V}$ (1.24)

ដែល P គិតជា Pa ΔV គិតជា m^3 W គិតជា J

ឧទាហរណ៍ : នៅសម្ពាធថេរ $150\times10^3\text{Pa}$ ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី $75\times10^4\text{cm}^3$ ទៅ $90\times10^4\text{cm}^3$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.23) យើងបាន

$W = P(V_2 - V_1)$ តែ $V_1 = 75\times10^4\text{cm}^3 = 0.75\text{m}^3$

$V_2 = 90\times10^4\text{cm}^3 = 0.90\text{m}^3$

$P = 150\times10^3\text{Pa}$

យើងបាន $W = (150\times10^3\text{Pa})(0.90\text{m}^3 - 0.75\text{m}^3)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 22.5\text{kJ}}$

លំហាត់អនុវត្តន៍

ជាមួយនិងសម្ពាធថេរ 200kPa ឧស្ម័នមួយប្រែប្រួលមាឌពី 0.75m^3 ទៅ 1.9m^3 ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលរីកមាឌនេះ ។

2.2. ករណីសម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន = សម្ពាធនៅភាពដើម × បម្រែបម្រួលមាឌ + ពាក់កណ្តាលបម្រែបម្រួលសម្ពាធ × បម្រែបម្រួលមាឌ

យើងបាន $W = P_1(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$ (1.25)

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី 0.40m^3 ទៅ 0.60m^3 និងសម្ពាធកើនស្មើពី $100\times10^3\text{Pa}$ ទៅ $220\times10^3\text{Pa}$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.25) យើងបាន

$W = P_1(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$

ដោយ $P_1 = 100 \times 10^3 \text{Pa}$ $\quad P_2 = 220 \times 10^3 \text{Pa}$

$V_1 = 0.40 \text{m}^3$ $\quad V_2 = 0.60 \text{m}^3$

យើងបាន :

$$W = (100 \times 10^3 \text{Pa})(0.60\text{m}^3 - 0.40\text{m}^3) + \frac{1}{2}(220 \times 10^3 \text{Pa} - 100 \times 10^3 \text{Pa})(0.60\text{m}^3 - 0.40\text{m}^3)$$

ដូចនេះ : $\boxed{W = 3.20 \times 10^4 \text{J}}$ ។

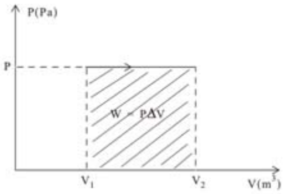
លំហាត់អនុវត្តន៍

កាលណាសម្ពាធកើនស្មើពី $1.00 \times 10^5 \text{Pa}$ ទៅ $2.50 \times 10^5 \text{Pa}$ ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី 0.50m^3 ទៅ 0.70m^3 ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។

3. ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីភាពនៃថែម៉ូឌីណាមិច

យើងអាចគណនាកម្មន្តបំពេញក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាឌតាមការគូសដ្យាក្រាម P – V

3.1. ករណីសម្ពាធថេរ



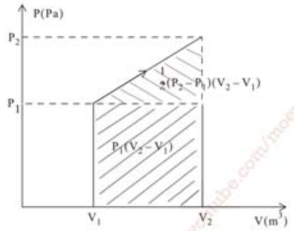
រូបទី 2.3 ដ្យាក្រាម P-V

តាមដ្យាក្រាម P – V (រូប 2.3) បង្ហាញពីក្រាភិចដែលតាងសម្ពាធជាអនុគមន៍នៃមាឌ ។ ដោយសម្ពាធថេរ ដូចនេះក្រាបជាបន្ទាត់ ។ ដូចនេះផ្ទៃក្រឡាខាងក្រោមនៃខ្សែកោងគឺ :

ផ្ទៃក្រឡា : $P(V_2 - V_1) = P\Delta V$

តែ $W = P\Delta V$ ។ ដូចនេះដើម្បីរកកម្មន្តដែលបំពេញក្នុងពេលម្រែបម្រួលមាឌនិងក្នុងករណីសម្ពាធថេរ គេគណនាផ្ទៃក្រឡាចតុកោណកែងមួយដែលមានជ្រុងមួយ P និងជ្រុងមួយទៀត $V_2 - V_1$ ។

3.2. ករណីសម្ពាធកើនស្មើ

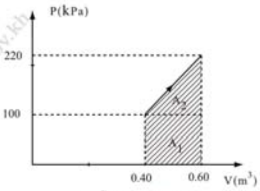


រូបទី 2.4 ដ្យាក្រាម P-V

ក្នុងករណីសម្ពាធកើនស្មើនិងមានប្រែប្រួល កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នស្មើនិងផ្ទៃក្រោមក្រាបដែលបានគូសឆ្នូតៗ ។ យើងអាចគណនាផ្ទៃនេះ គឺស្មើនិងផ្ទៃចតុកោណកែងដែលមានជ្រុង $(V_2 - V_1)$ និងជ្រុងមួយទៀត P_1 បូកនិងផ្ទៃត្រីកោណដែលមានបាត $(V_2 - V_1)$ និងកម្ពស់ $(P_2 - P_1)$ ។

ឧទាហរណ៍ : តាមដ្យាក្រាមខាងក្រោម ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នមួយ ។

✍ ដំណោះស្រាយ



រូបទី 2.5 ដ្យាក្រាម P-V

ផ្ទៃចតុកោណកែង

$A_1 = P_1(V_2 - V_1)$

$A_1 = (100 \times 10^3 \text{Pa})(0.60\text{m}^3 - 0.40\text{m}^3)$

$A_1 = 20 \times 10^3 \text{J}$

ផ្ទៃក្រឡាត្រីកោណ

$A_2 = \frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$

$A_2 = \frac{1}{2}(220 \times 10^3 \text{Pa} - 100 \times 10^3 \text{Pa})(0.60\text{m}^3 - 0.40\text{m}^3)$

$A_2 = 12 \times 10^3 \text{J}$

សរុបផ្ទៃក្រោមក្រាប ដើម្បីគណនាកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ននោះ

$\Delta W = (A_1 + A_2) \Rightarrow \Delta W = (20 \times 10^3 \text{J} + 12 \times 10^3 \text{J})$

ដូចនេះ $\boxed{W = 32 \times 10^3 \text{J}}$

★ **កំណត់សម្គាល់**

ក្នុងករណីសម្ពាធកើនស្មើ យើងអាចគណនាតម្លៃមធ្យមនៃសម្ពាធ $P_{av} = \frac{P_1 + P_2}{2}$ ។ បន្ទាប់មកយើងអាចគណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ននោះគឺ :

$$W = P_{av}\Delta V = \frac{100 \times 10^3 \text{Pa} + 220 \times 10^3 \text{Pa}}{2}(0.60\text{m}^3 - 0.40\text{m}^3) = 32 \times 10^3 \text{J}$$

3.3. ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ-លំនាំអ៊ីសូទែម

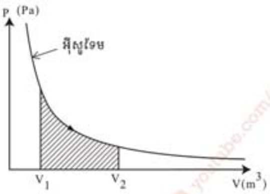
ដូចខាងលើដែរ កាលណាសីតុណ្ហភាពថេរមានប្រែប្រួលពី V_1 ទៅ V_2 កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នស្មើនឹងផ្ទៃក្រោមក្រាប(ផ្ទៃដែលគូសឆ្នូតៗ) ។

តាមសមីការ (1.6) នៃមេរៀនមុនយើងមាន :

$PV = kNT$ ដោយ T ជាចំនួនថេរ

យើងបាន $PV = kNT = \text{ថេរ}$

ឬ $P = \frac{kNT}{V} = \frac{\text{ថេរ}}{V}$



រូបទី 2.6 ដ្យាក្រាម P-V ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ

តាមដ្យាក្រាម P – V រូប (2.6) បង្ហាញឱ្យឃើញថាកម្មន្តបំពេញក្នុងបម្រែបម្រួលមានឧស្ម័នស្មើនិងផ្ទៃក្រោមខ្សែកោង ។

ជាពិសេសកម្មន្តដែលធ្វើក្នុងបម្រែបម្រួលមានពី V_1 ទៅ V_2 គឺស្មើនិងផ្ទៃដែលគូសឆ្នូតៗ (រូប 2.6) ។ យើងរកផ្ទៃនេះដោយទាញយកពីវិធីគណនា ។ លទ្ធផលដែលបានរកឃើញ :

$$W = NkT\ \ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nRT\ \ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \quad (1.26)$$

N ចំនួនម៉ូលេគុល $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ T គិតជា K

n ចំនួនម៉ូល គិតជា mol $R = 8.31 J/(molK)$ V_1 និង V_2 គិតជា m^3

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 1.0mol មានសីតុណ្ហភាពថេរ 0.0°C ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាន 3.0ℓ ទៅ 10.0ℓ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាន

តាមសមីការ (1.26)

យើងបាន $W = nRT\ \ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$n = 1.0mol$ $R = 8.31J/(molK)$ $T = 273K$ $V_1 = 3.0\ell$ $V_2 = 10.0\ell$

$W = (1.0mol) \times (8.31 \times J/molK) \times (273K)\ell n\left(\frac{10.0\ell}{3.0\ell}\right)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 27.2 \times 10^2 J}$ ។

លំហាត់អនុវត្តន៍

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសីតុណ្ហភាពថេរ $T = 300K$ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមានពី $V_1 = 0.31m^3$ ទៅ $V_2 = 0.45m^3$ ។ គេដឹងថាឧស្ម័នមាន $n = 0.50mol$ ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាននោះ ។

4. ថាមពលក្នុងនៃច្បាប់ទី១ នៃទែម៉ូឌីណាមិច

4.1. កម្ដៅនិងកម្មន្ត

យើងពិនិត្យទំហំកម្ដៅនិងកម្មន្តក្នុងឧទាហរណ៍ខាងក្រោម

- មនុស្សម្នាក់ជិះកង់ចុះចំណោតនៃឫងទេរមួយដោយគ្មានកកិត ។ គាត់មិនធាក់ឈ្នាន់ទេ គាត់ចាប់ប្រាំងទប់ដើម្បីឱ្យចលនារបស់គាត់មានល្បឿនថេរ ។ ក្នុងដំណើរចុះចំណោត ទម្ងន់របស់ប្រព័ន្ធ " **មនុស្ស-កង់** " បង្កើតកម្មន្តចលករ ។ កម្មន្តនេះបានក្លាយជាកម្ដៅ ព្រោះប្រាំងនិងខ្នងកង់ឡើងក្ដៅជាងមុន ។
- ក្នុងម៉ាស៊ីនរថយន្តមួយ ចំហេះល្បាយ " សាំង-ខ្យល់ " ក្នុងស៊ីឡាំងនាំឱ្យបានកម្ដៅ ។ កម្ដៅនេះបង្កើតសីតុណ្ហភាពនិងសម្ពាធល្បាយឧស្ម័ន ជាហេតុនាំឱ្យបង្កើតបានកម្មន្ត គឺធាក់ច្រានពីស្ដុងដើម្បីបង្វិលកង់រថយន្តឱ្យទៅមុខ ។

ដូចនេះកម្ដៅក៏ដូចកម្មន្តដែរជាទំហំដែលបំលែងជាថាមពលប៉ុន្តែគេអាចញែកទំហំទាំងពីរបាន ។ ក្នុងមេកានិចយើងកំណត់កម្មន្តជាទំហំស្កាលែ ដែលស្មើនិងផលគុណស្កាលែរវាងកម្លាំងនិងបម្លាស់ទី ។ សីតុណ្ហភាពមានទំនាក់ទំនងនឹងកម្ដៅ ម្យ៉ាងទៀតថាមពលអាចផ្ទេរពីអង្គធាតុមួយទៅអង្គធាតុមួយទៀតកាលណាអង្គធាតុទាំងពីរមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា ។

- សីតុណ្ហភាពខុសគ្នាជាលក្ខខណ្ឌចាំបាច់សម្រាប់ផ្ទេរកម្ដៅ ។
- បម្លាស់ទីជាលក្ខខណ្ឌចាំបាច់សម្រាប់បង្កើតកម្មន្ត ។

4.2. ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច

បញ្ញត្តិ " **ថាមពលក្នុងនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច** " អាចមានទស្សនៈផ្សេងៗគ្នា ជួនកាលងាយ ជួនកាលស្មុគ្រស្មាញ ។ យើងចាប់ផ្ដើមពីទស្សនៈងាយ : យើងដឹងថារូបធាតុផ្សំឡើងពីម៉ូលេគុល ឬអាតូម ហើយអាតូម ឬម៉ូលេគុលផ្សំឡើងពីផង់ដែលមានថាមពលស៊ីនេទិច និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែល ។

យើងកំណត់និយមន័យថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ គឺថាមពលសរុបនៃថាមពលស៊ីនេទិចនិងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលរបស់ផង់ទាំងអស់ដែលបង្កើតបានជាប្រព័ន្ធ ។

យើងតាងថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធដោយ U ។ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលភាពនៃប្រព័ន្ធថាមពលក្នុងប្រែប្រួលពីភាពដើម U_1 ទៅភាពស្រេច U_2 ។ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ

$\Delta U = U_2 - U_1$ ។

យើងបានដឹងរួចមកហើយកម្ដៅ គឺជាថាមពល ។ កាលណាគេបន្ថែមបរិមាណកម្ដៅ Q ទៅឱ្យប្រព័ន្ធ នោះថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធប្រែប្រួល ΔU ។

ដូចនេះ $\Delta U = Q$

កាលណាប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្តក្នុងការពង្រីកមាឌប្រឆាំងនឹងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធថយ ។បើ W វិជ្ជមាន យើងបាន ΔU អវិជ្ជមាន ។

ដូចនេះ $\Delta U = -W$

កាលណាមានករណីទាំងពីរកើតឡើងព្រមគ្នា : កម្ដៅបានផ្ទេរនិងកម្មន្តកើតឡើង នោះបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបគឺ :

$$\Delta U = Q - W \qquad (1.27)$$

ឬ $$Q = \Delta U + W \qquad (1.28)$$

សមីការ (1.27) និង (1.28) ជាច្បាប់ទី I ទែម៉ូឌីណាមិច ។

ច្បាប់ទី I ទែម៉ូឌីណាមិច ជាអំណះអំណាងរបស់ច្បាប់រក្សាថាមពល ។

ថាមពលមិនមែនកើតឡើងដោយឯកឯង ហើយក៏មិនបាត់ទៅវិញសូន្យនោះទេ គឺវាប្លែងពីថាមពលមួយទៅថាមពលមួយបែបទៀត ។

ច្បាប់ទី១ ទែម៉ូឌីណាមិច : ក្នុងលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច កម្ដៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធស្មើនឹងផលបូកនៃកម្មន្តដែលបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធ និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

ដើម្បីអនុវត្តច្បាប់ទី១ ទែម៉ូឌីណាមិច យើងត្រូវដឹងពីសញ្ញារបស់ទំហំទាំងបីខាងលើ ។

- បើកម្ដៅផ្ដល់ឱ្យប្រព័ន្ធ ⇒ Q វិជ្ជមាន តែបើកម្ដៅបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធ ⇒ Q អវិជ្ជមាន
- បើកម្មន្តបំពេញដោយប្រព័ន្ធ ⇒ W វិជ្ជមាន បើកម្មន្តបំពេញទៅលើប្រព័ន្ធ ⇒ W អវិជ្ជមាន
- បើថាមពលក្នុងកើន ⇒ ΔU វិជ្ជមាន បើថាមពលក្នុងថយ ⇒ ΔU អវិជ្ជមាន

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នមួយស្រូបកម្ដៅ 800J និងបំពេញកម្មន្ត 200J ក្នុងពេលលំនាំនេះវាបានបញ្ចេញកម្ដៅទៅវិញ 300J ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = Q - W$

តែ $Q = 800J - 300J = 500J$

ហើយ $W = 200J$

យើងបាន $\Delta U = 500J - 200J$

ដូចនេះ $\Delta U = 300J$

តាមចម្លើយនេះបង្ហាញឱ្យឃើញថា ថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នកើន ។

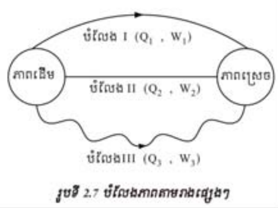
លំហាត់អនុវត្តន៍

ម៉ាស៊ីនកម្ដៅមួយបានបំពេញកម្មន្ត 250J ក្នុងរយៈពេលដែលថាមពលក្នុងរបស់ម៉ាស៊ីនថយចុះ 500J ។ ក្នុងលំនាំនេះ កម្ដៅរបស់ម៉ាស៊ីនមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

យើងកំណត់ន័យនៃបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមសមីការ (1.26) ឬ (1.27) ។ យើងមិនអាចវាស់ ΔU ដោយផ្ទាល់បានទេ តែគេអាចកំណត់តម្លៃ ΔU តាមការវាស់កម្មន្ត W និងបរិមាណកម្ដៅ Q ។

ឧបមាប្រព័ន្ធមួយចេញពីភាពដើមទៅភាពស្រេចតាមបំលែងពីរផ្សេងគ្នា តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធអាស្រ័យនឹងរាងនៃបំលែងដែរឬទេ ?

