រូបវិទ្យា ថ្នាក់ទី ១២

នែម៉ូឌីណាមិច

រលក



ក្នុងមេរៀននីមួយៗរួមមាន៖

1. មេរៀនលម្អិត និងឧទាហរណ៍ពន្យល់តាមវិធីសាស្ត្រដោះស្រាយបញ្ហា
2. សំណួរពហុជ្រើសរើស QCM
3. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ
4. លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ

រៀបរៀងដោយ៖ គង់ សុីនីន

រក្សាសិទ្ធគ្រប់យ៉ាង

អារម្ភកថា

សៀវភៅរូបវិទ្យាថ្នាក់ទី១២ភាគទី១នេះ ត្រូវបានបកប្រែ និងរៀបរៀងដោយរូបខ្ញុំផ្ទាល់ ស្របនឹងកម្មវិធីសិក្សារបស់ក្រសួងអប់រំ យុវជន និងកីឡា ដើម្បីឆ្លើយតបទៅនឹងតម្រូវការរបស់សិស្សានុសិស្សថ្នាក់ទី១២ ដើម្បីត្រៀមប្រឡងបាក់ឌុប និងស្វែងយល់ឲ្យកាន់តែច្បាស់អំពីមុខវិជ្ជារូបវិទ្យាដែលផ្សាភ្ជាប់ទៅនឹងបាតុភូតផ្សេងៗដែលកើតឡើងនៅក្នុងធម្មជាតិ ដោយព្យាយាមស្វែងរកគំរូ ដើម្បីពន្យល់ជាលក្ខណៈវិទ្យាសាស្ត្រ និងប្រើប្រាស់សមីការគណិតវិទ្យាដើម្បីធ្វើការវិភាគ និងបកស្រាយឲ្យកាន់តែមានភាពស៊ីជម្រៅ ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត សៀវភៅមួយក្បាលនេះ អាចជួយឲ្យប្អូនៗ ងាយស្រួលចំពោះការដោះស្រាយលំហាត់ ព្រោះនៅក្នុងសៀវភៅនេះមានចំណុចសំខាន់ៗ ដូចជា៖

- ឧទាហរណ៍លំហាត់រួមជាមួយនឹងការពន្យល់លម្អិតតាមវិធីសាស្ត្រដោះស្រាយបញ្ហា *ចំនួន៤ជំហាន* ដែលអាចជួយឲ្យប្អូនៗ យល់ពីបាតុភូតនៃលំហាត់ដោះស្រាយលំហាត់ និងបកស្រាយលំហាត់ផ្សាភ្ជាប់ជាមួយការអនុវត្តនៅក្នុងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ
- លំហាត់មានដំណោះស្រាយចំនួន *៩០លំហាត់* និង
- លំហាត់មានរូបមន្ត និងដំណោះស្រាយខ្លីៗចំនួន *៩០លំហាត់* ។

ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ស្នាដៃនេះពិតជាមានកំហុសចៀសមិនផុតដោយអចេតនា សូមមិត្តអ្នកអាន ជួយរិះគន់ ដើម្បីស្ថាបនា ។ ខ្ញុំបាទនឹងទទួលយកមតិទាំងអស់នោះមកពិចារណាដោយសេចក្តីប្រុងប្រយ័ត្ន ដើម្បីកែលម្អ ឬបន្ថែមអត្ថន័យនៅពេលបោះពុម្ពលើកក្រោយៗទៀត ជាប្រយោជន៍ជួយលើកតម្កើងវិទ្យាសាស្ត្រនៅក្នុងព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា ។

គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យសៀវភៅ

១. លោកគ្រូ សៀក ចិន ២. លោកគ្រូ ឆន គឹមឈន

៣. លោកគ្រូ លន លីម

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅដល់៖

- **លោកឪពុក និងអ្នកម្តាយ** ជាទីស្រលាញ់ ដែលបានចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សា និងលើកទឹកចិត្តកូនគ្រប់កាលៈទេសៈ ។
- **គណៈគ្រប់គ្រងសាលារៀនជំនាន់ថ្មី វិទ្យាល័យព្រៈស៊ីសុវត្ថិ** ដែលតែងតែលើកទឹកចិត្តឲ្យមានការចងក្រងឯកសារសិក្សាមានលក្ខណៈស្តង់ដា ដើម្បីជាជំនួយដល់ការរៀន និងបង្រៀននៅក្នុងបរិបទថ្មី ដើម្បីជាស្ពានឈានទៅរកការអប់រំប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ ។
- **គណៈកម្មការត្រួតពិនិត្យ** ទាំងអស់ដែលបានត្រួតពិនិត្យ កែលម្អនូវរាល់កំហុសឆ្គងទាំងរចនាបទ និងខ្លឹមសារ ។

ជាទីបញ្ចប់សូមអ្នកសិក្សា និងប្អូនៗ ប្រើប្រាស់សៀវភៅនេះឲ្យអស់ពីលទ្ធភាព ដើម្បីបង្កើនសមត្ថភាពផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រ ជាស្ពានដល់ការអភិវឌ្ឍន៍ចំណេះដឹងនិងការអនុវត្តន៍នៅក្នុងសង្គមនិងគ្រួសារប្រកបដោយចីរភាព និងសន្តិភាព។

អ្នករៀបរៀងដោយ

គង់ ស៊ីនីន

គ្រូបង្រៀនកម្រិតឧត្តម(បរិញ្ញាបត្រ+១)ឯកទេសរូបវិទ្យា
អ៊ីមែល: kongsynin@preahsisowath.edu.kh



បញ្ជីអត្ថបទ

មេរៀនទី១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន 9

I. ពំនោលទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន: 9
II. សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: 10
III. សម្ពាធរបស់ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន 13
ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃអាតូមច្រើន ឬម៉ូលេគុលសរុប 15
IV. ល្បឿនប្រសិទ្ធ ឬ ឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម 18
វិញ្ញរូបមន្តទាក់ទងនឹងចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន: 20
ការបំលែងសីតុណ្ហភាព រវាង ^0C, K និង ^0F: 21
លក្ខខណ្ឌស្តង់ដា : 21
ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ 21

ផ្នែកទី២ សំណួរជ្រើសរើស(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 42

ផ្នែកទី៣៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 45

មេរៀនទី២ ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច 51

I. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច 51
លំនាំសំខាន់ៗសម្រាប់អនុវត្តលើការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ 52
II. ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច 56
ការសន្មតសញ្ញា 56
III. ថាមពលកម្តៅ(Q) 58
ក .លំនាំអ៊ីសូបារ)រក្សាសម្ពាធថេរ(60
ខ .លំនាំអ៊ីសូករ)មាឌថេរ(62
គ. លំនាំអ៊ីសូទែម សីតុណ្ហភាពថេរ() 63
ឃ . លំនាំសម្ពាធ-មាឌប្រែប្រួលស្មើ 65
V. ថាមពលក្នុង 68
បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង 68
VI. រណីបំលែងបិទ និងគោលការណ៍សមមូល 70
ករណីបំលែងបិទ 71
គោលការណ៍សមមូល 71