ក្នុងពិសោធន៍គេវាស់ Q_1 និង W_1 កាលណាប្រព័ន្ធប្ដូរភាពពីភាពដើមទៅភាពស្រេច តាមបំលែងផ្សេងៗ បន្ទាប់មកគេសិក្សាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមបំលែងនីមួយៗនោះ ។



រូបទី 2.7 បំលែងភាពតាមរាងផ្សេងៗ

តាមលទ្ធផលពិសោធន៍បង្ហាញឱ្យឃើញថា បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមបំលែង I បំលែង II និងបំលែង III មានតម្លៃស្មើគ្នា ។ ហេតុនេះគេទាញបានគោលការណ៍មួយហៅថា **គោលការណ៍ភាពដើម និងភាពស្រេច** ។

គោលការណ៍ភាពដើមនិងភាពស្រេចបានថែងដូចតទៅ :

កាលណាប្រព័ន្ធមួយចេញពីភាពដើមទៅភាពស្រេច ដោយប្តូរតែកម្មន្ត W និងកម្តៅ Q ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ផលបូកពីជគណិត $Q-W$ អាស្រ័យតែនឹងភាពដើមនិងភាពស្រេច វាមិនអាស្រ័យនឹងរាងនៃបំលែងទេ ។

យើងបាន $$\boxed{\Delta U = Q_1 - W_1 = Q_2 - W_2 = Q_3 - W_3} \quad (1.29)$$

សម្គាល់

ជាទូទៅ ថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធឱ្យដោយរូបមន្ត $U = \frac{3}{2}nRT$ ។

ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយ គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័ននោះទាំងអស់ ។ តាមសមីការ (1.21) ថាមពលក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមគឺ

$$\boxed{U = \frac{3}{2}RT} \quad (1.30)$$

កាលណាសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធកើន ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធក៏កើនដែរ

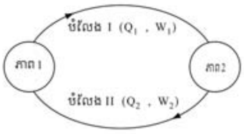
ដូចនេះបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមសរសេរ

$$\boxed{\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T} \quad (1.31)$$

5. ករណីបំលែងបិទ-គោលការណ៍សមមូល

ឧបមានៅភាព 1 ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ គឺ U_1 និងនៅភាព 2 ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ គឺ U_2 (គេមិនដឹងតម្លៃ U_1 និង U_2 ទេ)

ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយចេញពីភាព 1 ទៅភាព 2 តាមបំលែង I បន្ទាប់មកប្រព័ន្ធនេះចេញពីភាព 2 ទៅភាព 1 តាមបំលែង II ។



រូបទី 2.8 បំលែងបិទ

- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ក្នុងបំលែង I សរសេរ :
  $\Delta U_I = U_2 - U_1 = Q_1 - W_1$
- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ក្នុងបំលែង II សរសេរ :
  $\Delta U_{II} = U_1 - U_2 = Q_2 - W_2$
- សរុបបំលែង I + II
  យើងបាន $\Delta U_I + \Delta U_{II} = (U_2 - U_1) + (U_1 - U_2) = 0$

យើងបាន $(Q_1 - W_1) + (Q_2 - W_2) = 0$ ឬ $(Q_1 + Q_2) - (W_1 + W_2) = 0$

តាង $Q = Q_1 + Q_2$ និង $W = W_1 + W_2$

ដូចនេះ $$\boxed{\Delta U = Q - W = 0} \quad (1.32)$$

ពំនោលគោលការណ៍សមមូល កាលណាប្រព័ន្ធមួយទទួលបំលែងបិទ(ធ្វើស៊ិចមួយ) ដោយប្តូរតែកម្មន្តនិងកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ :

- បើវាធ្វើ (ឬបំពេញ) កម្មន្ត ($W > 0$) វាផ្តល់កម្តៅ $Q < 0$
- បើវាទទួលនូវកម្មន្ត ($W < 0$) វាស្រូបកម្តៅ $Q > 0$
- បរិមាណកម្តៅនិងកម្មន្តដែលប្រព័ន្ធបានប្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅមានតម្លៃដាច់ខាតស្មើគ្នា ។

6. លំនាំអ៊ីសូករ

លំនាំអ៊ីសូករ គឺជាលំនាំមួយដែលមាឌនៃប្រព័ន្ធក្នុងបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចមានតម្លៃថេរ ។

អនុវត្តច្បាប់ទី 1 នៃទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងលំនាំនេះយើងបាន : $\Delta W = 0$ ដូចនេះ $\Delta Q = \Delta U$

ឧទាហរណ៍ : ដ្យាក្រាម $P \cdot V$ តាងស៊ិចមួយនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល :

ក្នុងបំលែងពី $A \rightarrow B$ សម្ពាធថេរ

ក្នុងបំលែងពី $B \rightarrow C$ មាឌថេរ

ក្នុងបំលែងពី $C \rightarrow A$ សម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ

ចូរគណនា :

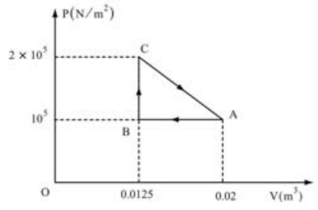
ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ក្នុងបំលែង $B \rightarrow C$

គ. កម្មន្ត W_{CA} ក្នុងបំលែង $C \rightarrow A$

ឃ. កម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ

ង. កម្តៅសរុបក្នុងបំលែងបិទ



រូបទី 2.9 បំលែងបិទ

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ដោយសម្ពាធថេរ $W_{AB} = P_A \Delta V$ យើងបាន $W_{AB} = 10^5 Pa(0.0125m^3 - 0.02m^3)$

ដូចនេះ $W_{AB} = -7.5 \times 10^2 J$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ដោយ $\Delta V = 0 \Rightarrow W_{BC} = 0$

គ. កម្មន្តធ្វើពី $C \rightarrow A$

$$W_{CA} = P_C(V_A - V_C) + \frac{1}{2}(P_A - P_C)(V_A - V_C) \text{ ឬ } W_{CA} = \left(\frac{P_A + P_C}{2}\right)(V_A - V_C)$$

$$W_{CA} = 10^5\text{Pa}(0.02\text{m}^3 - 0.0125\text{m}^3) + \frac{1}{2}(10^5\text{Pa} - 2 \times 10^5\text{Pa})(0.02\text{m}^3 - 0.0125\text{m}^3)$$

$$W_{CA} = -375\text{J}$$

ឃ. កម្មន្តសរុបធ្វើក្នុងបំលែងបិទ

$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$ នោះ $W = 750\text{J} + 0 + (+375\text{J})$ ដូចនេះ $\boxed{W = 1125\text{J}}$

ង. កម្តៅសរុបក្នុងបំលែងបិទនេះ

តាមគោលការណ៍សមមូល យើងបាន $Q - W = 0$ នោះ $Q = W = 1125\text{J}$

ដូចនេះ $\boxed{Q = 1125\text{J}}$

សម្គាល់ : តាមន័យទែម៉ូឌីណាមិចប្រព័ន្ធមួយជាប្រព័ន្ធត្រមោច កាលណាវាមិនអាចប្តូរកម្មន្តនិងកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ។ ហេតុនេះយើងបាន $W = Q = 0$

ដូចនេះ $\Delta U = 0$ យើងបាន $U_1 = U_2$ ដូច្នេះថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធត្រមោចមិនប្រែប្រួលទេ ។

មេរៀនសង្ខេប

- ប្រព័ន្ធគឺជាវត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលលើកយកមកសិក្សា បើធៀបនឹងវត្ថុដទៃ ។
- កាលណាប្រព័ន្ធមួយផ្លាស់ប្តូរភាពដោយប្តូរតែកម្មន្តនិងកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ គេថាប្រព័ន្ធនោះទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច ។
- ករណីសម្ពាធថេរ កម្មន្តដែលធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលមាឌឧស្ម័នមានរូបមន្ត $W = P\Delta V$ ។
- ករណីសម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ កម្មន្តដែលធ្វើឱ្យមានបម្រែបម្រួលមាឌឧស្ម័នមានរូបមន្ត : $W = P_1\Delta V + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)\Delta V$ ។
- កម្មន្តក្នុងករណីអ៊ីសូទែម : $W = nRT\ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$ ។
- ច្បាប់ទី 1 ទែម៉ូឌីណាមិច : ក្នុងបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធស្មើនឹងផលបូកកម្មន្តដែលបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធនិងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ $Q = \Delta U + W$
- ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននោះ ។
- ថាមពលក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម $U = \frac{3}{2}RT$
- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$ ។

? សំណួរនិងលំហាត់

1. ដូចម្តេចដែលហៅថាប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច ?
2. ដូចម្តេចដែលហៅថាបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច ?
3. ចូរពោលគោលការណ៍ភាពដើម និងភាពស្រេច ។
4. ចូរពោលគោលការណ៍សមមូល ។
5. គេសន្មតថា ឧស្ម័នមួយនៅក្នុងស៊ីឡាំងដែលបិទដោយពីស្តុងអាចរីកមាឌក្រោមសម្ពាធថេរ 200kPa ពី 2dm^3 ទៅ 5dm^3 ។ តើកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ននោះមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

   ចម្លើយ : $W = 600\text{J}$
6. ក្នុងលំនាំនៃឧស្សាហកម្មគីមីមួយ បានផ្តល់កម្តៅ 600J ទៅឱ្យប្រព័ន្ធ និងប្រព័ន្ធបានបំពេញកម្មន្ត 200J ។ តើថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើនបានប៉ុន្មាន ? **ចម្លើយ** : $\Delta U = 400\text{J}$
7. ក. ពិសីរត់ត្រឹកៗតាមបណ្តោយឆ្នេរសមុទ្រ ។ ក្នុងមួយថ្ងៃនាងបានបំពេញកម្មន្ត $4.3 \times 10^5\text{J}$ និងបញ្ចេញកម្តៅបាន $3.8 \times 10^5\text{J}$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់នាង ។

   ខ. នាងបានប្តូរពីរត់មកដើរវិញនិងបានបញ្ចេញកម្តៅ $1.2 \times 10^5\text{J}$ និងថាមពលក្នុងរបស់នាងថយចុះ $2.6 \times 10^5\text{J}$ ។ ក្នុងករណីនេះ តើនាងធ្វើកម្មន្តបានប៉ុន្មានស៊ូល ?

   ចម្លើយ : ក. $\Delta U = -8.1 \times 10^5\text{J}$ ខ. $W = 1.4 \times 10^5\text{J}$
8. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម 0.5mol នៅសីតុណ្ហភាព 310K ។ ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពឱ្យនៅដដែល ឧស្ម័ននេះបានរីកមាឌពី 310dm^3 ទៅ 450dm^3 ។

   គេឱ្យ $R = 8.31\text{J/molK}$

   ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌនេះ ។

   ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន ។

   គ. គណនាកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធក្នុងរយៈពេលនៃបម្រែបម្រួលមាឌនេះ ។

   ចម្លើយ : ក. $W = 480\text{J}$ ខ. $\Delta U = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = 0$ គ. $Q = 480\text{J}$

មេរៀនទី៣ ច្បាប់ទី១នៃម៉ូឌីណាមិច

គ្រុម សុណា 2024

សេចក្តីផ្តើម ៖ រថភ្លើងដើរដោយចំហាយទឹក

រថភ្លើងដើរដោយចំហាយទឹក គឺប្រើប្រាស់ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច៖ គេដុតកម្តៅទឹករហូតដល់វាពុះក្លាយជាចំហាយទឹក។ ចំហាយទឹកដែលរីកមាឌនេះធ្វើកម្មន្តដើម្បីរុញច្រានរថភ្លើងនេះ។ តើវាអាចទៅរួចដែរឬទេដែលចំហាយទឹកអាចរុញច្រានរថភ្លើងដោយធ្វើកម្មន្តនៅពេលវាបណ្តែន?

ក. អាច

ខ. មិនអាច

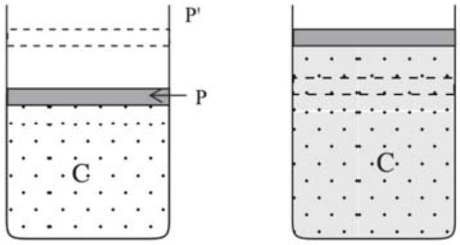
គ. ចម្លើយអាស្រ័យទៅលើភាពលម្អិតនៃការបណ្តែនចំហាយទឹក។

១. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច

ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច ជាវត្ថុ ឬ សំណុំនៃវត្ថុណាមួយដែលគេងាយសន្មត់ថាជាឯកតា(វត្ថុមួយ)ដែលមានទំនោរផ្លាស់ប្តូរថាមពលជាមួយមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញវា។

ភាពនៃប្រព័ន្ធ នៅខណៈមួយជាសំណុំលេខដែលវាស់ទំហំរូបវិទ្យាទាំងឡាយសម្រាប់សម្គាល់ប្រព័ន្ធនៅខណៈនោះ។

លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច ជាលំនាំដែលមានបម្លាស់ប្តូរភាពនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច។



(ក) (ខ)
រូបទី 2.1 (ក)ឧស្ម័នG (ខ)ល្បាយទឹកកកទឹក

ឧទាហរណ៍

ប្រព័ន្ធ៖ ឧស្ម័ន C។ ល្បាយទឹកកក-ទឹក។

ភាពនៃប្រព័ន្ធ៖ មាឌ សីតុណ្ហភាព និងសំពាធ (អថេរសម្គាល់ភាព)។

មាឌ សីតុណ្ហភាព និងសំពាធ ផ្លាស់ប្តូរ → លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច

១. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច

ឧទាហរណ៍៖ ពោតផ្ទុះ popcorn

ប្រព័ន្ធ៖ ពោត។ ទទួលកម្តៅតាមរយៈការចម្លងពីឆ្នាំង។ ធ្វើកម្មន្តលើគម្រប។

ភាពនៃប្រព័ន្ធ៖ មាឌ សីតុណ្ហភាព និងសំពាធ។

មាឌ សីតុណ្ហភាព និងសំពាធ ផ្លាស់ប្តូរ → លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច

១. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច

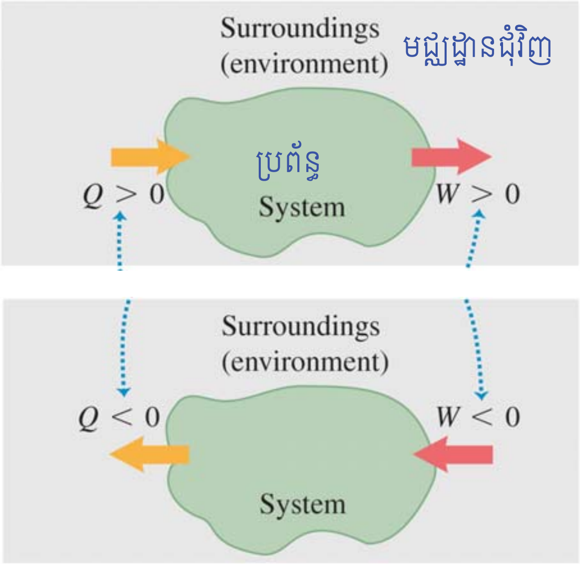
សញ្ញារបស់កម្តៅ និង កម្មន្តក្នុងទែម៉ូឌីណាមិច

ក្នុងមេកានិច៖ កម្មន្តបំពេញដោយកម្លាំង $\vec{F}$ ទៅលើវត្ថុណាមួយ

ក្នុងទែម៉ូឌីណាមិច៖

កម្មន្ត *ធ្វើដោយ* ប្រព័ន្ធ *ទៅលើ* មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ $W > 0$

កម្មន្ត *ទៅលើ* ប្រព័ន្ធ *ធ្វើដោយ* មជ្ឈដ្ឋានជុំវិញ $W < 0$

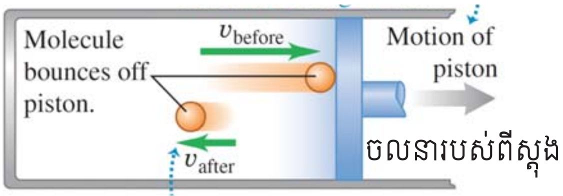


កម្តៅ៖

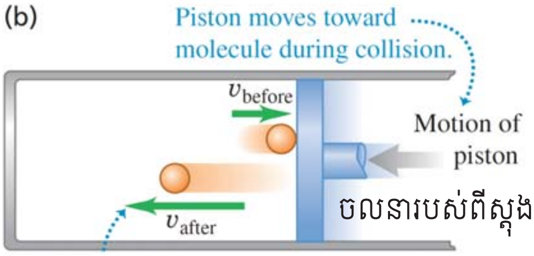
កម្តៅហូរ *ចូល* ប្រព័ន្ធ $Q > 0$

កម្តៅហូរ *ចេញពី* ប្រព័ន្ធ $Q < 0$

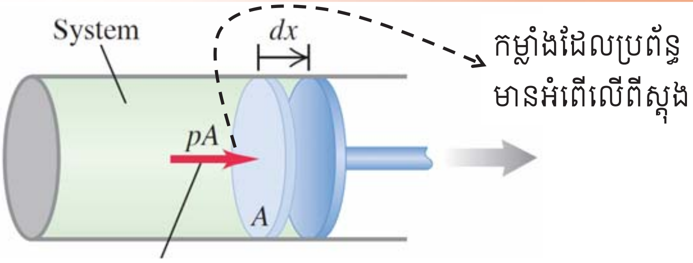
២. កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌ



ម៉ូលេគុលថយចុះថាមពលស៊ីនេទិច។
វាធ្វើកម្មន្តវិជ្ជមានលើពិស្តុង។



ម៉ូលេគុលកើនថាមពលស៊ីនេទិច។
វាធ្វើកម្មន្តអវិជ្ជមានលើពិស្តុង។



$$dW = F dx = pA\, dx = p\, dV$$

$$W = \int_{V_{\text{ដើម}}}^{V_{\text{ស្រេច}}} p\, dV$$

បើ V ថេរ (លំនាំអ៊ីសូករ) នោះ៖ $dV = 0 \rightarrow W = 0$ J។

បើ p ថេរ (លំនាំអ៊ីសូបារ) នោះ៖ $W = p\Delta V = p\left(V_{\text{ស្រេច}} - V_{\text{ដើម}}\right)$

២. កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌ

$$W = \int_{V_{\text{ដើម}}}^{V_{\text{ស្រេច}}} p\, dV$$

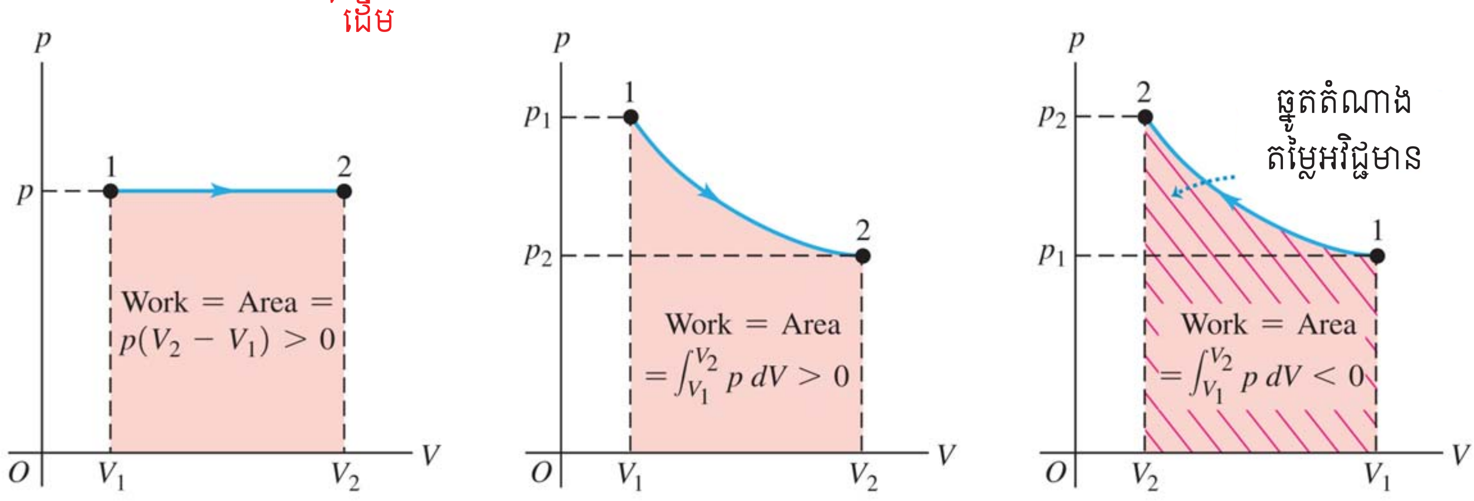
បើ T ថេរ(លំនាំអ៊ីសូទែម) នោះ $\quad pV = nRT$

$$W = \int_{V_{\text{ដើម}}}^{V_{\text{ស្រេច}}} \frac{nRT}{V}\, dV = \int_{V_{\text{ដើម}}}^{V_{\text{ស្រេច}}} nRT \frac{dV}{V} = nRT[\ln V]_{\text{ដើម}}^{\text{ស្រេច}} = nRT\left[\ln V_{\text{ស្រេច}} - \ln V_{\text{ដើម}}\right] = nRT\frac{\ln V_{\text{ស្រេច}}}{\ln V_{\text{ដើម}}}$$