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ 74

ផ្នែកទី២៖ សំណួរជ្រើសរើស (មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 143

ផ្នែកទី៣៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 145

មេរៀនទី៣ ម៉ាស៊ីន 162

I. លំនាំអាដ្យាបាទិច 162
II. ស៊ិចកាកណូ 162
ដំណើរការនៃស៊ិចកាកណូ: 163
ក. ទ្រឹស្តីកាកណូ 163
ខ. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ 164
III. ម៉ាស៊ីនសាំង 169
១. ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ៤វគ្គ: 169
២. ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ 171
៣. ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ២វគ្គ: 173
IV. ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត: 174
ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ 177

ផ្នែកទី២៖ សំណួរជ្រើសរើស (មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 212

ផ្នែកទី៣៖លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 216

ជំពូកទី២ រលក 225

I. និយមន័យ និងប្រភេទនៃរលកមេកានិច 225
II. ការពណ៌នាពីរលក: 225

មេរៀនទី១ គោលការណ៍តម្រួតនៃរលកតម្រួត និងរលកជាប់ 227

I. គោលការណ៍តម្រួតនៃរលក 227
1. ករណីអំពីទុតដូចគ្នា $a_1 = a_2 = a$: 227
2. ករណីអំពីទុតខុសគ្នា: $a_1 \neq a_2 \neq a$ 228
II. រលកជាប់ 230
រកសមីការរលកដែលដាលទៅស្តាំ: 230

230
រកសមីការរលកដែលដាលទៅឆ្វេង: 231
1. ទីតាំងពោះ(ទីតាំងអំពីទុតអតិបរមា)នៃរលកជង្រុំ: 232
.2 ទីតាំងថ្នាំង(ទីតាំងអំពីទុតសូន្យ)នៃរលកជង្រុំ: 232
III. បាតុភូតរេសូណង់(*resonace*) 236

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ 239
ផ្នែកទី២ សំណួរជ្រើសរើស(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 386

ផ្នែកទី៣៖លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ) 289
I. ចម្លើយនៃសំណួរជ្រើសរើស 297
II. ចម្លើយខ្លីនៃលំហាត់តាមមេរៀននីមួយ ៗ 298
1) មេរៀនទី១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន 298
2) មេរៀនទី២ ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច 302
3) មេរៀនទី៣ ម៉ាស៊ីន 308

ឯកសារយោង 321

ជំពូកទី១ ខែម៉ូឌីណាមិច

មេរៀនទី១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

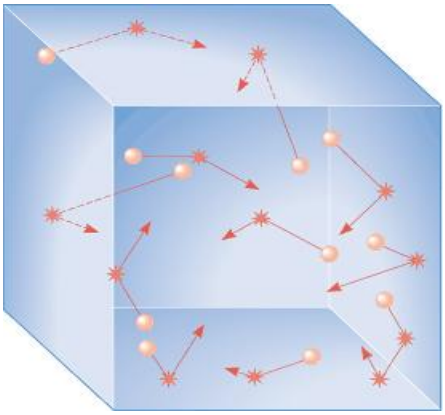
- ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន គឺជាការសិក្សាអំពីចលនា និងលក្ខណៈរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងប្រព័ន្ធមួយ។

ប្អូនបានសិក្សារួចមកហើយកាលពីថ្នាក់ទី១១ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌស្តង់ដានៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធ អង្គធាតុអាចនឹងស្ថិតនៅក្នុងភាពបី គឺរឹង រាវ និងឧស្ម័ន ។ អង្គធាតុទាំងនោះត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយអាតូមចងសម្ព័ន្ធ ដោយកម្លាំងអន្តរកម្មជាមួយគ្នា ។ នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ វាមានថាមពលកម្តៅជាក់លាក់ ។ បើសិនជាគេបង្កើនថាមពលកម្តៅឲ្យវា នោះម៉ូលេគុលចាប់ផ្តើមផ្លាស់ទីដោយសេរីចំពោះឧស្ម័ន ។ ដែលប្អូនត្រូវដឹងថាកម្លាំងអន្តរកម្មនៃម៉ូលេគុលទាំងនោះគឺខ្សោយណាស់ ប៉ុន្តែតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ពួកវាគឺមានតម្លៃធំ ។

នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នមានសីតុណ្ហភាព សម្ពាធ និងមាឌមានតម្លៃខុសគ្នា នោះលក្ខណៈរបស់វាក៏ខុសគ្នាដែរ ។ ឧទាហរណ៍ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នត្រូវបានបង្កើនដោយរក្សាមាឌថេរ នោះសម្ពាធរបស់វាក៏ត្រូវបានកើនឡើង។ នៅក្នុងមេរៀននេះប្អូននឹងសិក្សាអំពីទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន ដែលដោយផ្អែកទៅលើការសន្មត ។ បន្ថែមពីលើនេះទៅទៀតប្អូននឹងសិក្សាអំពីថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នដែលអាស្រ័យទៅនឹងសីតុណ្ហភាព និងទំនាក់ទំនងរបស់វាផងដែរ ។

I. ទំនោលទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន:

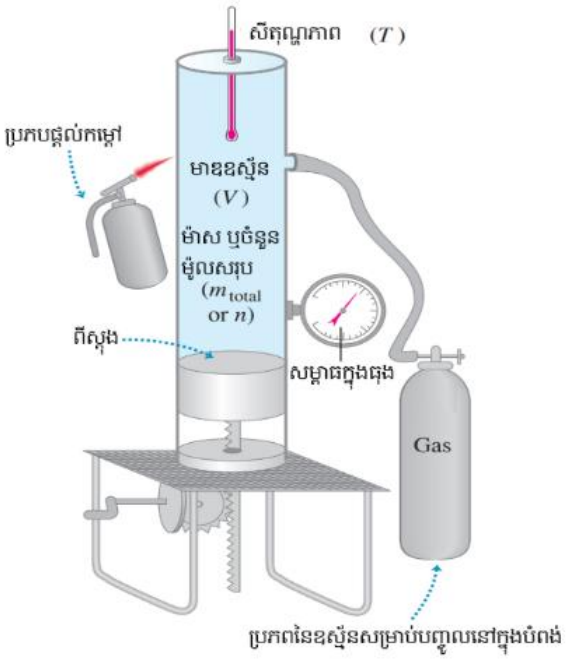
- ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានវិមាត្រតូចធៀបនឹងផ្ទៃធុង ហើយត្រូវបានចាត់ទុកជាចំណុចរូបធាតុ។
- ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នមានចលនាឥតឈប់ឈរ និងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ ដោយចលនាត្រង់ស្មើ ។
- ម៉ូលេគុលមានអំពើលើគ្នាតែក្នុងពេលប៉ះគ្នា ។
- ទង្គិចរវាងម៉ូលេគុលនឹងផ្ទៃធុងដែលផ្ទុកវាជាទង្គិចខ្លាត ។
- តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព។