សម្រាប់តែឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

២. កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌ

ស្វែងយល់អំពីកម្មន្ត($W = \int_{V_{\text{ដើម}}}^{V_{\text{ស្រេច}}} p\, dV$)តាមរយៈដ្យាក្រាម



p ថេរ(លំនាំអ៊ីសូបារ) រីកមាឌ

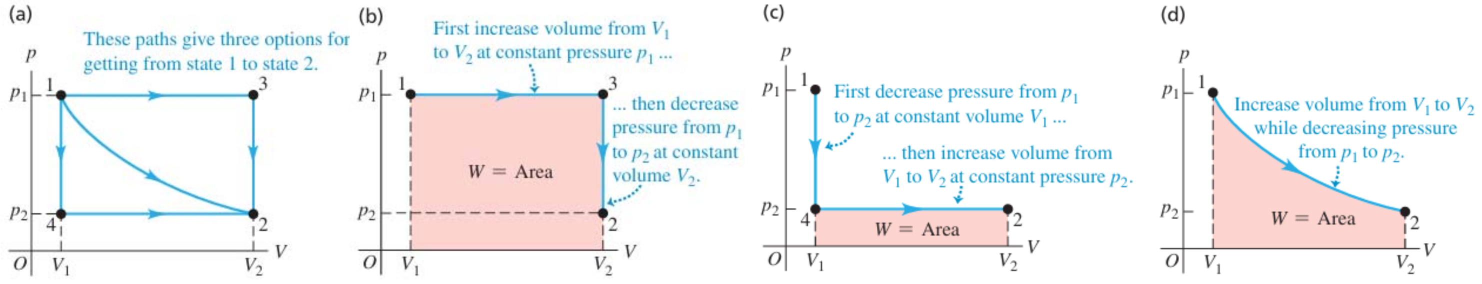
T ថេរ(លំនាំអ៊ីសូទែម) រីកមាឌ

T ថេរ(លំនាំអ៊ីសូទែម) រួមមាឌ

៣. គន្លងរវាងភាពទែម៉ូឌីណាមិច

កម្មន្តបំពេញក្នុងលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច

- គន្លង (path) គឺជាសំណុំនៃភាពទែម៉ូឌីណាមិច។
- កម្មន្តធ្វើឬបំពេញដោយប្រព័ន្ធមិនអាស្រ័យតែលើភាពដើម និងស្រេចទេ ប៉ុន្តែវាក៏អាស្រ័យនឹងភាពដែលនៅចន្លោះភាពដើម និងភាពស្រេចដែរ (គន្លង)។

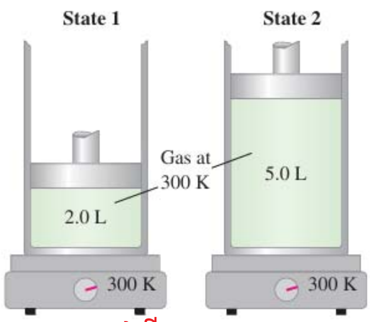


៣. គន្លងរវាងភាពទែម៉ូឌីណាមិច

កម្តៅផ្តល់អោយប្រព័ន្ធក្នុងលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច

កម្តៅ មិនអាស្រ័យតែនឹងភាពដើម និងភាពស្រេចនៃលំនាំទេ តែវាក៏អាស្រ័យនឹងគន្លងនៃលំនាំដែរ។

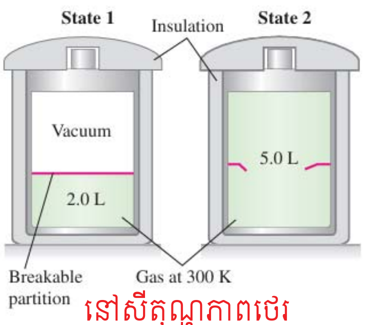
(a) System does work on piston; hot plate adds heat to system ($W > 0$ and $Q > 0$).



នៅសីតុណ្ហភាពថេរ

- ឧស្ម័នស្រូបកម្តៅពីបន្ទះកម្តៅ
- ឧស្ម័នធ្វើកម្មន្តលើពិស្តុង

(b) System does no work; no heat enters or leaves system ($W = 0$ and $Q = 0$).



នៅសីតុណ្ហភាពថេរ

- ឧស្ម័នមិនស្រូបកម្តៅពីមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ
- ឧស្ម័នមិនបានធ្វើកម្មន្ត

☞ គេមិនអាចនិយាយថា កម្មន្តនៅក្នុងអង្គធាតុមួយ ឬ កម្តៅក្នុងអង្គធាតុមួយ បានទេ។

៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

- កម្មន្ត និងកម្តៅនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច គឺអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃលំនាំ (មិនអាចកំណត់អោយដាក់លាក់)។
- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយ គឺអាស្រ័យតែនឹងភាពដើម និងស្រេច (មិនអាស្រ័យនឹងគន្លង)។
- ថាមពលក្នុង (Internal Energy) នៃប្រព័ន្ធមួយ គឺជាផលបូករវាងថាមពលស៊ីនេទិចនៃភាពល្អិតទាំងអស់ក្នុងប្រព័ន្ធ និងថាមពលប៉ូតង់ស្យែលនៃអន្តរកម្មរវាងភាគល្អិតទាំងនេះ។ $U = U(\text{ភាព})$
- ច្បាប់ទី១ ទែម៉ូឌីណាមិច " ក្នុងលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ស្មើនឹងផលបូកនៃកម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធ និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ" ។ (ថ្នាក់ទី១២)

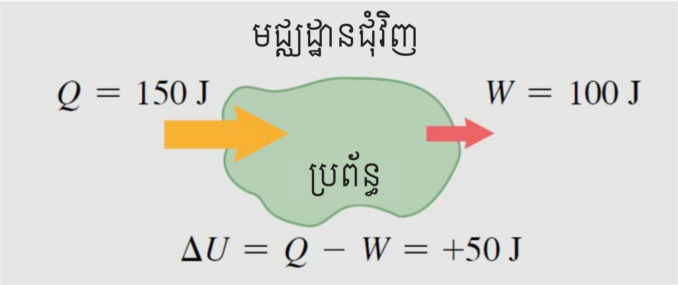
$$Q = W + \Delta U \rightarrow \Delta U = Q - W$$

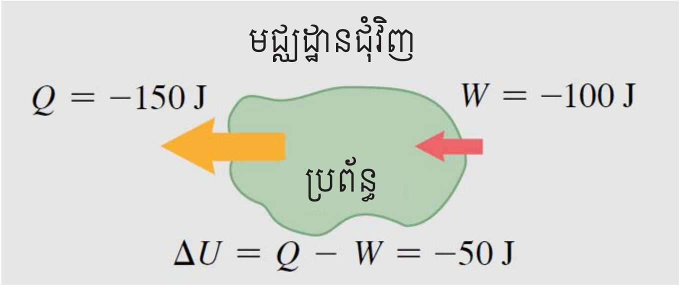
Q ជាកម្តៅ (J), W ជាកម្មន្ត (J) , ΔU ជាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង (J)

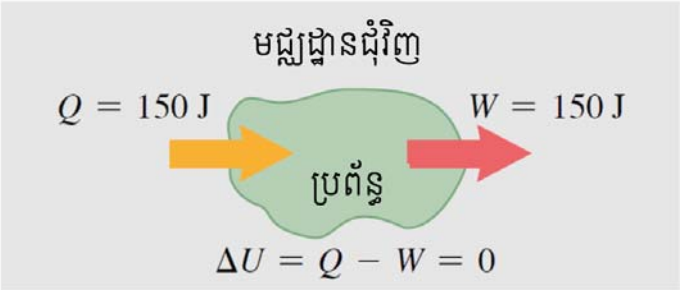
៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

ច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិច

$$\Delta U = Q - W$$







៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

ច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងលំហាត់ប្រាណ

រាងកាយរបស់យើងជាប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយ។

កម្មន្តៈ push-up, $W > 0$

កម្ដៅៈ រាងកាយមនុស្សក្ដៅ $Q < 0$

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងៈ $\Delta U = Q - W < 0$

លទ្ធផលៈ ស្រកគីឡូ(ថាមពលក្នុងត្រូវបានរក្សាក្នុងទម្រង់ជាខ្លាញ់)

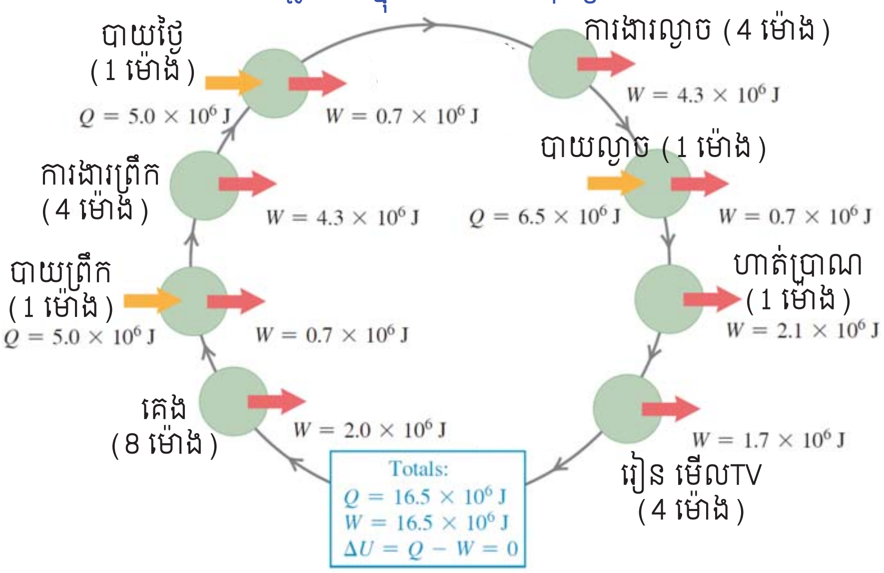
៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

បម្លែងបិទ និងប្រព័ន្ធត្រមោច

- **បម្លែងបិទ** គឺជាបម្លែងដែលភាពដើម និងភាពស្រេចរបស់ប្រព័ន្ធដូចគ្នា $U_1(p_1, V_1, T_1) = U_2(p_2, V_2, T_2) \to \Delta U = 0 \to Q = W$ ។
- **ប្រព័ន្ធត្រមោច** គឺជាប្រព័ន្ធដែលមិនធ្វើកម្មន្ត និងផ្ទេរកម្ដៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ $Q = W = 0 \to \Delta U = 0$ ។
- បម្លែងបិទ និងប្រព័ន្ធត្រមោចៈ $U_1 = U_2$ ថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធត្រូវបានរក្សា។

បើ $\Delta U = 0$ វាអាចជាបម្លែងបិទ ឬ ត្រមោច។

បម្លែងបិទក្នុងរាងកាយមនុស្ស



៥. ប្រភេទនៃលំនាំនែម៉ូឌីណាមិច

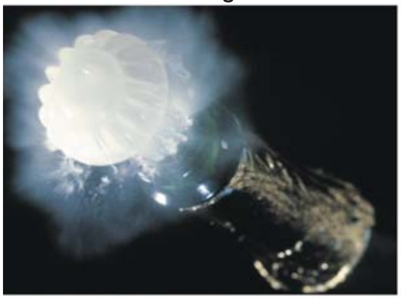
១. លំនាំអាដ្យាបាទិច៖ មិនមានកម្តៅផ្ទេរ។ $Q = 0,\ U_2 - U_1 = \Delta U = -W$

២. លំនាំអ៊ីសូករ៖ មាឌ $V =$ ថេរ ។ $W = 0,\ U_2 - U_1 = \Delta U = Q$

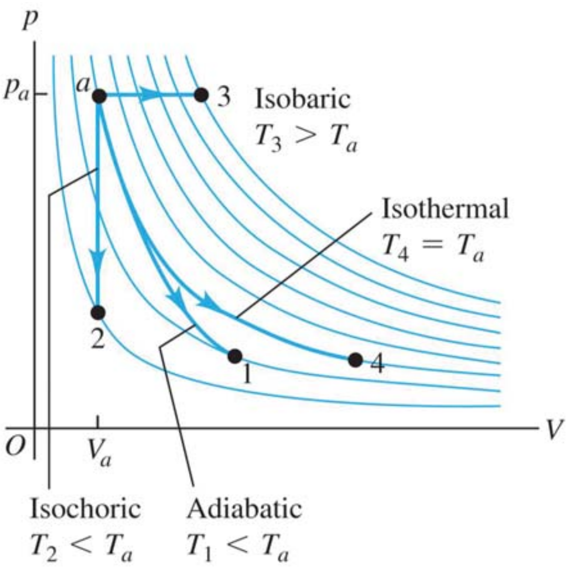
៣. លំនាំអ៊ីសូបារ៖ $Q \neq 0, \Delta U \neq 0, W = p(V_2 - V_1)$

៤. លំនាំអ៊ីសូទែម៖ $Q \neq 0, W \neq 0, \Delta U \neq 0$

លំនាំអាដ្យាបាទិច



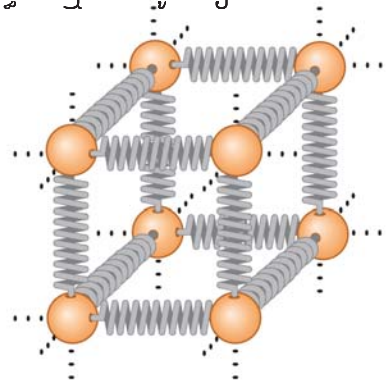
លំនាំអ៊ីសូបារ

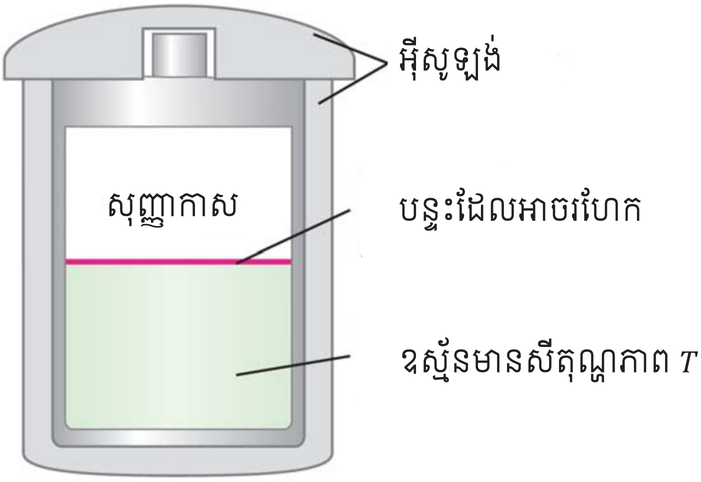


៦. ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

យោងតាមលទ្ធផលពិសោធន៍៖ ថាមពលក្នុង(U)នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ អាស្រ័យតែនឹងសីតុណ្ហភាព T។

តើថាមពលក្នុងនៃអង្គធាតុរឹងមិនអាស្រ័យនឹងមាឌរបស់វាដូចក្នុងករណីឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែរឬទេ? ចូរពន្យល់។





៧. ចំណុះកម្ដៅនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

ឧបមាថាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ n ម៉ូលកើនសីតុណ្ហភាព $T \rightarrow T + dT$ ពេលស្រូបកម្ដៅ Q [នៅមាឌថេរ $\rightarrow C_V$ ឬនៅសំពាធថេរ $\rightarrow C_p$]

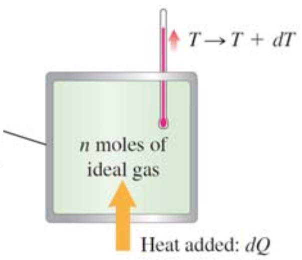
$$Q = \Delta U + W \ \rightarrow dQ = dU + dW$$

ករណីសំពាធថេរ $nC_p\,dT = dU + p\,dV = dU + nR\,dT$

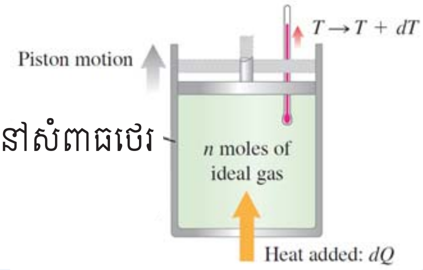
ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធអាស្រ័យតែសីតុណ្ហភាព dU(សំពាធថេរ) $= dU$(មាឌថេរ) $= dQ$(មាឌថេរ) $= nC_V\,dT \quad \rightarrow nC_p\,dT = nC_V\,dT + nR\,dT$

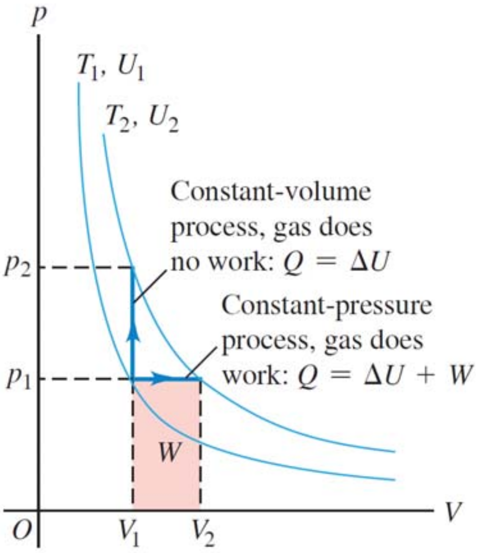
$$\boxed{C_p = C_V + R} \qquad \boxed{\gamma = \frac{C_p}{C_V}}$$

នៅមាឌថេរ



នៅសំពាធថេរ



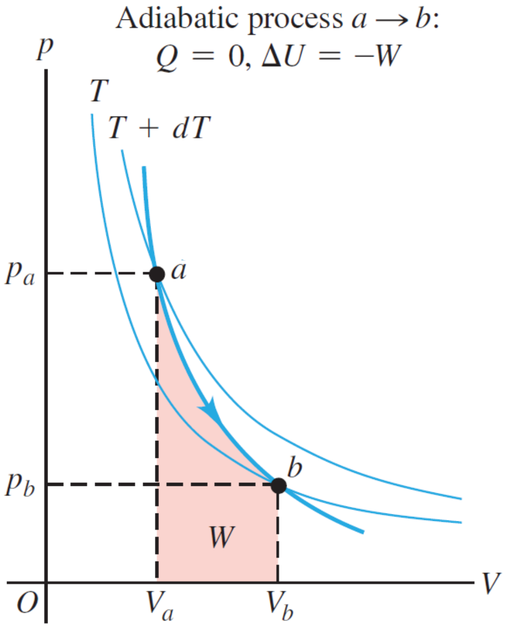


៧. ចំណុះកម្ដៅនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

TABLE 19.1 Molar Heat Capacities of Gases at Low Pressure

Type of Gas	Gas	C_V (J/mol · K)	C_p (J/mol · K)	$C_p - C_V$ (J/mol · K)	$\gamma = C_p/C_V$
ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម	He	12.47	20.78	8.31	1.67
	Ar	12.47	20.78	8.31	1.67
ឧស្ម័នឌីអាតូម	H_2	20.42	28.74	8.32	1.41
	N_2	20.76	29.07	8.31	1.40
	O_2	20.85	29.17	8.32	1.40
	CO	20.85	29.16	8.31	1.40
ឧស្ម័នប៉ូលីអាតូម	CO_2	28.46	36.94	8.48	1.30
	SO_2	31.39	40.37	8.98	1.29
	H_2S	25.95	34.60	8.65	1.33

៨. លំនាំអាដ្យាបាទិចសម្រាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ



$$dQ = 0 \rightarrow dU = -dW$$

$$nC_V dT = -p\, dV$$

$$W = -\Delta U = nC_V(T_1 - T_2)$$

$$nC_V dT = -\frac{nRT}{V}\, dV$$

$$\frac{dT}{T} + \frac{R}{C_V}\frac{dV}{V} = 0$$

$$\frac{dT}{T} + (\gamma - 1)\frac{dV}{V} = 0$$

$$\ln T + (\gamma - 1)\ln V = \text{ថេរ}$$

$$\ln(TV^{\gamma-1}) = \text{ថេរ}$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{ថេរ} \text{ ឬ } pV^{\gamma} = \text{ថេរ}$$

ការដកដង្ហើមអាដ្យាបាទិច

តើមួយណាត្រជាក់ជាង?

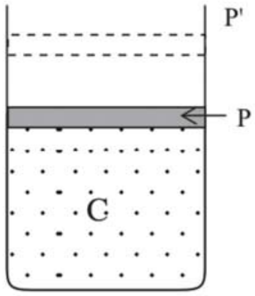
មេរៀនទី៣

លំហាត់ឧទាហរណ៍

(សៀវភៅក្រសួងអប់រំ)

ក្រុម សុណា 2024

ឧទាហរណ៍ : ឧបមានៅក្នុងស៊ីឡាំង C នៃរូប 2.1 (ក) មានប្រព័ន្ធឧស្ម័នដែលគេសន្មតជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $100cm^3$ សម្ពាធ 2.00×10^5Pa និងសីតុណ្ហភាព 300K ។ គេផ្តល់កម្តៅឱ្យប្រព័ន្ធឧស្ម័ន ឧស្ម័ននោះទទួលបំលែងទែម៉ូណាមិច មានមាឌ V_2 សម្ពាធ 2.10×10^5Pa និងសីតុណ្ហភាព 333K ។ គណនាមាឌ V_2 នោះ ។



(ក)

រូបទី 2.1 (ក)ឧស្ម័នG

✍ ដំណោះស្រាយ

មាឌ V_2 នៃឧស្ម័ន

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

ភាពដើម $P_1V_1 = nRT_1$

ភាពស្រេច $P_2V_2 = nRT_2$

ធ្វើផលធៀប $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

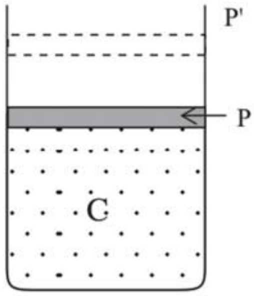
យើងទាញបាន $V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2T_1} \times T_2$

ដោយ $P_1 = 2.00 \times 10^5\text{Pa}$, $V_1 = 100\text{cm}^3$, $T_1 = 300\text{K}$

$P_2 = 2.10 \times 10^5\text{Pa}$, $T_2 = 333\text{K}$

យើងបាន $V_2 = \frac{(2.00 \times 10^5\text{P}_a)(100\text{cm}^3)(333\text{K})}{(2.10 \times 10^5\text{P}_a)(300\text{K})}$

ដូចនេះ $V_2 = 106\text{cm}^3$ ។



(ក)

រូបទី 2.1 (ក) ឧស្ម័ន G

ឧទាហរណ៍ : នៅសម្ពាធថេរ $150 \times 10^3\text{Pa}$ ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី $75 \times 10^4\text{cm}^3$ ទៅ $90 \times 10^4\text{cm}^3$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.23) យើងបាន

$W = P(V_2 - V_1)$ តែ $V_1 = 75 \times 10^4\text{cm}^3 = 0.75\text{m}^3$

$V_2 = 90 \times 10^4\text{cm}^3 = 0.90\text{m}^3$

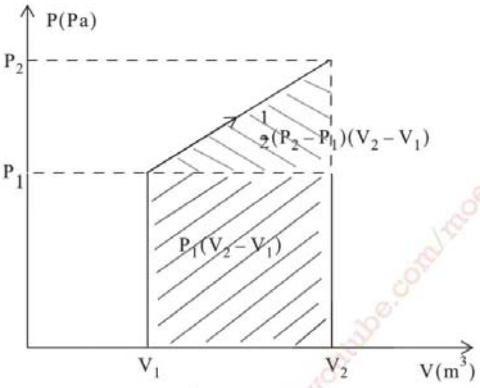
$P = 150 \times 10^3\text{Pa}$

យើងបាន $W = (150 \times 10^3\text{Pa})(0.90\text{m}^3 - 0.75\text{m}^3)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 22.5\text{kJ}}$

kou.moeys.gov.kh

ឧទាហរណ៍ **:** ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី $0.40m^3$ ទៅ $0.60m^3$ និងសម្ពាធកើនស្មើពី 100×10^3Pa ទៅ 220×10^3Pa ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។



រូបទី 2.4 ដ្យាក្រាម P-V

ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.25) យើងបាន

$$W = P_1(V_2-V_1) + \frac{1}{2}(P_2-P_1)(V_2-V_1)$$

ដោយ $P_1 = 100\times10^3Pa$ $P_2 = 220\times10^3Pa$

$V_1 = 0.40m^3$ $V_2 = 0.60m^3$

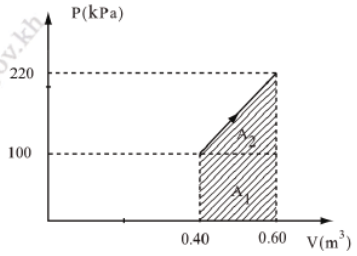
យើងបាន :

$$W = (100\times10^3Pa)(0.60m^3-0.40m^3)+\frac{1}{2}(220\times10^3Pa-100\times10^3Pa)(0.60m^3-0.40m^3)$$

ដូចនេះ : $\boxed{W = 3.20\times10^4J}$ ។

ឧទាហរណ៍ **:** តាមដ្យាក្រាមខាងក្រោម ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នមួយ ។

ដំណោះស្រាយ



រូបទី 2.5 ដ្យាក្រាម P-V

ផ្ទៃចតុកោណកែង

$A_1 = P_1(V_2-V_1)$

$A_1 = (100\times10^3Pa)(0.60m^3-0.40m^3)$

$A_1 = 20\times10^3J$

ផ្ទៃត្រីកោណ

$A_2 = \frac{1}{2}(P_2-P_1)(V_2-V_1)$

$A_2 = \frac{1}{2}(220\times10^3Pa-100\times10^3Pa)(0.60m^3-0.40m^3)$

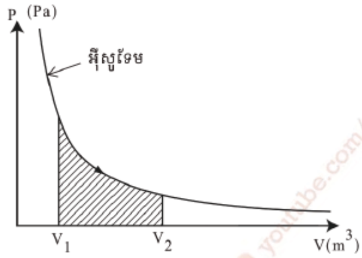
$A_2 = 12\times10^3J$

សរុបផ្ទៃក្រោមក្រាប ដើម្បីគណនាកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ននោះ

$\Delta W = (A_1+A_2)$ $\Rightarrow$ $\Delta W = (20\times10^3J+12\times10^3J)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 32\times10^3J}$

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 1.0mol មានសីតុណ្ហភាពថេរ 0.0°C ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ 3.0ℓ ទៅ 10.0ℓ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌនោះ ។



រូបទី2.6 ដ្យាក្រាម P-V ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ

តាមសមីការ (1.26)

យើងបាន $W = nRT\ \ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$n = 1.0mol \quad R = 8.31J/(molK) \quad T = 273K \quad V_1 = 3.0\ell \quad V_2 = 10.0\ell$

$$W = (1.0mol) \times (8.31 \times J/molK) \times (273K)\ell n\left(\frac{10.0\ell}{3.0\ell}\right)$$

ដូចនេះ $\boxed{W = 27.2 \times 10^2 J}$ ។

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នមួយស្រូបកម្ដៅ 800J និងបំពេញកម្មន្ត 200J ក្នុងពេលលំនាំនេះវាបានបញ្ចេញកម្ដៅទៅវិញ 300J ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = Q - W$

តែ $Q = 800J - 300J = 500J$

ហើយ $W = 200J$

យើងបាន $\Delta U = 500J - 200J$

ដូចនេះ $\Delta U = 300J$

តាមចម្លើយនេះបង្ហាញឱ្យឃើញថា ថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នកើន ។

ឧទាហរណ៍ : ដ្យាក្រាម $P \cdot V$ តាងស៊ិចមួយនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល :

ក្នុងបំលែងពី $A \rightarrow B$ សម្ពាធថេរ

ក្នុងបំលែងពី $B \rightarrow C$ មាឌថេរ

ក្នុងបំលែងពី $C \rightarrow A$ សម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ

ចូរគណនា :

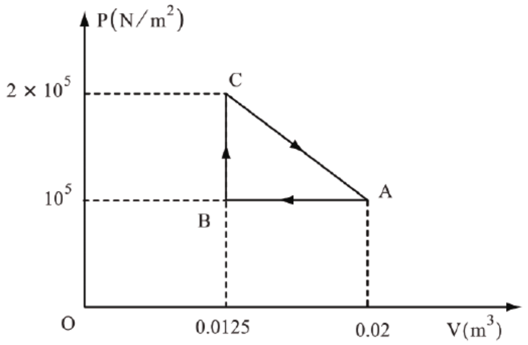
ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ក្នុងបំលែង $B \rightarrow C$

គ. កម្មន្ត W_{CA} ក្នុងបំលែង $C \rightarrow A$

ឃ. កម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ

ង. កម្ដៅសរុបក្នុងបំលែងបិទ



រូបទី 2.9 បំលែងបិទ

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ដោយសម្ពាធថេរ $W_{AB} = P_A \Delta V$ យើងបាន $W_{AB} = 10^5 Pa(0.0125m^3 - 0.02m^3)$

ដូចនេះ $W_{AB} = -7.5 \times 10^2 J$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ដោយ $\Delta V = 0 \Rightarrow W_{BC} = 0$

គ. កម្មន្តធ្វើពី $C \to A$

$$W_{CA} = P_C(V_A - V_C) + \frac{1}{2}(P_A - P_C)(V_A - V_C) \text{ ឬ } W_{CA} = \left(\frac{P_A + P_C}{2}\right)(V_A - V_C)$$

$$W_{CA} = 10^5 Pa(0.02m^3 - 0.0125m^3) + \frac{1}{2}(10^5 Pa - 2 \times 10^5 Pa)(0.02m^3 - 0.0125m^3)$$

$$W_{CA} = -375J$$

ឃ. កម្មន្តសរុបធ្វើក្នុងបំលែងបិទ

$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$ នោះ $W = 750J + 0 + (+375J)$ ដូចនេះ $\boxed{W = 1125J}$

ង. កម្តៅសរុបក្នុងបំលែងបិទនេះ

តាមគោលការណ៍សមមូល យើងបាន $Q - W = 0$ នោះ $Q = W = 1125J$

ដូចនេះ $\boxed{Q = 1125J}$

ឧទាហរណ៍ : កាលណាឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ណែនតាមបែបអាដ្យាបាទិច កម្មន្តបានធ្វើទៅលើឧស្ម័ននោះគឺ 640J ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត $W = -\Delta U$ នាំឱ្យ $\Delta U = -W$ តែ $W = -640J$

យើងបាន $\Delta U = -(-640J)$ ដូចនេះ $\Delta U = 640J$

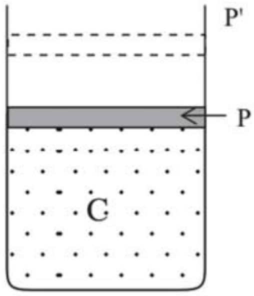
មេរៀនទី៣

លំហាត់ឧទាហរណ៍

(សៀវភៅក្រសួងអប់រំ)

ក្រុម សុណា 2024

ឧទាហរណ៍ : ឧបមានៅក្នុងស៊ីឡាំង C នៃរូប 2.1 (ក) មានប្រព័ន្ធឧស្ម័នដែលគេសន្មតជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $100cm^3$ សម្ពាធ $2.00 \times 10^5 Pa$ និងសីតុណ្ហភាព 300K ។ គេផ្តល់កម្តៅឱ្យប្រព័ន្ធឧស្ម័ន ឧស្ម័ននោះទទួលបំលែងទែម៉ូណាមិច មានមាឌ V_2 សម្ពាធ $2.10 \times 10^5 Pa$ និងសីតុណ្ហភាព 333K ។ គណនាមាឌ V_2 នោះ ។



(ក)

រូបទី 2.1 (ក) ឧស្ម័ន G

✍ ដំណោះស្រាយ

មាឌ V_2 នៃឧស្ម័ន

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

ភាពដើម $P_1V_1 = nRT_1$

ភាពស្រេច $P_2V_2 = nRT_2$

ធ្វើផលធៀប $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

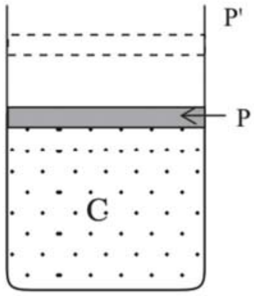
យើងទាញបាន $V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2T_1} \times T_2$

ដោយ $P_1 = 2.00 \times 10^5 Pa$, $V_1 = 100 cm^3$, $T_1 = 300K$

$P_2 = 2.10 \times 10^5 Pa$, $T_2 = 333K$

យើងបាន $V_2 = \frac{(2.00 \times 10^5 P_a)(100 cm^3)(333K)}{(2.10 \times 10^5 P_a)(300K)}$

ដូចនេះ $V_2 = 106 cm^3$ ។



(ក)
រូបទី 2.1 (ក)ឧស្ម័នG

ឧទាហរណ៍ : នៅសម្ពាធថេរ $150 \times 10^3 Pa$ ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី $75 \times 10^4 cm^3$ ទៅ $90 \times 10^4 cm^3$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.23) យើងបាន

$W = P(V_2 - V_1)$ តែ $V_1 = 75 \times 10^4 cm^3 = 0.75 m^3$

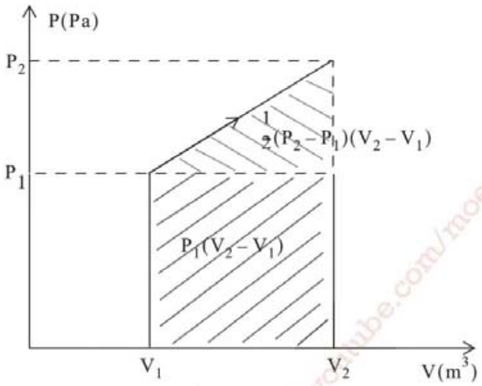
$V_2 = 90 \times 10^4 cm^3 = 0.90 m^3$

$P = 150 \times 10^3 Pa$

យើងបាន $W = (150 \times 10^3 Pa)(0.90 m^3 - 0.75 m^3)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 22.5 kJ}$

ឧទាហរណ៍ **:** ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី $0.40m^3$ ទៅ $0.60m^3$ និងសម្ពាធកើនស្មើពី 100×10^3Pa ទៅ 220×10^3Pa ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ។



រូបទី 2.4 ដ្យាក្រាម P-V

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមសមីការ (1.25) យើងបាន

$$W = P_1(V_2-V_1) + \frac{1}{2}(P_2-P_1)(V_2-V_1)$$

ដោយ $P_1 = 100 \times 10^3Pa$ $P_2 = 220 \times 10^3Pa$

$V_1 = 0.40m^3$ $V_2 = 0.60m^3$

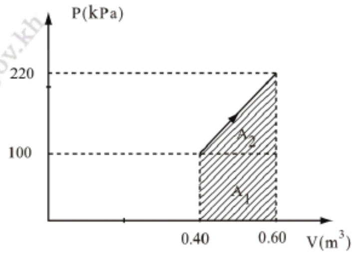
យើងបាន :

$$W = (100 \times 10^3Pa)(0.60m^3 - 0.40m^3) + \frac{1}{2}(220 \times 10^3Pa - 100 \times 10^3Pa)(0.60m^3 - 0.40m^3)$$

ដូចនេះ : $\boxed{W = 3.20 \times 10^4J}$ ។

ឧទាហរណ៍ **:** តាមដ្យាក្រាមខាងក្រោម ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នមួយ ។

✍ ដំណោះស្រាយ



រូបទី 2.5 ដ្យាក្រាម P-V

ផ្ទៃចតុកោណកែង

$A_1 = P_1(V_2-V_1)$

$A_1 = (100 \times 10^3Pa)(0.60m^3 - 0.40m^3)$

$A_1 = 20 \times 10^3J$

ផ្ទៃត្រីកោណ

$A_2 = \frac{1}{2}(P_2-P_1)(V_2-V_1)$

$A_2 = \frac{1}{2}(220 \times 10^3Pa - 100 \times 10^3Pa)(0.60m^3 - 0.40m^3)$

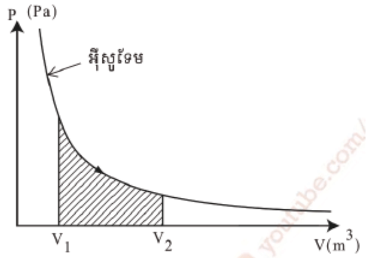
$A_2 = 12 \times 10^3J$

សរុបផ្ទៃក្រោមក្រាប ដើម្បីគណនាកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ននោះ

$\Delta W = (A_1 + A_2) \Rightarrow \Delta W = (20 \times 10^3J + 12 \times 10^3J)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 32 \times 10^3J}$

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 1.0mol មានសីតុណ្ហភាពថេរ 0.0°C ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ 3.0ℓ ទៅ 10.0ℓ ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌនោះ ។



រូបទី2.6 ដ្យាក្រាម P-V ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ

✍ ដំណោះស្រាយ

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ

តាមសមីការ (1.26)

យើងបាន $W = nRT\ \ell n\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

$n = 1.0mol \qquad R = 8.31J/(molK) \qquad T = 273K \qquad V_1 = 3.0\ell \qquad V_2 = 10.0\ell$

$W = (1.0mol) \times (8.31 \times J/molK) \times (273K)\ell n\left(\frac{10.0\ell}{3.0\ell}\right)$

ដូចនេះ $\boxed{W = 27.2 \times 10^2 J}$ ។

ឧទាហរណ៍ : ឧស្ម័នមួយស្រូបកម្តៅ 800J និងបំពេញកម្មន្ត 200J ក្នុងពេលលំនាំនេះវាបានបញ្ចេញកម្តៅទៅវិញ 300J ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ននោះ ។

✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = Q - W$

តែ $Q = 800J - 300J = 500J$

ហើយ $W = 200J$

យើងបាន $\Delta U = 500J - 200J$

ដូចនេះ $\Delta U = 300J$

តាមចម្លើយនេះបង្ហាញឱ្យឃើញថា ថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នកើន ។

ឧទាហរណ៍ : ដ្យាក្រាម $P \cdot V$ តាងស៊ិចមួយនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល :

ក្នុងបំលែងពី $A \rightarrow B$ សម្ពាធថេរ

ក្នុងបំលែងពី $B \rightarrow C$ មាឌថេរ

ក្នុងបំលែងពី $C \rightarrow A$ សម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ

ចូរគណនា :

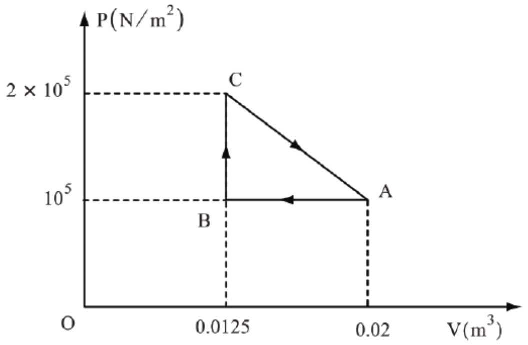
ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ក្នុងបំលែង $B \rightarrow C$

គ. កម្មន្ត W_{CA} ក្នុងបំលែង $C \rightarrow A$

ឃ. កម្មន្តសរុបក្នុងបំលែងបិទ

ង. កម្ដៅសរុបក្នុងបំលែងបិទ



រូបទី 2.9 បំលែងបិទ

✍ ដំណោះស្រាយ

ក. កម្មន្ត W_{AB} ក្នុងបំលែង $A \rightarrow B$

ដោយសម្ពាធថេរ $W_{AB} = P_A \Delta V$ យើងបាន $W_{AB} = 10^5 Pa(0.0125m^3 - 0.02m^3)$

ដូចនេះ $W_{AB} = -7.5 \times 10^2 J$

ខ. កម្មន្ត W_{BC} ដោយ $\Delta V = 0 \Rightarrow W_{BC} = 0$

គ. កម្មន្តធ្វើពី $C \to A$

$$W_{CA} = P_C(V_A - V_C) + \frac{1}{2}(P_A - P_C)(V_A - V_C) \text{ ឬ } W_{CA} = \left(\frac{P_A + P_C}{2}\right)(V_A - V_C)$$

$$W_{CA} = 10^5\text{Pa}(0.02\text{m}^3 - 0.0125\text{m}^3) + \frac{1}{2}(10^5\text{Pa} - 2 \times 10^5\text{Pa})(0.02\text{m}^3 - 0.0125\text{m}^3)$$

$W_{CA} = -375\text{J}$ កែទៅ $W_{CA} = 375$ J

ឃ. កម្មន្តសរុបធ្វើក្នុងបំលែងបិទ

$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$ នោះ $W = 750\text{J} + 0 + (+375\text{J})$ ដូចនេះ $\boxed{W = 1125\text{J}}$

ង. កម្ដៅសរុបក្នុងបំលែងបិទនេះ កែទៅ $W = -750 + 0 + 375 = 375$ J

តាមគោលការណ៍សមមូល យើងបាន $Q - W = 0$ នោះ $Q = W = 1125\text{J}$

ដូចនេះ $\boxed{Q = 1125\text{J}}$ កែទៅ $Q = 375$ J

ឧទាហរណ៍ **:** កាលណាឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ដែនតាមបែបអាដ្យាបាទិច កម្មន្តបានធ្វើទៅលើឧស្ម័ននោះគឺ 640J ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន ។

✍ ដំណោះស្រាយ

បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត $W = -\Delta U$ នាំឱ្យ $\Delta U = -W$ តែ $W = -640\text{J}$

យើងបាន $\Delta U = -(-640\text{J})$ ដូចនេះ $\Delta U = 640\text{J}$

moeys.gov.kh

មេរៀនទី៣
លំហាត់ពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

លំហាត់ ពិភាក្សាក្រុម ១. ប្រធានបទ៖ តើអ្នកចង់ញ៉ាំអាហារនេះទៀតទេ ?