រូបទី១៖ ចលនាម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងធុង

II. <u>សមីការគោលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ:</u>

ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាម៉ូលេគុលឧស្ម័នដែលត្រូវបានគេលើកយកមកសិក្សាធៀបនឹងម៉ូលេគុលឧស្ម័នផ្សេងទៀត ហើយត្រូវបានសន្មតថាវាគោរពនឹងច្បាប់នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ(ឬទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន) ។ ឧស្ម័នបរិសុទ្ធត្រូវបានកំណត់លក្ខណៈរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នគឺ សម្ពាធ (P) សីតុណ្ហភាព (T) មាឌ (V) និងចំនួនម៉ូលេគុលរបស់វា (N) ។ *ឧបមាថា* គេមានបំពង់នៃអុកស៊ីសែនដែលប្រើប្រាស់នៅក្នុងមន្ទីពេទ្យត្រូវបានភ្ជាប់ទៅនឹងពីស្តុងអាចលិតបាននៅផ្នែកខាងក្រោម ដូចបង្ហាញនៅក្នុងរូបភាពទី២ ខាងក្រោម ។



រូបទី២៖ បំពង់ផ្ទុកអុកស៊ីសែន

- ភាពនៃឧស្ម័ន គឺជាទំហំមួយសំគាល់ សម្ពាធមាឌ សីតុណ្ហភាព និងម៉ាសសរុបរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅលក្ខខណ្ឌណាមួយ។

ចំពោះម៉ាសសរុបនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងគឺ $\boxed{m_{total} = nM}$

✓ ឆ្លងតាមការខាស់លក្ខណៈនៃឧស្ម័នផ្សេងៗ ដាំគេសន្និដ្ឋានចំនួនបីករណី ៖

i. សម្ពាធនៃឧស្ម័នសមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូលេគុល N ។ បើសិនជាយើងបង្កើនចំនួនម៉ូលេគុល N ពីរដង ដោយរក្សាមាឌ និងសីតុណ្ហភាពមានតម្លៃថេរ នោះសម្ពាធ ត្រូវបានកើនឡើងពីរដង ($P \propto N$) ។

ii. សម្ពាធដាច់ខាតនៃសម្ពាធ P ច្រាសសមាមាត្រទៅនឹងមាឌ V ។ បើសិនជាយើងបង្កើនសម្ពាធពីរដង នៅអំឡុងពេលរក្សាសីតុណ្ហភាព និងចំនួនម៉ូលលេគុលថេរ មាឌឧស្ម័នត្រូវបានថយចុះពាក់កណ្តាលមាឌដើម $\left(P \propto \frac{1}{V}\right)$ ។

iii. សម្ពាធ P សមាមាត្រទៅនឹងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត T ។ បើសិនជាយើងបង្កើនសីតុណ្ហភាពពីរដង ដោយរក្សាមាឌ និងចំនួនម៉ូលេគុលឲ្យមានតម្លៃថេរ សម្ពាធត្រូវបានកើនឡើងពីរដង $(P \propto T)$ ។

ដោយផ្អែកលើករណីទាំងបីខាងលើយើងបាន៖ $P \propto \frac{NT}{V}$ ។

ដើម្បីឲ្យទំហំសមាមាត្រមានតម្លៃស្មើគ្នា គេត្រូវបន្ថែមមេគុណទៅឲ្យអង្គខាងស្តាំ ដែលមេគុណនោះមានឈ្មោះថា ថេរប៊ុលស្មាន់ $(Boltzmann\ Constant)$ មាននិមិ្តតសញ្ញា k_b ។

យើងបាន: $P = k_b \frac{NT}{V}$ ឬ $\boxed{PV = Nk_bT}$ (១)

ដោយ $N = nN_A$ ជំនួសក្នុង (១)

នោះ $PV = \left(nN_A\right)k_bT$

ហើយ : $R = N_Ak_b$

នាំឲ្យ : $\boxed{PV = nRT}$ (២)

❖ សមីការ (១) និង(២) ហៅថាសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

- P : សម្ពាធនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង (Pa)
- V : មាឌនៃធុងផ្ទុកឧស្ម័ន $\left(\text{m}^3\right)$
- n : ចំនួនម៉ូល (mol)
- N : ចំនួនម៉ូលេគុល (ម៉ូលេគុល)
- $R = 8.31\text{J/mol•K}$: ថេរឧស្ម័ន
- $N_A = 6.02\times10^{23}$ អាតូម /mol
- $k_b = 1.38\times10^{-31}\text{J/K:}$: ថេរប៊ុលស្មាន់
- T : សីតុណ្ហភាព (K)

ឧទាហរណ៍ទី១ គណនាមាឌនៃធុងមួយដែលផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន $n = 1\ \text{mol}$ នៅសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធស្តង់ដា (STP) មានតម្លៃ $t = 0\ ^\circ\text{C}$ និង $P = 1\ \text{atm}$ ។

ដំណោះស្រាយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

  នៅក្នុងលំហាត់នេះពាក់ព័ន្ធនឹងម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធតែមួយភាព ដែលបានបញ្ជាក់ពីចំនួនម៉ូល នៅលក្ខខណ្ឌសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធស្តង់ដា (STP) មានតម្លៃ $t = 0^{o}\text{C}$ និង $P = 1.00\text{atm}$ ។ ដូចនេះ យើងប្រើសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $PV = nRT$ ដើម្បីទាញរកមាឌ V បាន ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

  ដើម្បីគណនាមាឌនៃឧស្ម័ន V យើងត្រូវប្រើសមីការភាពនៃឧស្ម័ន $PV = nRT$ ។

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

  គណនាមាឌនៃឧស្ម័ន V

  តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ:

  $$PV = nRT$$

  នាំឲ្យ : $V = \dfrac{nRT}{P}$

  ដោយ: $n = 1\text{ mol}$

  $: R = 8.31\text{ J/mol}\cdot\text{K}$

  $: T = 273 + t = 273 + 0 = 273\text{ K}$

  $: P = 1\text{ atm} = 10^{5}\text{ Pa}$

  យើងបាន: $V = \dfrac{(1\text{ mol})(8.31\text{ J/mol}\cdot\text{K})(273\text{ K})}{10^{5}\text{ Pa}}$