ដើម្បីរក្សាទម្ងន់របស់អ្នក គ្រូកីឡារបស់អ្នកបានប្រាប់អ្នកអោយឡើងជណ្ដើរនៃអគាមួយ ដើម្បីចំនាយទាំងស្រុងនូវថាមពលដែលអ្នកបានពីការញ៉ាំអាហារមួយដែលផ្ដល់ថាមពល 900 kcal (900 កាឡូរីនៃម្ហូប)។

ក. តើជណ្ដើរដែលអ្នកឡើងមានកំពស់ប៉ុន្មាន ? សន្មត់ថាអ្នកមានម៉ាស 60.0 kg និង $g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$ ហើយមិនគិតកំហាតថាមពលកម្ដៅពេលឡើងជណ្ដើរ។

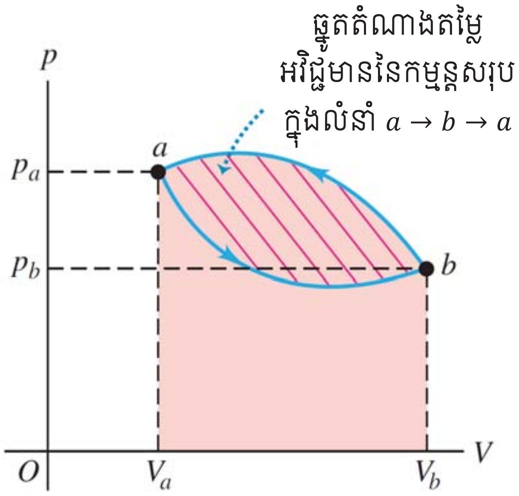
ខ. តាមពិតទៅពេលដែលអ្នកឡើងជណ្ដើរ 75% នៃថាមពលបានពីអាហារនេះគឺផ្ទេរចេញពីរាងកាយរបស់អ្នកក្នុងទម្រង់ជាកម្ដៅ។ ចូរធ្វើសំណួរ (ក) ឡើងវិញ។

៤. ថាមពលក្នុង និងច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

លំហាត់ ពិភាក្សាក្រុម ២. រូបខាងស្តាំ ជាដ្យាក្រាម(P-V)នៃបំលែងបិទមួយ ដែលភាពដើម និងភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច គឺរក្សា(ដូចគ្នា)។ ភាពនៃប្រព័ន្ធចាប់ផ្តើមពីចំណុច a ហើយដំណើរការតាមទិសដៅផ្ទុយពីទិសដៅទ្រនិចនាឡិកា ក្នុងដ្យាក្រាម(P-V) ទៅដល់ចំណុច b រួចត្រលប់មកដល់ចំណុច a វិញ ដែលមានកម្មន្តសរុប $W = -500$ J។

a) ហេតុអ្វីបានជាតម្លៃកម្មន្តសរុបអវិជ្ជមាន?

b) ចូររកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង និងកម្តៅដែលផ្តល់អោយប្រព័ន្ធកំឡុងពេលដំណើរការ។

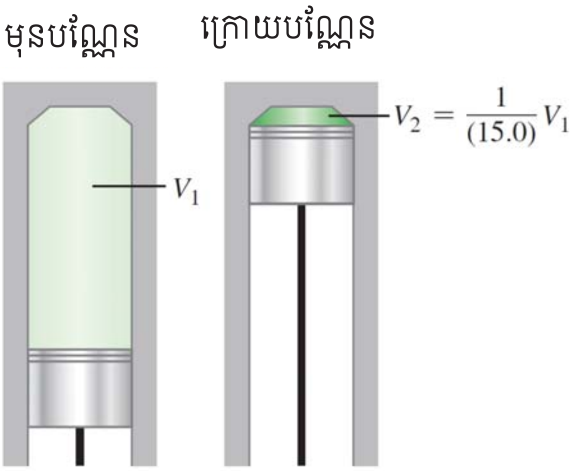


៨. លំនាំអាដ្យាបាទិចសម្រាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

លំហាត់ ពិភាក្សាក្រុម ៣. ខ្យល់នៅក្នុងបំពង់ស៊ីឡាំងរបស់ម៉ាស៊ីនមួយត្រូវបានគេបណ្ណែនទៅ 1/15.0 នៃមាឌដើមរបស់វា។

ក. ប្រសិនបើសំពាធដើម និង សីតុណ្ហភាពដើម មានតម្លៃ 1.01×10^5 Pa និង 27 °C រៀងគ្នា ចូរគណនាសំពាធស្រេច និង សីតុណ្ហភាពស្រេចក្រោយការបណ្ណែនតាមលំនាំអាដ្យាបាទិច។

ខ. ចូរគណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័នប្រសិនបើមាឌដើមរបស់វាគឺ 1.00 L។ សម្រាប់ខ្យល់ $C_V = 20.8$ J/mol · K និង $\gamma = 1.400$។



មេរៀនទី៣

លំហាត់ស្រាវជ្រាវបន្ថែម

(សៀវភៅក្រសួងអប់រំ+បកប្រែ)

ក្រុម សុណា 2024

លំហាត់

លំហាត់អនុវត្តន៍

ជាមួយនឹងសម្ពាធថេរ 200kPa ឧស្ម័នមួយប្រែប្រួលមាឌពី $0.75m^3$ ទៅ $1.9m^3$ ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងរយៈពេលរីកមាឌនេះ ។

លំហាត់អនុវត្តន៍

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសីតុណ្ហភាពថេរ $T = 300K$ ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌពី $V_1 = 0.31m^3$ ទៅ $V_2 = 0.45m^3$ ។ គេដឹងថាឧស្ម័នមាន $n = 0.50mol$ ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាឌនោះ ។

លំហាត់

លំហាត់អនុវត្តន៍

ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយបានបំពេញកម្មន្ត 250J ក្នុងរយៈពេលដែលថាមពលក្នុងរបស់ម៉ាស៊ីនថយចុះ 500J ។ ក្នុងលំនាំនេះ កម្តៅរបស់ម៉ាស៊ីនមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

លំហាត់ប្រតិបត្តិ

លំនាំអាដ្យាបាទិចមួយ បើថាមពលក្នុងថយចុះ 500J តើកម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធនោះស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

លំហាត់

5. គេសន្មតថា ឧស្ម័នមួយនៅក្នុងស៊ីឡាំងដែលបិទដោយពីស្តុងអាចរីកមាឌក្រោមសម្ពាធថេរ 200kPa ពី $2dm^3$ ទៅ $5dm^3$ ។ តើកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ននោះមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

   ចម្លើយ : $W = 600J$

6. ក្នុងលំនាំនៃឧស្សាហកម្មគីមីមួយ បានផ្តល់កម្តៅ 600J ទៅឱ្យប្រព័ន្ធ និងប្រព័ន្ធបានបំពេញកម្មន្ត 200J ។ តើថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើនបានប៉ុន្មាន ? **ចម្លើយ** : $\Delta U = 400J$

7. ក. ពិសីរត់ត្រឹកៗតាមបណ្តោយឆ្នេរសមុទ្រ ។ ក្នុងមួយថ្ងៃនាងបានបំពេញកម្មន្ត $4.3\times10^5 J$ និងបញ្ចេញកម្តៅបាន $3.8\times10^5 J$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់នាង ។

   ខ. នាងបានប្តូរពីរត់មកដើរវិញនិងបានបញ្ចេញកម្តៅ $1.2\times10^5 J$ និងថាមពលក្នុងរបស់នាងថយចុះ $2.6\times10^5 J$ ។ ក្នុងករណីនេះ តើនាងធ្វើកម្មន្តបានប៉ុន្មានស៊ូល ?

   ចម្លើយ : ក. $\Delta U = -8.1\times10^5 J$ ខ. $W = 1.4\times10^5 J$

លំហាត់

8. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម 0.5mol នៅសីតុណ្ហភាព 310K ។ ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពឱ្យនៅដដែល ឧស្ម័ននេះបានរីកមាឌពី $310dm^3$ ទៅ $450dm^3$ ។

គេឱ្យ $R = 8.31J/molK$

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌនេះ ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន ។

គ. គណនាកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធក្នុងរយៈពេលនៃបម្រែបម្រួលមាឌនេះ ។

ចម្លើយ : ក. $W = 480J$ ខ. $\Delta U = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = 0$ គ. $Q = 480J$

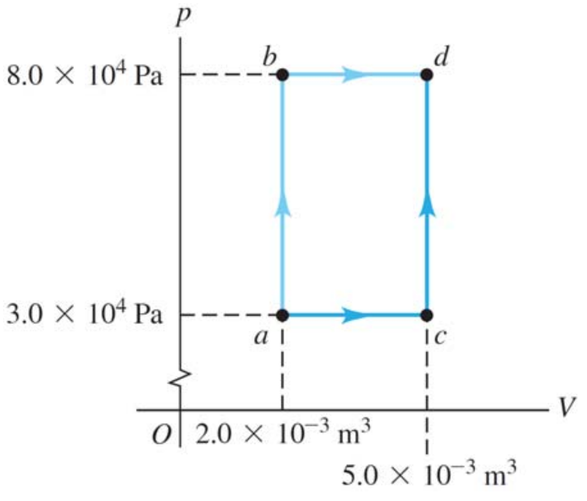
លំហាត់

ដ្យាក្រាម (P-V) ខាងស្តាំ បង្ហាញពីសំណុំនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច។ ក្នុងលំនាំ ab កម្តៅ 150 J ត្រូវបានផ្តល់អោយប្រព័ន្ធ និងក្នុងលំនាំ bd កម្តៅ 600 J ត្រូវបានផ្តល់អោយប្រព័ន្ធ។ ចូរគណនា

a) បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ក្នុងលំនាំ ab។

b) បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ក្នុងលំនាំ abd។

c) កម្តៅសរុបដែលផ្តល់អោយប្រព័ន្ធក្នុងលំនាំ acd។



លំហាត់

ទឹក 1 g (1 cm^3) ក្លាយជាចំហាយដែលមានមាឌ 1671 cm^3 នៅពេលដុតកម្តៅអោយពុះក្នុងលក្ខខណ្ឌសម្ពាធថេរ 1 atm(1.013×10^5 Pa)។ កម្តៅរំហួតនៅកម្រិតសម្ពាធនេះគឺ $L_V = 2.256 \times 10^6$ J/kg។ ចូរគណនា

a) កម្មន្តធ្វើដោយទឹកនៅពេលវាហួត។

b) កំនើនថាមពលក្នុងរបស់ទឹក។

លំហាត់

បន្ទប់ស្នាក់នៅក្នុងអន្តេវាសិកដាទូទៅមានផ្ទុកខ្យល់ 2500 ម៉ូល។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៅពេលដែលវាថយចុះសីតុណ្ហភាពពី 35.0°C ទៅ 26.0°C នៅសំពាធថេរ 1.00 atm។ សន្មត់ថាខ្យល់ជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមាន $\gamma = 1.400$។

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 2 mol ត្រូវបានដុតកម្តៅក្រោមលក្ខខណ្ឌសម្ពាធថេរ ពីសីតុណ្ហភាព$T = 27\ ^{\circ}\mathrm{C}$ ទៅ $T = 107\ ^{\circ}\mathrm{C}$។

a) ចូរគូសដ្យាក្រាម(P-V)សម្រាប់លំនាំនេះ។

b) ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំនេះ។

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 6 mol ស្ថិតក្នុងស៊ីឡាំងដែលចុងម្ខាងមានពិស្តុងដែលអាចផ្លាស់ទីបាន។ សីតុណ្ហភាពដើមរបស់ឧស្ម័នគឺ 27.0 °C ហើយវារីកក្រោមសម្ពាធថេរ។ វាជាផ្នែកមួយនៃដំណើរការរបស់ម៉ាស៊ីន ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ន បន្ទាប់ពីវាធ្វើកម្មន្តបាន 2.40×10^{3} J។

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 2 mol ត្រូវបានបណ្ណែនក្នុងស៊ីឡាំងក្រោមលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពថេរ 65.0 ℃ រហូតមាឌរបស់វាកើនឡើងដល់ 3 ដងនៃមាឌដើម ។

a) ចូរគូសដ្យាក្រាម (P-V)នៃលំនាំនេះ។

b) ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័ន។

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 0.305 mol ត្រូវបានបណ្ណែនតាមលំនាំអ៊ីសូទែម នៅសីតុណ្ហភាព 22.0 ℃ ឧស្ម័នរងនូវកម្មន្ត 392 J ពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ។

a) ប្រសិនសម្ពាធស្រេចរបស់ឧស្ម័ន1.76 atm តើឧស្ម័នមានសម្ពាធដើមស្មើប៉ុន្មាន ?

b) ចូរគូសដ្យាក្រាម(P-V)នៃលំនាំនេះ។

លំហាត់

ឧស្ម័នមួយដំណើរការ ក្រោមលំនាំពីរប្រភេទ។ ដំបូង វាមានមាឌថេរ $0.200\ \mathrm{cm}^3$ ហើយសម្ពាធកើនពី 2.00×10^5 Pa ទៅ 5.00×10^5 Pa។ លំនាំទីពីរ ឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ណែនមាឌនៅត្រឹម $0.120\ \mathrm{cm}^3$ ក្រោមលក្ខខណ្ឌសម្ពាធថេរ 5.00×10^5 Pa។

a) ចូរគូសដ្យាក្រាម (P-V) នៃលំនាំទាំងពីរ។

b) ចូរគណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំទាំងពីរ។

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយស្ថិតក្រោមលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច ដែលសម្ពាធត្រូវបានរក្សាអោយសមាមាត្រនឹងមាឌ មានន័យថា $p=\alpha V$ (α ជាតម្លៃថេរវិជ្ជមាន)។ ប្រសិនមាឌឧស្ម័នប្រែប្រួលពី V_1 ទៅ V_2 ចូរគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័ន ជាអនុគមន៍នៃ V_1, V_2 និង α ។

លំហាត់

ឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំងមួយ រីកមាឌពី 0.110 m^3 ទៅ 0.320 m^3។ កម្តៅផ្ទេរអោយឧស្ម័ន គឺលឿនខ្លាំងដែលអាចរក្សាសម្ពាធអោយថេរត្រឹម 1.65×10^5 Pa កំឡុងពេលឧស្ម័នរីកមាឌ។ កម្តៅសរុបដែលផ្តល់អោយឧស្ម័ន គឺ 1.15×10^5 J។

a) ចូរគណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន។

b) ចូរគណនាបំរែបំរួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន។

c) តើវាចាំបាច់ទេដែរឬទេ ដែលឧស្ម័នត្រូវតែជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ? ហេតុអ្វី?

លំហាត់

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម 5 mol មានសីតុណ្ហភាពដើម 127 °C ស្រូបកម្តៅ 1500 J និងធ្វើកម្មន្ត 2100 J កំឡុងពេលដំណើរការពង្រីក។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ន។

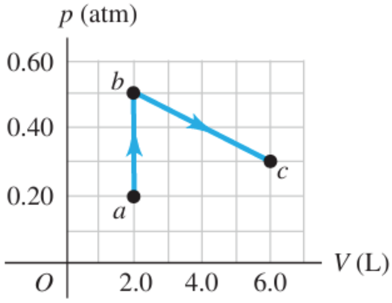
លំហាត់

លំនាំ abc បង្ហាញក្នុងដ្យាក្រាម(P-V) ក្នុងរូបខាងក្រោម ជាលំនាំទែម៉ូឌីណាមិចរបស់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 0.0175 mol។

a) ចូរកំណត់សីតុណ្ហភាពដែលទាបបំផុតរបស់ឧស្ម័នក្នុងលំនាំនេះ។ តើវាកើតឡើងត្រង់ណា?

b) រកកម្មន្តក្នុងលំនាំ ab និង bc។

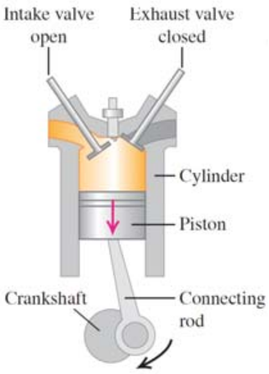
c) ប្រសិនកម្ដៅ 215 J ត្រូវបានផ្ដល់អោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំ abc តើកម្ដៅប៉ុន្មានស៊ូលដែលបានបម្លែងទៅជាថាមពលក្នុង?