  $$= 0.0224\text{ m}^{3}$$

  ដូចនេះ មាឌនៃឧស្ម័ន $V = 0.0224\text{ m}^{3}$ ។

- ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

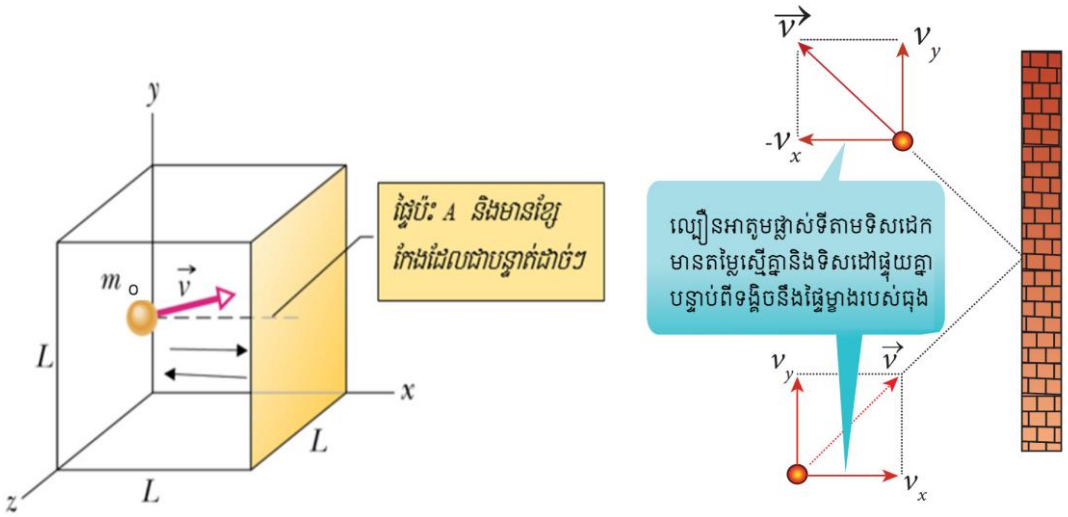
  ឆ្លងតាមការគណនារកតម្លៃមាឌនៃឧស្ម័ន ចំពោះបាតុភូតនៅក្នុ ងលំហាត់នេះ គឺតម្លៃមាឌត្រឹមត្រូវ ព្រោះវាត្រូវបានផ្ទៀងផ្ទាត់ចម្លើយជាមួយនឹងទ្រឹស្តីនៅក្នុងមេរៀនដែលយើងធ្លាប់បាន

រៀនពីមុនមកនៅក្នុងមុខវិទ្យាគីមីវិទ្យា សម្រាប់លក្ខខណ្ឌស្តង់ដានៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធ (STP) ៖

- សម្ពាធស្តង់ដា: $P = 1\text{atm}$
- សីតុណ្ហភាពស្តង់ដា: $t = 0^o$
- មាឌនៅក្នុងមួយម៉ូល: $V_m = 22.4\text{L/mol}$ ។

III. សម្ពាធរបស់ឧស្ម័នឥដ្ឋនៃឧស្ម័ន

ដើម្បីគណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម យើងត្រូវប្រើរូបមន្តសម្ពាធនៃផ្ទៃធុងដែលមានបង្កើតឡើង ដោយកម្លាំងនៃម៉ូលេគុល F មានអំពើលើផ្ទៃ A ដែលមានរូបមន្ត $P = \frac{F'}{A}$ ។



រូបទី២៖ ក. ចលនាអាតូមរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងធុង ដែលផ្លាស់ទីនៅក្នុងតម្រុយ (xyz) ខ. វិថីទំរល្បឿនរបស់អាតូមបន្ទាប់ពីទង្គិចនឹងផ្ទៃធុង

- ទង្គិចរវាងអាតូមឧស្ម័ន និងផ្ទៃធុងនាំឲ្យមានបម្រែបម្រួលបរិមាណចលនា ។

តាមរូបមន្ត : $F_{av}\Delta t = \Delta p_x$

នាំឲ្យ : $F_{av} = \frac{\Delta p_x}{\Delta t}$

ដោយ : $\Delta p_x = (-m_o v_{xi}) - (+m_o v_{xi}) = -2m_o v_{xi}$

: $\Delta t = \frac{2L}{v_{xi}}$ ← $\Delta t = t - t_o$ ព្រោះ $t_o = 0\text{s}$ និង $t = \frac{d_{total}}{v_{xi}} = \frac{2L}{v_{xi}}$

យើងបាន: $F_{av}=\dfrac{-2m_o v_{xi}}{\left(\dfrac{2L}{v_{xi}}\right)}=-\dfrac{m_o v_{xi}^2}{L}$

តាមច្បាប់ទី៣ញូតុន : $F'_{av}=-F_{av}=\dfrac{m_o v_{xi}^2}{L}$

(F'_{av} គឺជាកម្លាំងដែលផ្ទៃធុងរង ហើយមានទិសដៅផ្ទុយពីកម្លាំងអាតូមមានអំពើលើផ្ទៃធុង F_{av})

➢ កម្លាំងបង្កើតឡើងដោយម៉ូលេគុលសរុប ៖ $F'=\dfrac{m_o v_{x1}^2}{L}+\dfrac{m_o v_{x2}^2}{L}+\dfrac{m_o v_{x3}^2}{L}+.....$

$$=\frac{m_o}{L}\left(v_{x1}^2+v_{x2}^2+v_{x3}^2+.....\right)$$
$$=\frac{m_o}{L}\left[N\times\left(v_x^2\right)_{av}\right]$$
$$=\frac{m_o N\left(v_x^2\right)_{av}}{L}$$

ហើយ : $\left(v^2\right)_{av}=\left(v_x^2\right)_{av}+\left(v_y^2\right)_{av}+\left(v_z^2\right)_{av}=3\left(v_x^2\right)_{av}$

ព្រោះ $\left(v_x^2\right)_{av}=\left(v_y^2\right)_{av}=\left(v_z^2\right)_{av}$ នាំឲ្យ : $\left(v_x^2\right)_{av}=\dfrac{1}{3}\left(v^2\right)_{av}$

យើងបាន: $F'=\dfrac{m_o N\left(v^2\right)_{av}}{3L}$

- សម្ពាធរងដោយផ្ទៃធុង: $P=\dfrac{F'}{A}=\dfrac{\dfrac{Nm_o\left(v^2\right)_{av}}{3L}}{A}=\dfrac{Nm_o\left(v^2\right)_{av}}{3V}=\dfrac{1}{3}\dfrac{N}{V}m_o\left(v^2\right)_{av}$

តែ: $K_{av}=\dfrac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}\Rightarrow P=\dfrac{2}{3}\dfrac{N}{V}K_{av}$

ដូចនេះ សម្ពាធសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នដែលមានអំពើលើផ្ទៃនៃធុងគឺ

$$\boxed{P=\frac{1}{3}\frac{N}{V}m_o\left(v^2\right)_{avg}=\frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av}}\quad (៣)$$