មេរៀនទី៤ ÷ ច្បាប់ទី ២ ទែម៉ូឌីណាមិច

ក្រុម សុណា 2024

សេចក្ដីផ្ដើម



តាមលក្ខណៈធម្មជាតិនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិចភាគច្រើនប្រព្រឹត្តទៅតាមតែមួយទិសដៅ គឺមិនអាចប្រាសវិញបានទេ។

ឧទាហរណ៍1. កម្ដៅតែងតែហូរពីអង្គធាតុក្ដៅទៅអង្គធាតុត្រជាក់។

ឧទាហរណ៍2. វាមានភាពងាយស្រួលក្នុងការបម្លែងពី ថាមពលមេកានិចទៅជាថាមពលកម្ដៅស្ទើរតែទាំងស្រុង (ដូចជាការចាប់ប្រាំងឡានដែលកំពុងផ្លាស់ទី)

បញ្ច្រាសមកវិញ

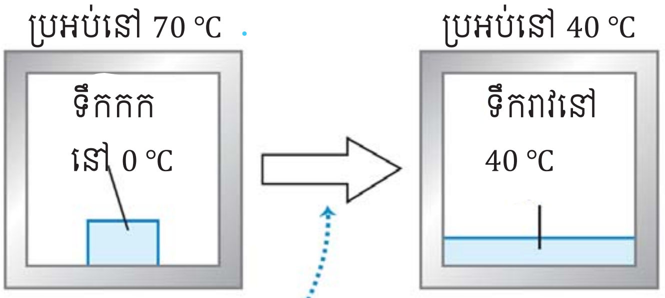
ឧបករណ៍ជាច្រើនអាចបម្លែងថាមពលកម្ដៅដោយផ្នែកតែប៉ុណ្ណោះទៅជាថាមពលមេកានិច (ដូចជាម៉ាស៊ីនផ្សេងៗ)។

ហេតុអ្វី? [វាទាក់ទងទៅនឹងទិសដៅនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិចច្បាប់ទី ២ ទែម៉ូឌីណាមិច]

១. ទិសដៅនៃលំនាំនៃម៉ូឌីណាមិច

លំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន និង លំនាំអាចត្រឡប់បាន

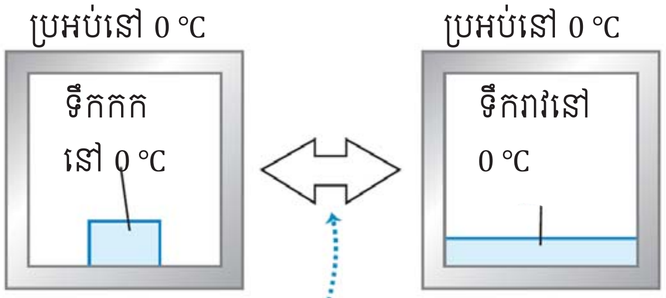
ក. ទឹកប្លែងភាពតាម*លំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន*



កម្តៅហូរពីប្រអប់ទៅទឹកកកនិងទឹក គឺមិនអាចបញ្ច្រាសបាន។

ខ. ទឹកអាចប្លែងភាពតាម*លំនាំអាចត្រឡប់បាន*

[តែងតែស្ថិតនៅជិតលក្ខណ្ឌលំនឹងកម្តៅ]

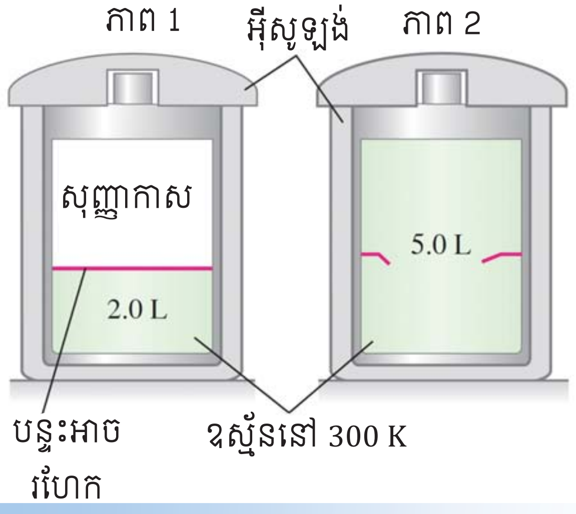


ដោយគ្រាន់តែបង្កើនឬបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពតែបន្តិចទេ យើងអាចធ្វើអោយកម្តៅហូរចេញពី ឬ ហូរចូលទៅប្រអប់

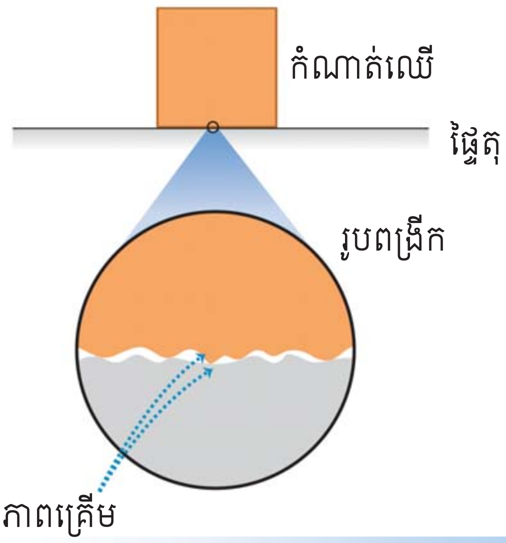
១. ទិសដៅនៃលំនាំនៃម៉ូឌីណាមិច

ឧទាហរណ៍ផ្សេងទៀតនៃ*លំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន*

ការរីកមាឌដោយសេរី នៃឧស្ម័ន

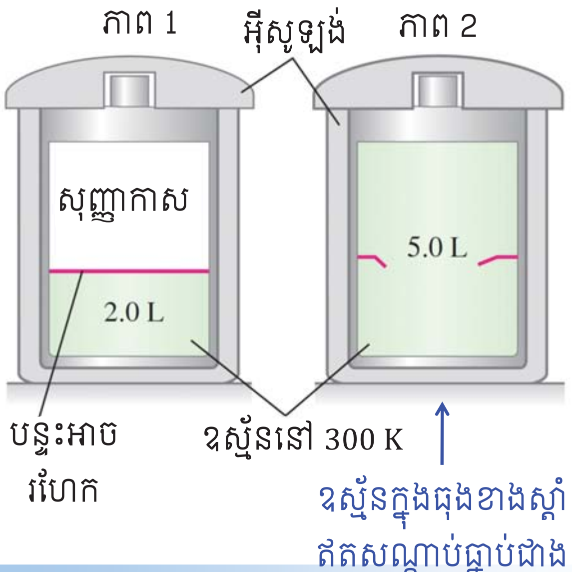


ការអូសកំណាត់ឈើតុ បម្លែងថាមពលមេកានិចទៅជាកម្តៅតាមរយៈកកិត



១. ទិសដៅនៃលំនាំនៃទែម៉ូឌីណាមិច

ភាពឥតសណ្ដាប់ធ្នាប់(Disorder) និង លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច មានទំនាក់ទំនងគ្នា

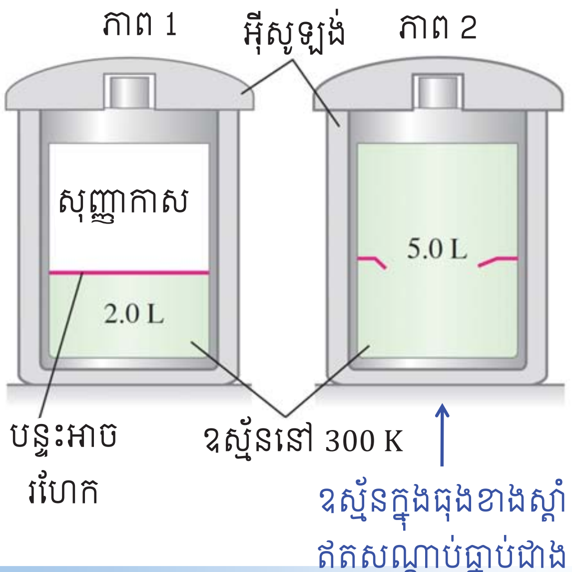


-ឈ្មោះសិស្ស 1000 នាក់ ត្រូវបានគេសរសេរលើក្រដាស(មួយសន្លឹកមួយឈ្មោះ)ដោយតម្រៀបគ្នាយ៉ាងរៀបរយ។ បន្ទាប់ពីគេបោះវាឡើងលើ វាធ្លាក់មកវិញ ឈ្មោះទាំងអស់នោះលែងរៀបរយទៀតហើយ។

-ខោអាវដែលអ្នកបត់ទុកក្នុងទូរខោអាវ មានលក្ខណៈរៀបរយជាងខោអាវដែលអ្នកប្រមូលមកដាក់ចោលលើនាប ឬ ការ៉ូ។

១. ទិសដៅនៃលំនាំនៃទែម៉ូឌីណាមិច

ភាពឥតសណ្ដាប់ធ្នាប់(Disorder) និង លំនាំទែម៉ូឌីណាមិច មានទំនាក់ទំនងគ្នា



-ស្រដៀងគ្នានេះដែរ ថាមពលស៊ីនេទិចម៉ាក្រូជាថាមពលដែលពាក់ព័ន្ធចលនានៃម៉ូលេគុលច្រើនដែលមានកូអរដោនេជាក់លាក់និងភាពរៀបរយ តែ ការផ្ទេរកម្ដៅពាក់ព័ន្ធទៅនឹងការផ្លាស់ប្ដូរថាមពលនៃចលនាដែលឥតសណ្ដាប់ធ្នាប់របស់ម៉ូលេគុល។ ហេតុដូចនេះហើយ បានជាការបម្លែងថាមពលមេកានិចទៅជាកម្ដៅគឺមានទំនាក់ទំនងទៅនឹងកំណើននៃភាពឥតសណ្ដាប់ធ្នាប់។

-យើងនឹងប្រើប្រាស់គ្រឿងអគ្គីសនីសំខាន់ពីរ(ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ និង ម៉ាស៊ីនត្រជាក់)ដើម្បីសិក្សាស្វែងយល់ពីច្បាប់ទី២ ទែម៉ូឌីណាមិច។

២. ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ

ទិដ្ឋភាពទូទៅ

គ្រប់យានយន្តទាំងអស់ដែលប្រើម៉ូទ័រ(លើកលែងតែយានយន្តដែលប្រើអគ្គីសនីសុទ្ធ)សុទ្ធតែបើម៉ាស៊ីនកម្តៅដើម្បីធ្វើចលនា។

យានយន្ត Hybrid ប្រើម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង (internal-combustion engine) ដើម្បីជាជំនួយក្នុងការសាកអាគុយសម្រាប់ម៉ូទ័រអគ្គីសនី។

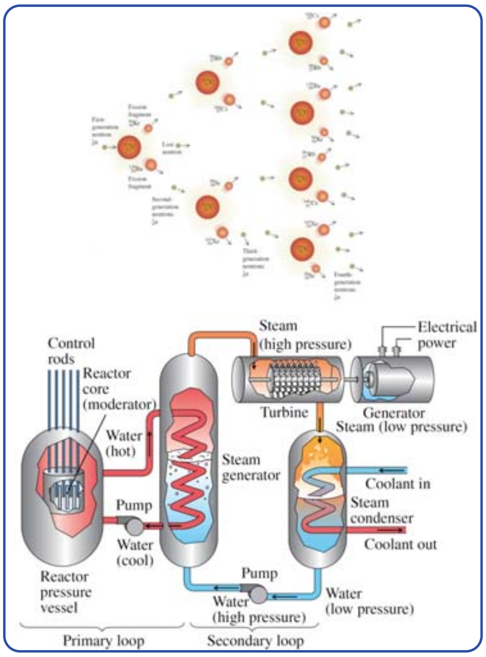
២. ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ

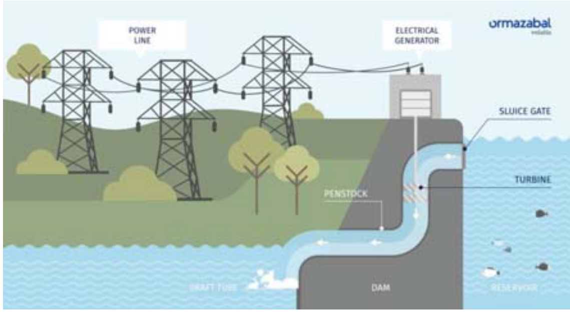
ថាមពលផ្សេងៗ

ថាមពលមេកានិចៈ ទឹកហូរ ខ្យល់បក់។

ថាមពលបានពីឥន្ធនៈផូស៊ីលៈ ធ្យូងថ្ម ប្រេង ឧស្ម័ន។

ថាមពលនុយក្លេអ៊ែរៈ ប្រតិកម្មនុយក្លេអ៊ែរ។





២. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ

ពាក្យបច្ចេកទេស

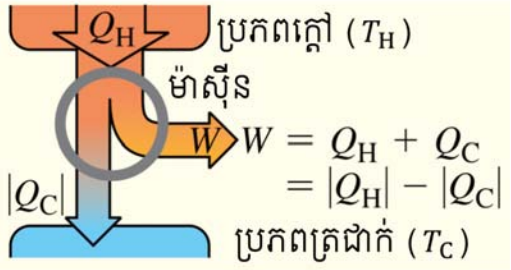
ម៉ាស៊ីនកម្តៅ (heat engine) ជាម៉ាស៊ីនដែលបម្លែងថាមពលកម្តៅទៅជាកម្មន្ត។
សារធាតុដំណើរការនៃម៉ាស៊ីន (Working substance of the engine) ជាបរិមាណនៃរូបធាតុនៅក្នុងម៉ាស៊ីនដែលអាច ធ្វើអោយមានលំហូរចូលឬចេញនៃកម្តៅ រឹកឬបណ្ណែន និង ពេលខ្លះអាចប្លែងភាព។ [ល្បាយឧស្ម័ន-សាំង ក្នុងម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង។ ទឹកក្នុងម៉ាស៊ីនចំហាយទឹក]
លំនាំវដ្ត (cyclic process) ជាលំនាំដែលមានសារធាតុដំណើរការវិលមកភាពដើម។
ប្រភពក្តៅ (hot reservoir) ជាប្រភពដែលអាចផ្តល់កម្តៅដ៏ច្រើនទៅអោយសារធាតុដំណើរការ ហើយសីតុណ្ហភាពរបស់ប្រភពខ្លួនឯងនៅតែថេរ (T_H)។
ប្រភពត្រជាក់ (cold reservoir) ជាប្រភពដែលអាចស្រូបកម្តៅដ៏ច្រើនពីម៉ាស៊ីន ហើយសីតុណ្ហភាពរបស់ប្រភពខ្លួនឯងនៅតែថេរ (T_C)។

២. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ

ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយស្រូបកម្តៅ Q_H ពីប្រភពក្តៅមួយ បម្លែងថាមពលមួយផ្នែកទៅជាកម្មន្ត និង បញ្ចេញកម្តៅ $|Q_C|$ ទៅប្រភពត្រជាក់។

ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ (e) ជាទំហំដែលវាស់ភាគនៃបរិមាណកម្តៅស្រូបពីប្រភពក្តៅ ដែលត្រូវបានបម្លែងទៅជាកម្មន្ត។

$$e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left|\frac{Q_C}{Q_H}\right|$$



២. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ

អនុវត្តន៍ក្នុងជីវសាស្ត្រៈ ទិន្នផលជីវសាស្ត្រ

ទោះបីជាសារពាង្គកាយជីវសាស្ត្រមិនមែនជាម៉ាស៊ីនកំដៅក៏ដោយ ក៏គោលគំនិតនៃទិន្នផលនៅតែអាចអនុវត្តបានៈ e គឺជាផលធៀបនៃកម្មន្តដែលបានធ្វើ ទៅនឹង ថាមពលដែលត្រូវបានប្រើដើម្បីធ្វើកម្មន្តនោះ។ ដើម្បីហាត់ប្រាណនៅលើកង់ស្ថានី(stationary bike) រាងកាយរបស់អ្នកត្រូវតែបំប្លែងថាមពលសម្ព័ន្ធគីមីនៃជាតិស្ករទៅជាថាមពលសម្ព័ន្ធគីមីនៅក្នុង ATP (adenosine triphosphate) បន្ទាប់មកបំប្លែងថាមពលពី ATP ទៅជាចលនានៃសាច់ដុំជើងរបស់អ្នក ហើយចុងក្រោយបំប្លែងសាច់ដុំទៅជាចលនានៃឈ្នាន់។ ទិន្នផលនៃដំណើរការទាំងមូលនេះគឺមានត្រឹមតែ 25% ប៉ុណ្ណោះ។ 75% នៃថាមពលដែលនៅសល់ត្រូវបានបញ្ចេញពីខ្លួយកូសទៅជាកម្តៅ។

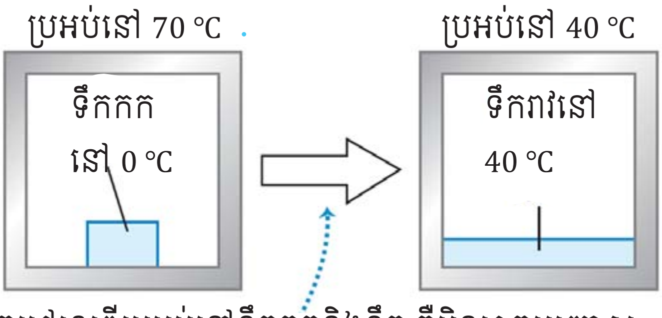
មេរៀនទី៤ ÷ ច្បាប់ទី ២ ទែម៉ូឌីណាមិច

ក្រុម សុណា 2024

១. ទិសដៅនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិច

លំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន និង លំនាំអាចត្រឡប់បាន

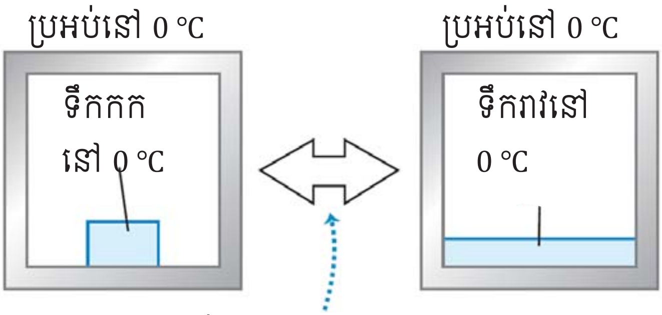
ក. ទឹកប្លែងភាពតាម *លំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន*



កម្ដៅហូរពីប្រអប់ទៅទឹកកកនិងទឹក គឺមិនអាចបញ្ច្រាសបាន។

ខ. ទឹកអាចប្លែងភាពតាម *លំនាំអាចត្រឡប់បាន*

[តែងតែស្ថិតនៅជិតលក្ខណ្ឌលំនឹងកម្ដៅ]



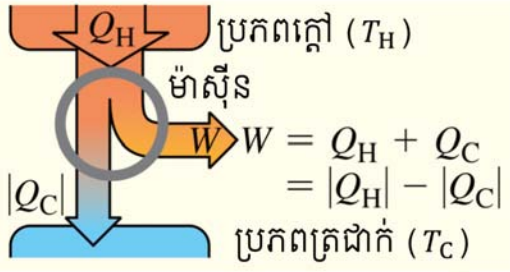
ដោយគ្រាន់តែបង្កើនឬបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពតែបន្តិចទេ យើងអាចធ្វើអោយកម្ដៅហូរចេញពី ឬ ហូរចូលទៅប្រអប់

២. ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ

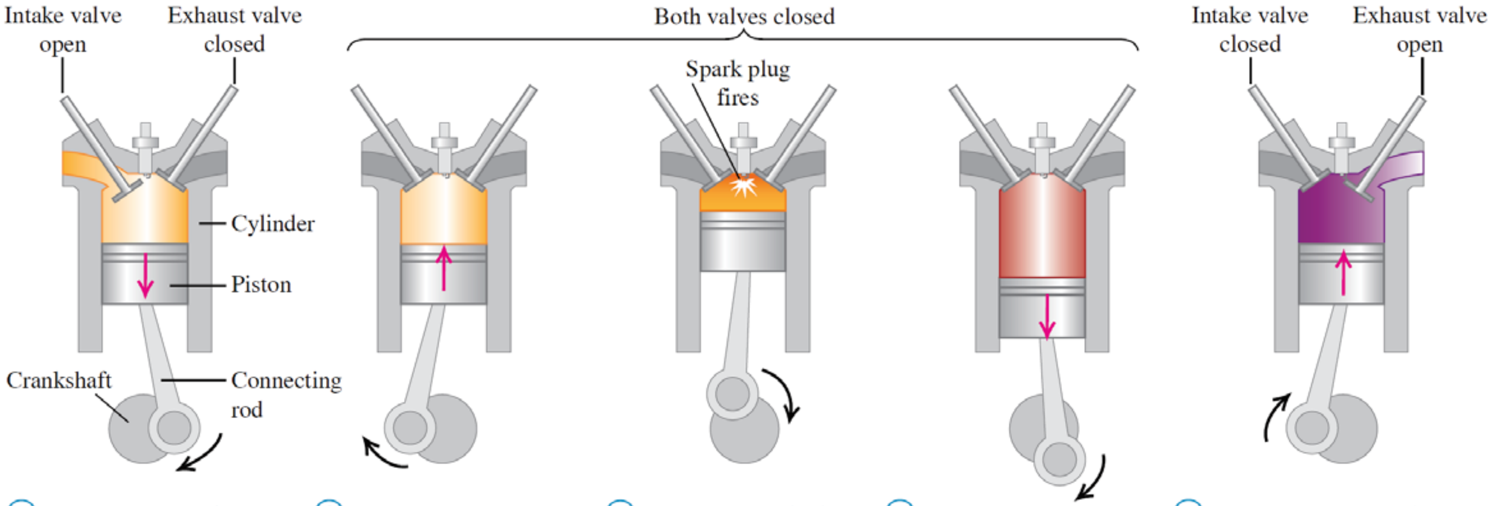
ម៉ាស៊ីនកម្ដៅមួយស្រូបកម្ដៅ Q_H ពីប្រភពក្ដៅមួយ បម្លែងថាមពលមួយផ្នែកទៅជាកម្មន្ត និង បញ្ចេញកម្ដៅ $|Q_C|$ ទៅប្រភពត្រជាក់។

ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនកម្ដៅ(e) ជាទំហំដែលវាស់ភាគនៃបរិមាណកម្ដៅស្រូបពីប្រភពក្ដៅ ដែលត្រូវបានបម្លែងទៅជាកម្មន្ត។

$$e = \frac{W}{Q_H} = 1 + \frac{Q_C}{Q_H} = 1 - \left|\frac{Q_C}{Q_H}\right|$$



៣. ម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង



(1) **Intake stroke:** Piston moves down, causing a partial vacuum in cylinder; gasoline–air mixture enters through intake valve.