– P : សម្ពាធឧស្ម័ននៅក្នុងធុង (Pa)

– V : មាឌនៃធុងផ្ទុកឧស្ម័ន (m^3)

– N :ចំនួនម៉ូលេគុល (ម៉ូលេគុល)

– $m_o=\dfrac{m}{N}$: ម៉ាសក្នុងម៉ូលេគុល (kg)

– K_{av} : ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម (J)

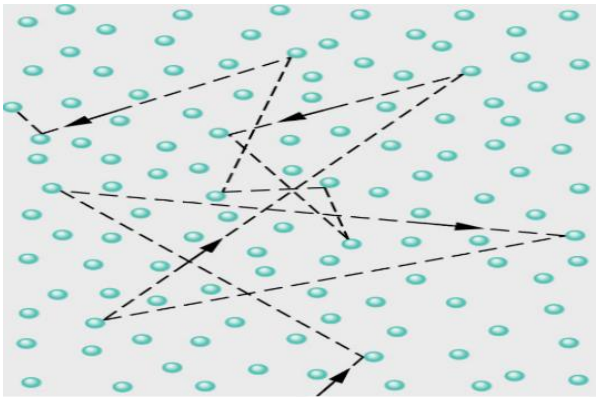
– $\left(v^2\right)_{avg}$: មធ្យមនៃការ៉េល្បឿន $(\mathrm{m/s})^2$

– $p=mv$: បរិមាណចលនា $(\mathrm{kg\cdot m/s})$

– v_{rms} : ល្បឿនប្រសិទ្ធ $(\mathrm{m/s})$

- **ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃអាតូមច្រើន ឬម៉ូលេគុលសរុប**

ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃអាតូមច្រើន ឬម៉ូលេគុល សរុប គឺជាផលគុណរវាងចំនួនម៉ូលេគុលសរុប ជាមួយនឹងថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម ។



រូបទី៣៖ ចលនាអាតូម១ស្ថិតនៅក្នុងលំហនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នច្រើននៅក្នុងធុងដែលកំពុងតែផ្លាស់ទី

– យើងមានថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម: $\boxed{K_{av}=\frac{1}{2}m_o(v^2)_{av}=\frac{3}{2}k_bT}$ (៤)

– យើងបានថាមពលស៊ីនេទិចសរុប: $\boxed{K=Nk_{av}=\frac{3}{2}Nk_bT=\frac{1}{2}Nm_o\left(v^2\right)_{avg}}$ (៥)

(K: ថាមពលស៊ីនេទិចសរុប(J))

ឧទាហរណ៍ទី២

ធុងមួយត្រូវបានប្រើសម្រាប់ដាក់ឧស្ម័នអេល្យូមដែលមានមាឌ $V=0.30\ \mathrm{m}^3$ និងចំនួនម៉ូល $n=2.00\ \mathrm{mol}$ នៅសីតុណ្ហភាព $20.0\ ^oC$ ។ សន្មតថា ឧស្ម័នអេល្យូមជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។

ក. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូម ។

ខ. បើសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះ កើនឡើងពីរដង តើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលនេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន ? ចូរប្រៀបធៀបថាមពលមធ្យមនេះទៅនឹងថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមដើម (ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៅសីតុណ្ហភាព $20.0\ ^oC$) ។

ដំណោះស្រាយ

➢ ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

ឧបមាថា វត្ថុមួយមានម៉ាស (m_o) និងកំពុងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន $(\vec{v})$នោះវាមានថាមពលស៊ីនេទិច $k_{av}=\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}$ ។ នៅពេលម៉ូលេគុលឧស្ម័នស្ថិតនៅក្នុងធុង វាមានចលនាឥតឈប់ឈរ និងអំពើលើគ្នាទៅវិញទៅមក ។ ចលនារបស់ម៉ូលេគុលនោះអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព (T) ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព (មើលចំណុចទី៥ នៃទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន) កំណត់ដោយរូបមន្ត $K_{av}=\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}=\frac{3}{2}k_bT$ ។

➢ ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីគណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម យើងត្រូវប្រើរូបមន្ត $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$ ។

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូម

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ: $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

$:T=t+273=20.0+273=293.0\ \text{K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}\left(1.38\times10^{-23}\text{J/K}\right)\left(293.0\text{K}\right)$

$=6.07\times10^{-21}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូមគឺ $K_{av}=6.07\times10^{-21}\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនេះមានតម្លៃបើសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះកើនឡើងពីរដង

តាមរូបមន្ត : $K'_{av}=\frac{3}{2}k_bT'$

ដោយ: $k_b = 1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

: $T' = t' + 273 = 2\times20.0 + 273 = 313.0\ \text{K}$

យើងបាន: $K'_{av} = \frac{3}{2}\left(1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}\right)\left(313.0\ \text{K}\right)$

$= 6.46\times10^{-21}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមពេលសីតុណ្ហភាព

កើនឡើងពីរដងគឺ $K'_{av} = 6.46\times10^{-21}\ \text{J}$ ។

- ប្រៀបធៀបថាមពលស៊ីនេទិច៖
  - ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូមនៅសីតុណ្ហភាព 20.0^{o}C គឺ

    $K_{av} = 6.07\times10^{-21}\text{J}$ ។
  - ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូមនៅសីតុណ្ហភាព 40.0^{o}C គឺ

    $K'_{av} = 6.46\times10^{-21}\text{J}$ (២)

    យក (២) ចែក (១)៖ $\frac{K'_{av}}{K_{av}} = \frac{6.46\times10^{-21}\text{J}}{6.07\times10^{-21}\text{J}}$

    $\frac{K'_{av}}{K_{av}} = 1.06$

    $K'_{av} = 1.06K_{av}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលមធ្យមនៅពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើងពីរដងគឺមានតម្លៃធំជាងថាមពលស៊ីនេទិចដើម ដែលកំណត់ដោយ $K'_{av} = 1.06K_{av}$ ។

- ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

  ឆ្លងតាមការប្រៀបធៀបថាមពលស៊ីនេមធ្យមទិចនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នយើងសង្កេតឃើញថា ថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលមធ្យមនៅពេលសីតុណ្ហភាពកើនឡើងពីរដងគឺមានតម្លៃធំជាងថាមពលស៊ីនេទិចដើម ដែលផ្ទៀងផ្ទាត់ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន។

IV. ល្បឿនប្រសិទ្ធ ឬ ឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម

យើងមាន $v_{rms}=\sqrt{(v^2)_{avg}}$

តាម(៤): $\frac{1}{2}m_o(v^2)_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

នាំឲ្យ : $(v^2)_{av}=\frac{3k_bT}{m_o}$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{(v^2)_{av}}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$

ដែល: $m_o=nM=\frac{N}{N_a}M=\frac{1}{N_a}M=\frac{M}{N_a}$ (សម្រាប់ឧស្ម័ន១ម៉ូលេគុល N=1)

នោះ $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{M/Na}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ $\boxed{v_{rms}=\sqrt{(v^2)_{avg}}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}}$ (៦)

(v_{rms} : ល្បឿនប្រសិទ្ធ (m/s))

ឧទាហរណ៍ទី៣

គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនមានម៉ាសក្នុងម៉ូលេគុល $m_o=5.31\times10^{-26}$ kg និងស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាព $t=27.0\ ^oC$ ។

គេឲ្យ $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$, $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$, $M_{O_2}=16.0\ \text{g/mol}$

ចម្លើយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

  នៅក្នុងលំហាត់នេះចង់ឲ្យយើង គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធ v_{rms} ឬ ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេល្បឿន $\sqrt{(v^2)_{avg}}$ ដែលត្រូវបានគេប្រើដើម្បីកំណត់ល្បឿនរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលកំពុងតែមានចលនាអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព T ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីគណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន យើងត្រូវប្រើរូបមន្ត $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$ ។

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែន

- របៀបទី១

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$

ដោយ: $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

$:T=t+273=27.0+273=300.0\ \text{K}$

$:m_o=5.31\times10^{-26}\ \text{kg}$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\left(1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}\right)\left(300\ \text{K}\right)}{5.31\times10^{-26}\ \text{kg}}}$

$=484\ \text{m/s}$

- របៀបទី២

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M_{O_2}}}$

ដោយ: $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$:T=t+273=27.0+273=300.0\ \text{K}$

$:M_{O_2}=32.0\ \text{g/mol}=32.0\times10^{-3}\ \text{kg/mol}$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\left(8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}\right)\left(300\ \text{K}\right)}{32.0\times10^{-3}\ \text{kg/mol}}}$

$=484\ \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនគឺ $v_{rms}=484\ \text{m/s}$ ។

- ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

យើងសង្កេតឃើញថាល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនគឺមានតម្លៃធំមួយជាក់លាក់នៅសីតុណ្ហភាព 27^oC ហើយល្បឿនប្រសិទ្ធនេះនឹងកាន់តែមានតម្លៃធំជាងនេះទៅទៀតបើសិនជាសីតុណ្ហភាពរបស់វាកើនឡើង (ដោយផ្អែកលើកន្សោមរូបមន្តល្បឿនប្រសិទ្ធ $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$)។

រំឭករូបមន្តដាក់ឧទាហរណ៍ចំនួនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន:

- ការរៃនៃល្បឿនមធ្យម

$$(v^2)_{av}=\frac{v_1^{\,2}+v_1^{\,2}+.....+v_N^{\,2}}{N}$$

- ម៉ាសមាឌ: $\rho=\frac{m}{V}$
- ដង់ស៊ីតេចំនួនម៉ូលេគុល: $d=\frac{N}{V}$
- ចំនួនម៉ូល: $n=\frac{N}{N_a}=\frac{V}{V_m}=\frac{m}{M}$
- ម៉ាសសរុបនៃម៉ូលេគុលច្រើន: $m=Nm_o$
  - សម្ពាធ: $P=\frac{F}{A}$
  - បម្រែបម្រួលអាំពុលស្បុង: $F_{av}.\Delta t=\Delta p$
  - ល្បឿនមធ្យម: $v=\frac{d_{total}}{t_{total}}$
  - ទ្រឹស្តីបទកម្មន្តថាមពល:

$$W=\Delta K=\frac{1}{2}mv_2^{\,2}-\frac{1}{2}mv_1^{\,2}$$

- **ការបំលែងសីតុណ្ហភាព រវាង ^{0}C, K និង ^{0}F:**

$T(\mathrm{K}) = t(^0\mathrm{C}) + 273$	$t_{(^0C)} = \frac{5}{9}T_{(^0F)} - 17.77$	$F_{(^0F)} = \frac{9}{5}t_{(^0C)} + 32$

- **លក្ខខណ្ឌស្តង់ដា :**

នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌស្តង់ដានៃសីតុណ្ហភាព និងសម្ពាធ (STP) ៖

- សម្ពាធស្តង់ដា: $P = 1\mathrm{atm}$
- សីតុណ្ហភាពស្តង់ដា: $t = 0^o$
- មាឌនៅក្នុងមួយម៉ូល: $V_m = 22.4\mathrm{L/mol}$ ។

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. ក. តើចំនួនអាតូមឧស្ម័នអេល្យូមអាតូមប៉ុន្មាន ដើម្បីបំពេញនៅក្នុងស្វ៊ែរមួយដែល មានអង្កត់ផ្ចិត $30.0\ \text{cm}$ នៅសីតុណ្ហភាព $20.08\ ^{\circ}\text{C}$ និងមានសម្ពាធ $1.00\ \text{atm}$ ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលអេល្យូមនេះ។

គ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអេល្យូមនេះ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាចំនួនអាតូមអេល្យូម

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ : $PV = Nk_bT$

នាំឲ្យ : $N = \dfrac{PV}{k_bT}$

ដោយ: $P = 1.00atm = 10^5\,\text{Pa}$

$$:V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{30\times10^{-2}}{2}\right)^3 = 0.014\text{m}^3$$

$$:k_b = 1.38\times10^{-23}\,\text{J/K}$$
$$:T = 273+t = 273+20.8 = 293.08\text{K}$$

យើងបាន: $N = \dfrac{10^5\times0.014}{1.38\times10^{-23}\times293.08}$

$= 3.46\times10^{23}$ អាតូម

ដូចនេះ ចំនួនអាតូមអេល្យូមគឺ $N = 3.46\times10^{23}$ អាតូម ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលអាតូមអេល្យូម

តាមរូបមន្ត : $K = \dfrac{3}{2}Nk_bT$

ដោយ : $N = 3.46\times10^{23}$ អាតូម

$$:k_b = 1.38\times10^{-23}\,\text{J/K},$$
$$:T = 273+t = 273+20.8 = 293.08\text{K}$$

យើងបាន: $K = \frac{3}{2}\left(3.46\times10^{23}\times1.38\times10^{-23}\times293.08\right)$

$= 2099.10\text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលអាតូមអេល្យូមគឺ $K = 2099.10\text{J}$ ។

គ.គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអេល្យូមនេះ

តាមរូបមន្ត : $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{He}}}$

ដោយ: $R = 8.31\text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: T = 293.08\text{K},$

$: M_{He} = 4g/mol = 4\times10^{-3}\text{kg/mol}$

យើងបាន: $v_{rms} = \sqrt{\frac{3\times8.31\times293.08}{4\times10^{-3}}}$

$= 1351.52\text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអេល្យូមនេះគឺ $v_{rms} = 1351.52\text{m/s}$ ។