(2) **Compression stroke:** Intake valve closes; mixture is compressed as piston moves up.

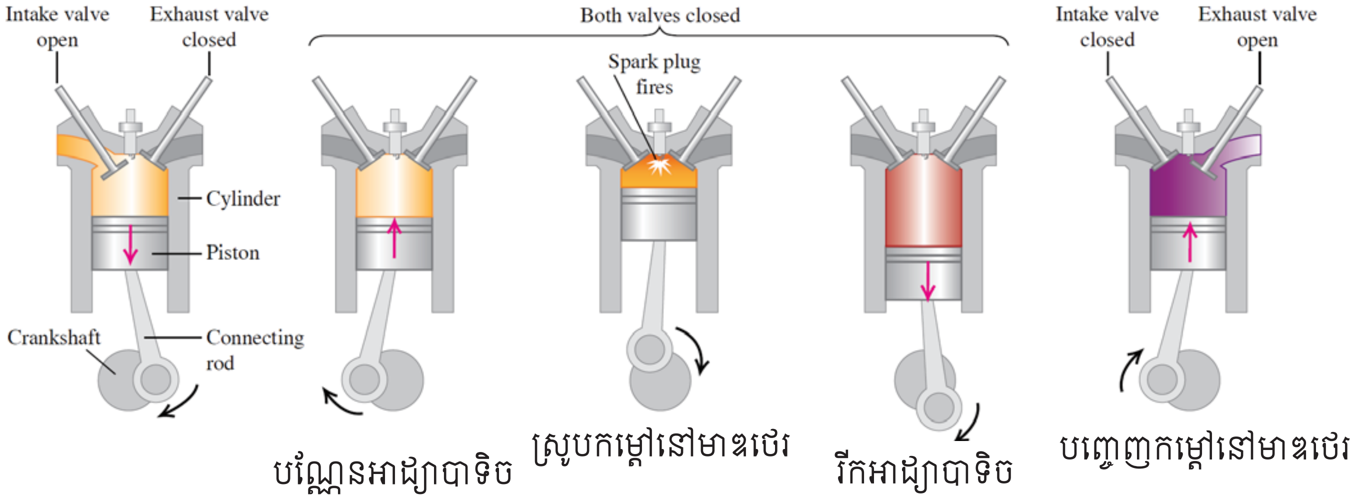
(3) **Ignition:** Spark plug ignites mixture.

(4) **Power stroke:** Hot burned mixture expands, pushing piston down.

(5) **Exhaust stroke:** Exhaust valve opens; piston moves up, expelling exhaust and leaving cylinder ready for next intake stroke.

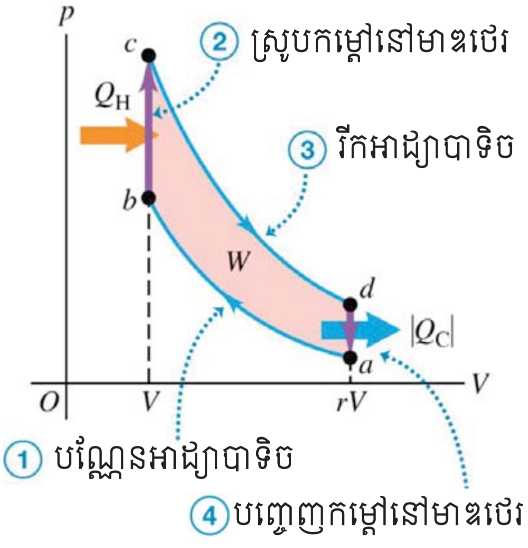
៣. ម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង

វដ្ត Otto: វដ្តគម្រូនៃលំនាំទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងម៉ាស៊ីនសាំង។



៣. ម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង

វដ្ត Otto



លំនាំ bc និង da មានមាឌថេរ។

$$Q_H = nC_V(T_c - T_b) > 0, \qquad Q_C = nC_V(T_a - T_d) > 0$$

យើងបាន

$$e = \frac{Q_H + Q_C}{Q_H} = \frac{T_c - T_b + T_a - T_d}{T_c - T_b}$$

លំនាំអាដ្យាបាទិច: ab: $T_a(rV)^{\gamma-1} = T_b V^{\gamma-1}$ និង cd: $T_d(rV)^{\gamma-1} = T_c V^{\gamma-1}$

$$e = \frac{T_d r^{\gamma-1} - T_a r^{\gamma-1} + T_a - T_d}{T_d r^{\gamma-1} - T_a r^{\gamma-1}} = \frac{(T_d - T_a)(r^{\gamma-1} - 1)}{(T_d - T_a) r^{\gamma-1}}$$

$$e = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$$

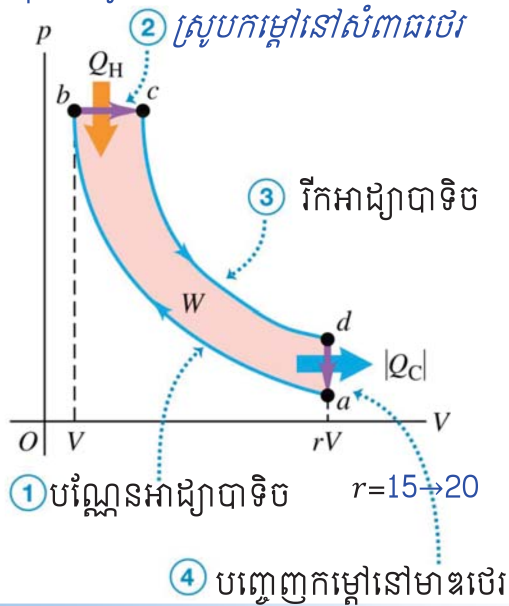
r: មេគុណបណ្ណែន

$\gamma := C_p/C_V$

ឧ. បើ $r = 8, \gamma = 1.4$
$\rightarrow e = 0.56$ ឬ 56%

៣. ម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង

វដ្តម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត:

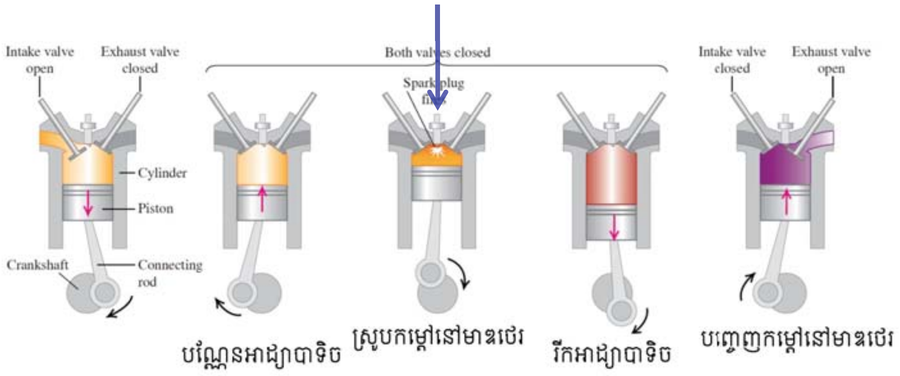


ចំណុចខុសពីម៉ាស៊ីនសាំង៖

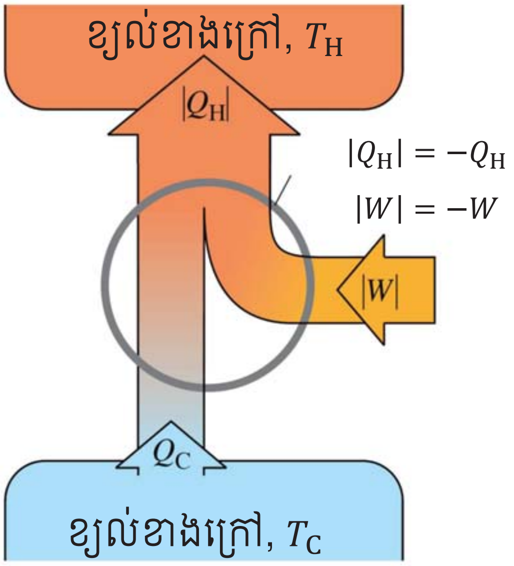
-មិនមានឥន្ទនៈនៅដើមទីទេ គេបញ្ចូលវានៅពេលបណ្ណែនខ្លាំង

-មិនមានប៊ូស៊ីទេ។

-ទិន្នផលខ្ពស់ជាង។ $e = 65\% - 70\%$



៤. ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក



ច្បាប់ទី ១ ទែម៉ូឌីណាមិច

$$Q_H + Q_C - W = 0 \quad \text{ឬ} \quad -Q_H = Q_C - W$$

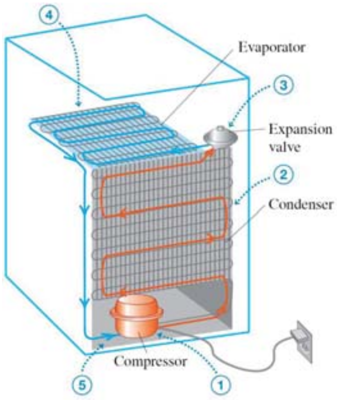
ទម្រង់ទូទៅសម្រាប់ម៉ាស៊ីនកម្ដៅ និង ត្រជាក់៖ $|Q_H| = |Q_C| + |W|$

ករណីទូរទឹកកកគឺគេចង់ចំណាយកម្មន្តតិចបំផុតដើម្បីផ្ទេរកម្ដៅចេញពីប្រភពត្រជាក់អោយបានច្រើនបំផុត។ មេគុណដំណើរការ (coefficient of performance)៖

$$K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{|Q_C|}{|Q_H| - |Q_C|}$$

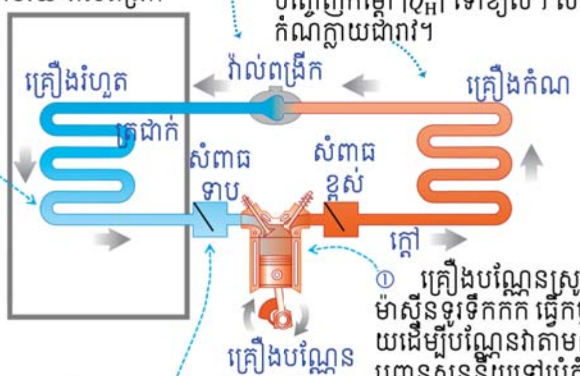
៤. ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក

ទូរទឹកកកជាក់ស្តែង



③ សន្ទនីយរីកមាឌតាមលំនាំអាដ្យាបាទិចតាមរយៈវ៉ាល់ពង្រីក

② សន្ទនីយដែលណែនក្នុងគ្រឿងកំណ មានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងខ្យល់ខាងក្រៅ ដូចនេះវាបញ្ចេញកម្តៅ $|Q_H|$ ទៅខ្យល់។ សន្ទនីយមួយផ្នែកកំណក្លាយជារាវ។



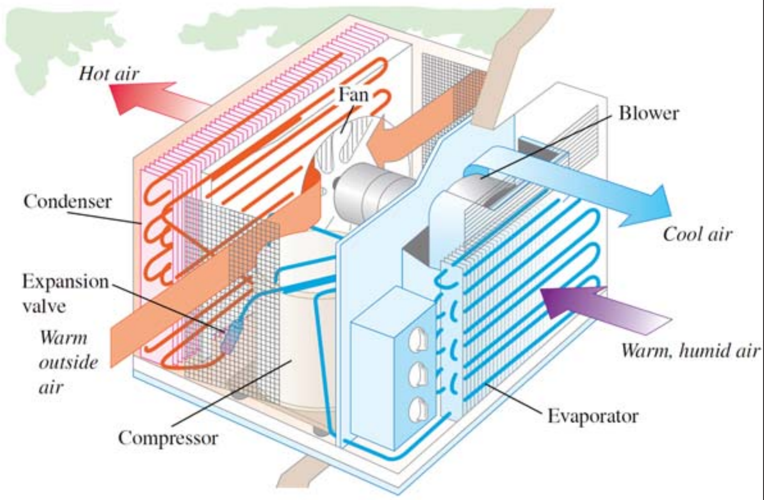
④ ក្រោយការរីក សន្ទនីយក្នុងគ្រឿងបង្ហួតមានសីតុណ្ហភាពទាបជាងផ្នែកខាងក្នុងនៃម៉ាស៊ីនត្រជាក់។ ដូចនេះសន្ទនីយស្រូបកម្តៅ $|Q_C|$ បញ្ចុះសីតុណ្ហភាពរបស់គ្រឿងផ្សេងៗនៃម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក។ សន្ទនីយមួយផ្នែកហួតក្លាយចំហាយ។

① គ្រឿងបណ្ណែនស្រូបចូលនូវសន្ទនីយរបស់ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក ធ្វើកម្មន្ត $|W|$ ទៅលើសន្ទនីយដើម្បីបណ្ណែនវាតាមលំនាំអាដ្យាបាទិច ហើយបញ្ជូនសន្ទនីយទៅរបុំកំណក។

⑤ សន្ទនីយត្រឡប់ទៅគ្រឿងបណ្ណែនវិញ ហើយវដ្តថ្មីចាប់ផ្តើម។

៤. ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក

ម៉ាស៊ីនត្រជាក់ជាក់ស្តែង



ករណីម៉ាស៊ីនត្រជាក់គឺគេចង់ចំណាយអានុភាព($P = |W|/t$) តិចបំផុតដើម្បីអោយអត្រាកម្តៅ($H = |Q_C|/t$) ផ្ទេរចេញពីប្រភពត្រជាក់មានតម្លៃធំបំផុត។

មេគុណដំណើរការ (coefficient of performance)៖

$$K = \frac{|Q_C|}{|W|} = \frac{H}{P}$$

តម្លៃទូទៅ $H = 1500 - 3000\ W$ និង $P = 600 - 1200\ W$ ហើយ $K \sim 3$។

៤. ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក

ម៉ាស៊ីនត្រជាក់ [ដកស្រង់ពី កាតាឡុក DAIKIN]

https://www.daikin.com.sg/resources/ck/files/catalogue/Daikin_SGPCR2001A_STC.pdf

FTKS25/35D

Model name	**Indoor unit**		**FTKS25DVM**
	Outdoor unit		**RKS25GVMG**
Capacity	Rated (Min.-Max.)	kW	2.5 (1.2-3.2)
		Btu/h	8,500 (4,050-10,900)
Power supply			
Running current	Rated	A	3.9
Power consumption	Rated (Min.-Max.)	W	0.7kW (295-1,050)
COP	Rated	W/W	3.57

$$COP = \frac{\text{Capacity (W)}}{\text{Power consumption (W)}}$$

៤. ទូរទឹកកក

សំណួរ

តើអ្នកអាចបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពផ្ទះរបស់អ្នកដោយបើទ្វារទូរទឹកកកដែរឬទេ? ចូរពន្យល់។

៥. ច្បាប់ទី២ នៃទែម៉ូឌីណាមិច

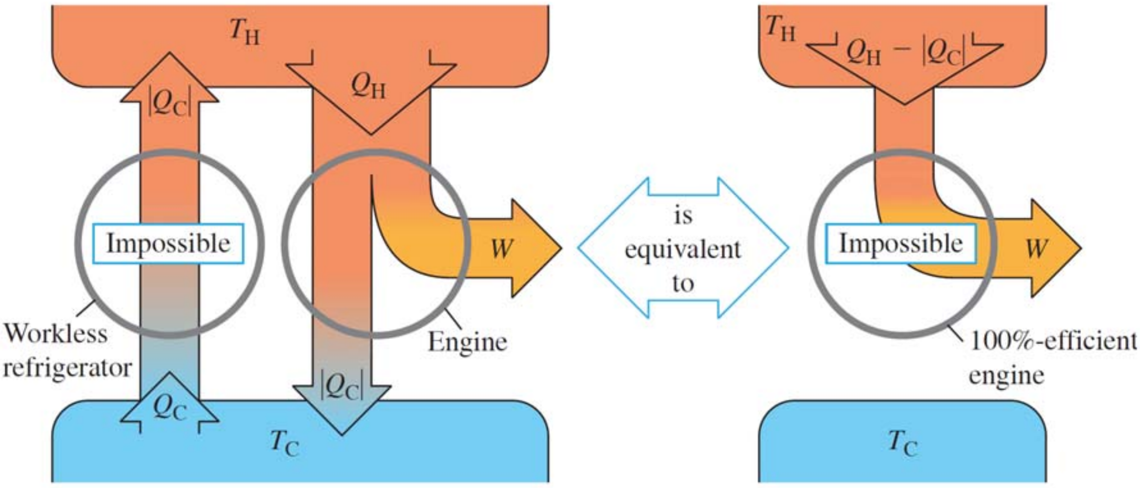
ច្បាប់ទី២ទែម៉ូឌីណាមិច (ពំនោលម៉ាស៊ីនកម្តៅ)៖ ប្រព័ន្ធមួយមិនអាចដើម្បីដំណើរការ ដោយស្រូបយកកម្តៅពីប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពតែមួយ ហើយបម្លែងកម្តៅទាំងស្រុងទៅជាកម្មន្តមេកានិចដោយនៅទីបញ្ចប់ភាពរបស់ប្រព័ន្ធដូចគ្នានឹងភាពដែលវាបានចាប់ផ្តើម។

ច្បាប់ទី២ទែម៉ូឌីណាមិច (ពំនោលម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក)៖ មិនមានលំនាំណាមួយដែលអាចបង្ហូរកម្តៅចេញពីប្រភពត្រជាក់ទៅប្រភពក្តៅដោយឯកឯងនោះទេ។

ច្បាប់ទីមួយបដិសេធលទ្ធភាពនៃការបង្កើត ឬ បំផ្លាញថាមពល។
ច្បាប់ទីពីរដាក់ដែនកំណត់*ភាពអាចរកបាន* (availability) នៃថាមពល និងវិធីដែលវាអាចប្រើបាន និងបំប្លែង។
→លំនាំដែលបម្លែងកម្មន្តទៅជាកម្តៅ និង លំនាំដែលកម្តៅហូរពីប្រភពក្តៅទៅប្រភពត្រជាក់ដោយសារមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា ជាលំនាំមិនអាចត្រឡប់បាន។

៥. ច្បាប់ទី២ នៃទែម៉ូឌីណាមិច

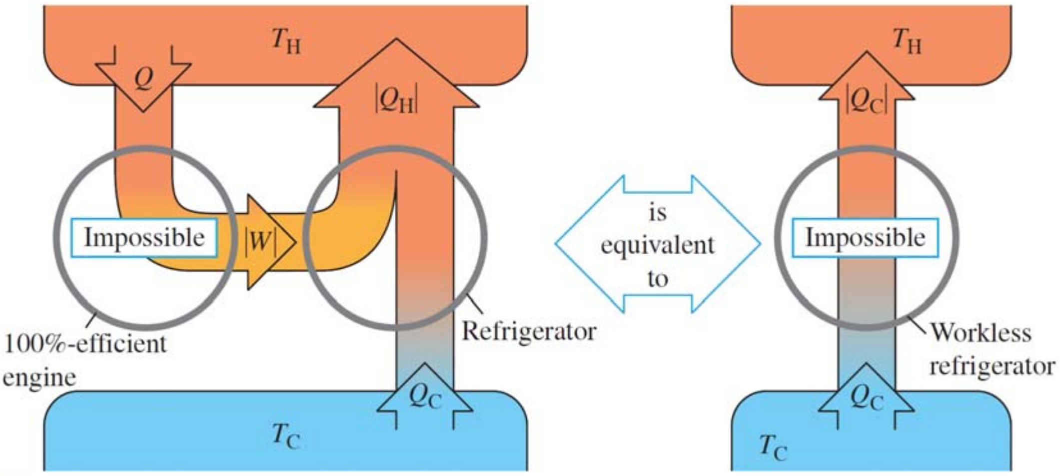
ច្បាប់ទី២ទែម៉ូឌីណាមិច (ពំនោលម៉ាស៊ីនកម្តៅ)



If a workless refrigerator were possible, it could be used in conjunction with an ordinary heat engine to form a 100%-efficient engine, converting heat $Q_H - |Q_C|$ completely to work.