2. ស៊ីឡាំងមួយមានល្បាយនៃឧស្ម័នអេល្យូម និងឧស្ម័នអាកុងមានលំនឹងសីតុណ្ហភាព $15\ ^{\circ}\text{C}$ ។

គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃ១ម៉ូលេគុលនៃប្រភេទនីមួយៗ។

ខ. ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃនៃប្រភេទនីមួយៗនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃ១ម៉ូលេគុលនៃប្រភេទនីមួយៗ

– ចំពោះឧស្ម័នអេល្យូម:

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ : $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

: $T=t+273=273+15=288\ \text{K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}\left(1.38\times10^{-23}\times288\right)$

$=596.16\times10^{-23}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃអេល្យូមគឺ $K_{av}=596.16\times10^{-23}\ \text{J}$ ។

– ចំពោះឧស្ម័នអាកុង:

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ : $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $T=t+273=15+273=288\ \text{K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}1.38\times10^{-23}\times288$

$=596.16\times10^{-23}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃឧស្ម័នអាកុងគឺ $K_{av}=596.16\times10^{-23}\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃប្រភេទនីមួយៗនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

– ចំពោះឧស្ម័នអេល្យូម

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M_{He}}}$

ដោយ : $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: T = 273 + t = 273 + 15 = 288\ \text{K}$

$: M_{He} = 4\ \text{g/mol} = 4 \times 10^{-3}\ \text{kg/mol}$

យើងបាន: $v_{rms} = \sqrt{\dfrac{3 \times 8.31 \times 288}{4 \times 10^{-3}}}$

$= 1339.76\ \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃឧស្ម័នអេល្យូមគឺ $v_{rms} = 1339.76\ \text{m/s}$ ។

– ចំពោះឧស្ម័នអាកុង

តាមរូបមន្ត : $v_{rms} = \sqrt{\dfrac{3RT}{M_{Ar}}}$

ដោយ : $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$

$: T = 273 + t = 273 + 15 = 288\text{K}$

$: M_{He} = 39.94\text{g/mol} = 39.94 \times 10^{-3}\text{kg/mol}$

យើងបាន: $v_{rms} = \sqrt{\dfrac{3 \times 8.31 \times 288}{39.94 \times 10^{-3}}}$

$= 424\text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃឧស្ម័នអាកុងគឺ $v_{rms} = 424\text{m/s}$ ។

3. ក. តើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅសីតុណ្ហភាព 27°C មានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល ។

គ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព 27°C ។

ដំណោះស្រាយ

ក . គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅ 27°C

សីតុណ្ហភាព 27°C

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ: $k_b=1.38\times10^{-23}\text{J/K}$

: $T=273+t=273+27=300\text{ K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}\times1.38\times10^{-23}\times300$

$=6.21\times10^{-21}\text{ J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុល ឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅសីតុណ្ហភាព $27\ ^{o}\text{C}$ គឺ

$K_{av}=6.21\times10^{-21}\text{ J}$ ។

ខ . គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល

តាមរូបមន្ត : $K=NK_{av}$

ដោយ : $K_{av}=6.21\times10^{-21}\text{ J}$

: $N=nN_a=1\times6.02\times10^{23}=6.02\times10^{23}$ ម៉ូលេគុល

យើងបាន: $K=6.02\times10^{23}\times6.21\times10^{-21}$

$=3740\text{ J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធ មួយម៉ូលគឺ $K=3740\text{J}$ ។

គ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព 27°C

តាមរូបមន្ត : $V_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M_{O_2}}}$

ដោយ: $R=8.31\text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $T=273+t=273+27=300\text{K}$

: $M_{O_2}=2\times16\text{ g/mol}=32\times10^{-3}\text{ kg/mol}$

យើងបាន: $V_{rms}=\sqrt{\frac{3\times8.31\times300}{32\times10^{-3}}}$

$= 484.45 \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព 27°C គឺ

$$V_{rms} = 484.45 \text{ m/s}$$ ។

4. បាឡុងមួយមានរាងជាស្វ៊ែរដែលមានមាឌ $4 \times 10^{3} \text{cm}^{3}$ បានផ្ទុកម៉ូលេគុលអេល្យូមនៅសម្ពាធ $1.2 \times 10^{5} \text{Pa}$ ។ គណនាចំនួនម៉ូលេគុលអេល្យូម បើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃអាតូមអេល្យូមនេះគឺ $3.60 \times 10^{-22} \text{J}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាចំនួនម៉ូលេគុលអេល្យូម

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT$

នាំឲ្យ : $n = \dfrac{PV}{RT}$ (១)

ដោយ : $P = 1.2 \times 10^{5} \text{Pa}$

: $V = 4 \times 10^{3} \text{cm}^{3} = 4 \times 10^{3} \times 10^{-9} \text{m}^{3} = 4 \times 10^{-6} \text{m}^{3}$

: $T = ?$

-រកតម្លៃសីតុណ្ហភាព $T = ?$

តាមរូបមន្ត : $K_{av} = \dfrac{3}{2} k_b T \Leftrightarrow T = \dfrac{2K_{av}}{3k_b}$

ដោយ : $K_{av} = 3.60 \times 10^{-22} \text{J}, k_b = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$

យើងបាន: $T = \dfrac{2 \times 3.60 \times 10^{-22}}{3 \times 1.38 \times 10^{-23}} = 17.40 \text{K}$

តាម.(១): $n = \dfrac{1.2 \times 10^{5} \times 4 \times 10^{-6}}{8.31 \times 17.40} = 0.003 \text{mol}$

ដូចនេះ ចំនួនម៉ូលេគុលអេល្យូមគឺ $n = 0.003 \text{mol}$ ។

5. ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែនមួយ (O_2) នៅក្នុងធុងមួយនៃអុកស៊ីសែនឧស្ម័នគឺ $625\ \text{m/s}$ ។

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពឧស្ម័ននេះ។

ខ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន (H_2) នៅសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា។

គេឲ្យ $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$, $M_{O_2} = 32\ \text{g/mol} = 32\times10^{-3}\ \text{kg/mol}$, $M_{H_2} = 2\times10^{-3}\ \text{kg/mol}$

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $v_{rms} = \sqrt{\dfrac{3RT}{M_{(O_2)}}} \Rightarrow T = \dfrac{M_{(O_2)}(v_{rms})^2}{3R}$

ដោយ : $M_{O_2} = 2\times16\ \text{g/mol} = 32\times10^{-3}\ \text{kg/mol}$

: $v_{rms} = 625\ \text{m/s}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T = \dfrac{32\times10^{-3}\times(625)^2}{3\times8.31}$

$= 501.40\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពឧស្ម័នៈគឺ $T = 501.40\ \text{K}$ ។

ខ. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន (H_2) នៅសីតុណ្ហភាពដូចគ្នា $(T = 501.40\text{K})$

តាមរូបមន្ត : $v_{rms} = \sqrt{\dfrac{3RT}{M_{H_2}}}$

ដោយ : $M_{H_2} = 2\text{g/mol} = 2\times10^{-3}\ \text{kg/mol}$

: $T = 501.40\ \text{K}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\times 8.31\times 501.40}{2\times 10^{-3}}}$

$=2450\ \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន (H_2) គឺ $v_{rms}=2450\ \text{m/s}$ ។

6.