៥. ច្បាប់ទី២ នៃទែម៉ូឌីណាមិច

ច្បាប់ទី២ទែម៉ូឌីណាមិច(ពំនោលម៉ាស៊ីនទូរទឹកកក)



If a 100%-efficient engine were possible, it could be used in conjunction with an ordinary refrigerator to form a workless refrigerator, transferring heat Q_C from the cold to the hot reservoir with no input of work.

៥. ច្បាប់ទី២ នៃទែម៉ូឌីណាមិច

សំណួរ៖ តើម៉ាស៊ីនកម្តៅទិន្នផល១០០% មិនគោរពតាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិចដែរឬទេ? ចុះករណីម៉ាស៊ីនទូរទឹកកកដែលមិនប្រើកម្មន្ត? ចូរពន្យល់។

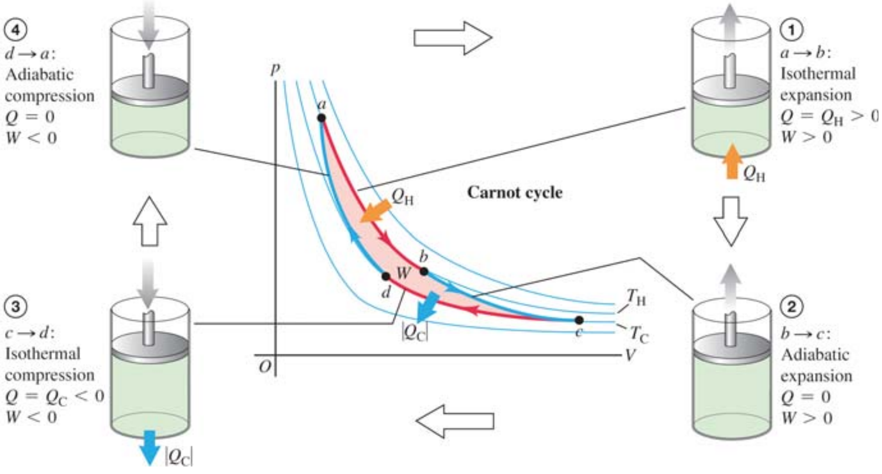
៦. វដ្តកាកណូ

ម៉ាស៊ីនមិនអាចមានទិន្នផល១០០%។ លោកកាកណូ(Sadi Carnot)បានឆ្លើយនូវសំណួរៈ បើម៉ាស៊ីនដំណើរការចន្លោះប្រភពក្តៅនិងត្រជាក់ (T_H និង T_C) តើទិន្នផលខ្ពស់បំផុតដែលគេអាចទទួលបានគឺប៉ុន្មាន?

គោលគំនិតៈ បម្លែងពីកម្មន្តទៅជាកម្តៅជាលំនាំមិនអាចអាចត្រឡប់បាន។ ដូចនេះយើងត្រូវព្យាយាមជៀសវាងលំនាំបែបនេះ។

៦. វដ្តកាកណូ

ជំហាននៃវដ្តកាកណូ(សារធាតុដំណើរការជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ)ៈ



១. ឧស្ម័នរីកមាឌតាមលំនាំអ៊ីសូទែមនៅសីតុណ្ហភាព T_H និងស្រូបកម្តៅ Q_H (លំនាំ ab)
២. ឧស្ម័នរីកមាឌតាមលំនាំអាដ្យាបាទិចរហូតធ្លាក់សីតុណ្ហភាពដល់ T_C (លំនាំ bc)
៣. ឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ណែនតាមលំនាំអ៊ីសូទែមនៅសីតុណ្ហភាព T_C និងបញ្ចេញកម្តៅ $|Q_C|$ (លំនាំ cd)
៤. ឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ណែនទៅភាពដើមតាមលំនាំអាដ្យាបាទិចនៅសីតុណ្ហភាពដល់ T_H (លំនាំ da)

៦. វដ្តកាកណូ

$$Q_{\mathrm{H}} = W_{ab} = nRT_H \ln\frac{V_b}{V_a}$$

$$Q_{\mathrm{C}} = W_{cd} = nRT_C \ln\frac{V_d}{V_c}$$

$$= -nRT_C \ln\frac{V_c}{V_d}\ (V_d < V_c \rightarrow Q_C < 0)$$

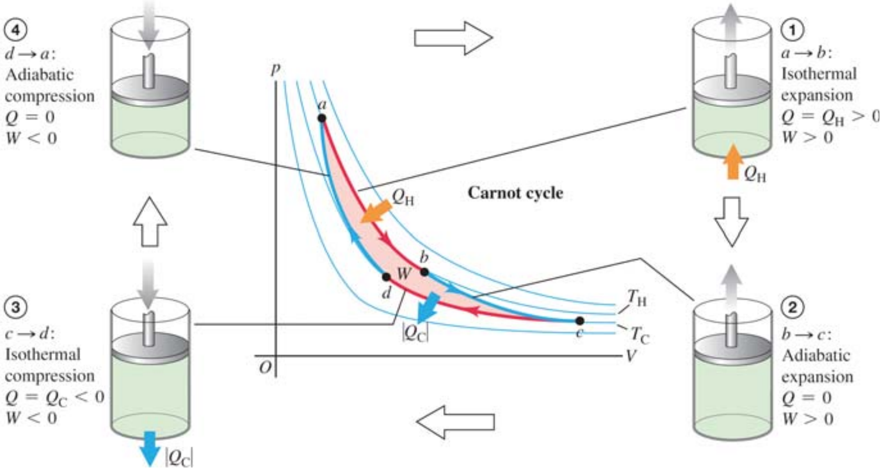
$$\frac{Q_{\mathrm{C}}}{Q_{\mathrm{H}}} = -\left(\frac{T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{H}}}\right)\frac{\ln(V_c/V_d)}{\ln(V_b/V_a)}$$

តាមលំនាំអាដ្យាបាទិច

$T_{\mathrm{H}}V_b^{\gamma-1} = T_{\mathrm{C}}V_c^{\gamma-1}$ និង $T_{\mathrm{H}}V_a^{\gamma-1} = T_{\mathrm{C}}V_d^{\gamma-1}$

យើងបាន $\frac{V_b}{V_a} = \frac{V_c}{V_d}$

$$e_{\mathrm{Carnot}} = 1 - \frac{T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{H}}} = \frac{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{H}}}$$



៦. វដ្តកាកណូ

ម៉ាស៊ីនទូរទឹកកកកាកណូ

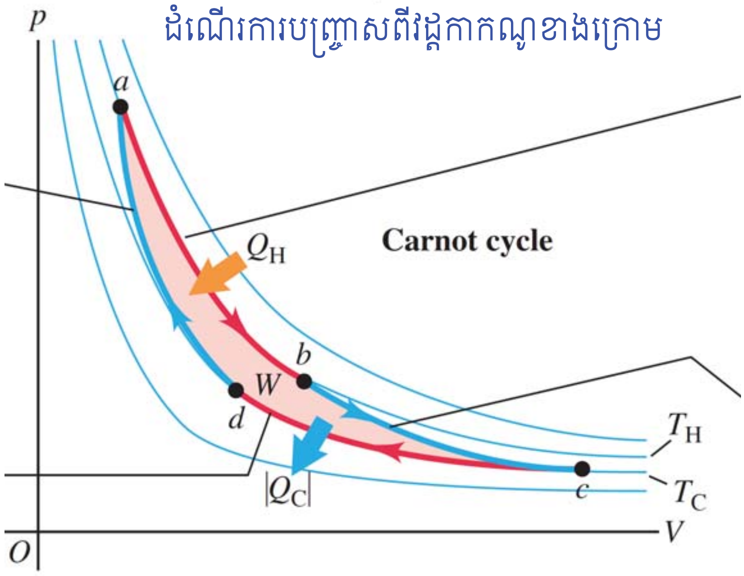
ដោយសារលំនាំទាំងអស់ក្នុងវដ្តកាកណូ ជាលំនាំអាចត្រឡប់បាន នោះគេអាចបម្លែងពីម៉ាស៊ីនកម្ដៅទៅម៉ាស៊ីនទូរទឹកកកដោយធ្វើអោយវដ្តទាំងមូលដើរបញ្ច្រាស។

មេគុណដំណើរការ (coefficient of performance)៖

$$K = \frac{|Q_{\mathrm{C}}|}{|Q_{\mathrm{H}}| - |Q_{\mathrm{C}}|}$$

$$K_{\mathrm{Carnot}} = \frac{T_{\mathrm{C}}}{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{C}}}$$

ដំណើរការបញ្ច្រាសពីវដ្តកាកណូខាងក្រោម



៦. វដ្តកាកណូ

សំណួរ

អ្នកជំនាញច្នៃប្រឌិតម្នាក់(ដែលកំពុងស្វែងរកការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុ)បានមកជួបអ្នក ដោយបានរៀបរាប់ពីគំនិតនៃការធ្វើអោយម៉ាស៊ីនសាំងមួយអាចដំណើរការតាមវដ្តទែម៉ូឌីណាមិចពិសេសម្យ៉ាង។ ការរចនា (design)របស់គាត់គឺ ធ្វើម៉ាស៊ីននេះពីទង់ដែងនិងខ្យល់ត្រជាក់សុទ្ធសាត។ គាត់បានអះអាងថាម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផល 85%។ តើអ្នកនឹងវិនិយោគលើម៉ាស៊ីនថ្មីនេះដែរឬទេ? សីតុណ្ហភាពខ្យល់ត្រជាក់ 300 K ហើយ ទង់ដែងរលាយនៅសីតុណ្ហភាព 1356 K។

មេរៀនទី៤ ÷ ច្បាប់ទី ២ ទែម៉ូឌីណាមិច

លំហាត់ពិភាក្សាក្រុម

ក្រុម សុណា 2024

៣. ម៉ាស៊ីនចំហេះក្នុង

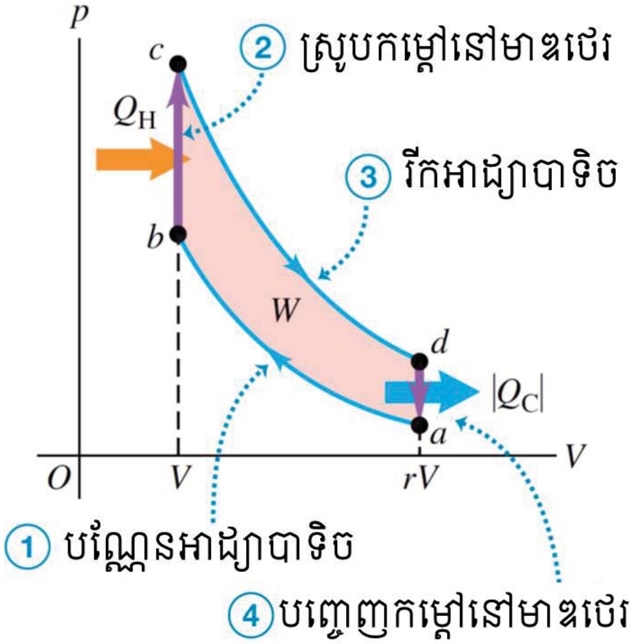
លំហាត់4

ចំពោះម៉ាស៊ីនមានវដ្ត Otto ដែលទំហំស៊ីឡាំង និង មេគុណបណ្ណែនថេរ តើករណីខាងក្រោមណាខ្លះក្នុងដ្យាក្រាម pV ខាងស្តាំដែលផ្លាស់ប្តូរ ប្រសិនបើអ្នកបង្កើនបរិមាណឥន្ធនៈ (ក្នុងមួយវដ្ត)ទៅតម្លៃពីរដងនៃតម្លៃដើម។

(i) គម្លាតតាមទិសឈរនៃចំណុច b និង c។

(ii) គម្លាតតាមទិសឈរនៃចំណុច a និង d។

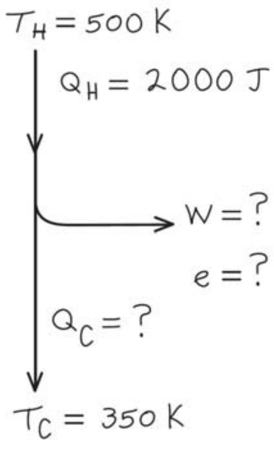
(iii) គម្លាតតាមទិសដេកនៃចំណុច b និង a។



៦. វដ្តកាកណូ

លំហាត់5

ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយស្រូបកម្ដៅ 2000 J ពីប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាព 500 K ហើយធ្វើកម្មន្តខ្លះនិងបញ្ចេញកម្ដៅទៅប្រភពមួយផ្សេងទៀតដែលមានសីតុណ្ហភាព 350 K។ ចូរគណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយម៉ាស៊ីន កម្ដៅដែលបានបញ្ចេញ និង ទិន្នផលកម្ដៅ។



៦. វដ្តកាកណូ

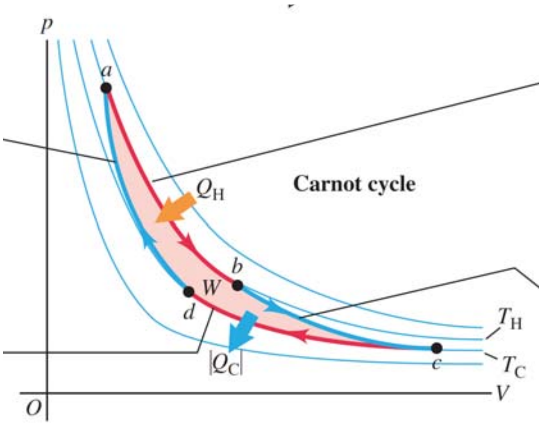
លំហាត់6

សន្មត់ថាឧស្ម័នឌីអាតូម($\gamma = 1.40$, $p_a = 10.0 \times 10^5$ Pa) ចំនួន 0.200 ម៉ូលស្ថិតនៅក្រោមវដ្តកាកណូរវាងប្រភពកម្ដៅពីរដែលមានសីតុណ្ហភាព 227 °C និង 27 °C ដូចក្នុងរូបខាងស្ដាំ។ មាឌឧស្ម័នបានកើនដល់តម្លៃពីរដងនៃតម្លៃដើមក្នុងលំនាំអ៊ីសូទែម $a \to b$។

ក. ចូរគណនាមាឌនិងសំពាធឧស្ម័នត្រង់ a, b, c និង d។

ខ. រក Q, W, និង ΔU ក្នុងលំនាំនិមួយៗ និង លំនាំពេញមួយវដ្ត។

គ. ចូគណនាទិន្នផលតាមរយៈលទ្ធផលសំនួរ (ខ) ហើយប្រៀបធៀបវាទៅនឹងតម្លៃដែលគណនាតាមរូបមន្ត $e_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$។

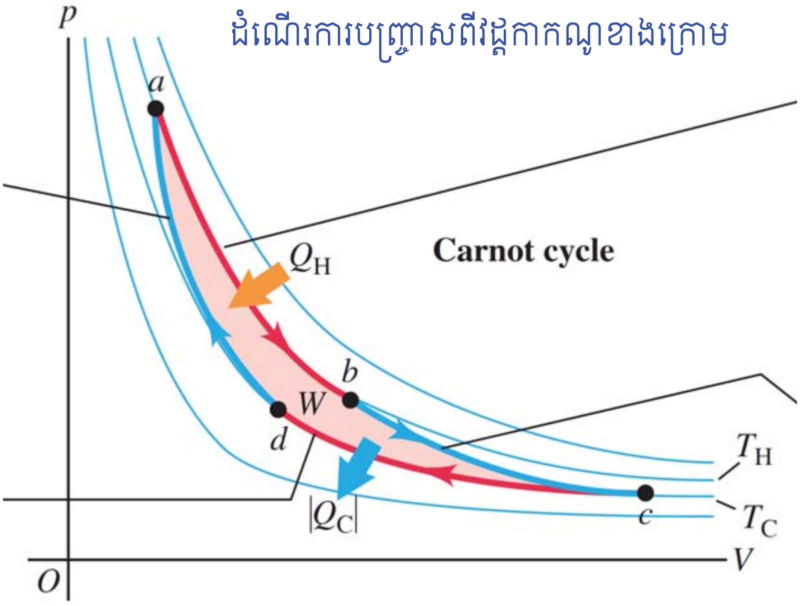


៦. វដ្តកាកណូ

លំហាត់7

ប្រសិនបើវដ្តក្នុងលំហាត់មុននេះ ដំណើរការបញ្ច្រាសវិញ (រូបខាងស្តាំនេះជារូបលំហាត់មុន) នោះវាជាម៉ាស៊ីនបង្កក(ទូរទឹកកក) ចូរគណនាមេគុណដំណើរការ (coefficient of performance)។

ដំណើរការបញ្ច្រាសពីវដ្តកាកណូខាងក្រោម



កិច្ចការត្រូវអនុវត្តដើម្បីសម្រេចលទ្ធផលសិក្សារំពឹងទុក៖

- ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាមុខវិជ្ជានេះដោយជោគជ័យអ្នកសិក្សានឹង៖
  ១. កិច្ចការទី ១៖...........
  ២. កិច្ចការទី ២៖...........
  ៣. កិច្ចការទី ៣៖...........
  ៤. កិច្ចការទី ៤៖...........
  ៥. កិច្ចការទី ៥៖...........