បំពង់មួយដែលមានផ្ទុកឧស្ម័ន $7.00\ \text{L}, 3.50\ \text{mol}$ ក្រោមសម្ពាធ $1.60\times 10^6\ \text{Pa}$ ។

គណនា៖

ក. សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន

ខ. ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នក្នុងបំពង់នោះ និង

គ. មធ្យមនការ៉េល្បឿនម៉ូលេគុលឧស្ម័ន បើសិនជាបំពង់នោះផ្ទុកឧស្ម័ន 30ម៉ូលេគុល និងមានម៉ាសរុប $200\ \text{g}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ : $PV=nRT\Rightarrow T=\frac{PV}{nR}$

ដោយ : $P=1.60\times 10^6\ \text{Pa}$

: $V=7L=7\times 10^{-3}\ \text{m}^3$

: $n=3.50\ \text{mol}$

: $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T=\frac{1.60\times 10^6\times 7\times 10^{-3}}{3.50\times 8.31}$

$=0.385\times 10^3$

$=385\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នគឺ $T=385\ \text{K}$ ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននេះ

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ : $k_b=1.38\times10^{-23}\text{J/K}$

: $T=385\text{ K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}1.38\times10^{-23}\times385$

$=796.95\times10^{-23}\text{ J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នគឺ $K_{av}=796.95\times10^{-23}\text{ J}$ ។

គ. គណនាមធ្យមនៃការ៉េល្បឿននៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}$

នាំឲ្យ : $\left(v^2\right)_{av}=\frac{2k_{av}}{m_o}$

ដោយ : $K_{av}=796.95\times10^{-23}\text{ J}$

: $m_o=\frac{m}{N}=\frac{200\times10^{-3}}{30}=6.66\times10^{-3}\text{ kg}$

យើងបាន: $\left(v^2\right)_{av}=\frac{2\times796.95\times10^{-23}}{6.66\times10^{-3}}$

$=239.32\times10^{-20}\left(\text{m/s}\right)^2$

ដូចនេះ មធ្យមនៃការ៉េល្បឿននៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ $\left(v^2\right)_{av}=239.32\times10^{-20}\left(\text{m/s}\right)^2$ ។

7. នៅក្នុងអំឡុងពេល 1.00s ឧស្ម័ននីត្រូសែនចំនួន 5×10^{23} ម៉ូលេគុលបានទៅទង្គិចជាមួយជញ្ជាំងមួយដែលមានផ្ទៃ 8.00 cm^2 ។ សន្មតថាម៉ូលេគុលនេះផ្លាស់ទីដោយល្បឿន 300 m/s និងទង្គិចទៅនឹងចុងនៃជញ្ជាំងគឺជាទង្គិចខ្នាត។ គណនាសម្ពាធដែលអនុវត្តទៅលើជញ្ជាំង។

គេឲ្យម៉ាសនៃ១ម៉ូលេគុលនីត្រូសែន N_2 គឺ $4.65\times10^{-26}\text{kg}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាសម្ពាធដែលអនុវត្តទៅលើជញ្ជាំង:

តាមរូបមន្ត : $P=\frac{F}{A}$

ដោយ : $A=8\text{cm}^2=8\times10^{-4}\text{m}^2$,

: $F=\frac{2mv}{\Delta t}=\frac{2(Nm_o)v}{\Delta t}=\frac{2\left(5\times10^{23}\times4.65\times10^{-26}\right)300}{1.00}=13.95\text{N}$

យើងបាន: $P=\frac{13.95}{8\times10^{-4}}$

$=1.74\times10^4\text{Pa}$

ដូចនេះ សម្ពាធដែលអនុវត្តទៅលើជញ្ជាំងគឺ $P=1.74\times10^4\text{Pa}$ ។

8. ឧស្ម័នអេល្យូម (He) មួយស្ថិតនៅក្នុងលំនឹងកម្តៅ ដែលមានសីតុណ្ហភាព 4.20 K ទោះបីជាវាផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាពយ៉ាងណាក៏ដោយ គំរូឧស្ម័ននៅតែជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។ គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអាតូមអេល្យូមដែលមានម៉ាស $6.64\times10^{-27}\text{kg}$ ដដែល ។

ដំណោះស្រាយ

កំណត់ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអាតូមអេល្យូម:

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$

ដោយ : $k_b=1.38\times10^{-23}\text{J/K}$

: $T=4.20\text{K}$

: $m_o=6.64\times10^{-27}\text{kg}$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\times1.38\times10^{-23}\times4.20}{6.64\times10^{-23}}}$

$=1.61\text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអាតូមអេល្យូមគឺ $v_{rms}=1.61\ \text{m/s}$ ។

9. គណនាសីតុណ្ហភាពនៅពេលដែលឧស្ម័នអេល្យូមក្នុងករណី៖

ក. ល្បឿនប្រសិទ្ធភាយពីចេញភពផែនដីនៃឧស្ម័នអេល្យូម $1.12\times10^{4}\ \text{m/s}$ ។

ខ. ល្បឿនប្រសិទ្ធរត់ពីចេញព្រះច័ន្ទនៃឧស្ម័នអេល្យូម $2.37\times10^{3}\ \text{m/s}$ ។

គេឲ្យម៉ាសអាតូមអេល្យូមគឺ $6.64\times10^{-27}\ \text{kg}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នអេល្យូម:

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{\dfrac{3k_bT}{m_o}}$

នាំឲ្យ : $T=\dfrac{m_o\left(v_{rms}\right)^2}{3k_b}$

ដោយ : $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

: $m_o=6.64\times10^{-27}\ \text{kg}$

ក. $v_{rms}=1.12\times10^{4}\ \text{m/s}$

យើងបាន: $T=\dfrac{6.64\times10^{-27}\left(1.12\times10^{4}\right)^2}{3\times1.38\times10^{-23}}$

$=2.01\times10^{4}\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នអេល្យូមគឺ $T=2.01\times10^{4}\ \text{K}$ ។

ខ. $v_{rms}=2.37\times10^{3}\text{m/s}$

យើងបាន: $T=\dfrac{6.64\times10^{-27}\left(2.37\times10^{3}\right)^2}{3\times1.38\times10^{-23}}$

$=9\times10^{2}\text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នអេល្យូមគឺ $T=2.01\times10^{2}\ \text{K}$ ។

10. មួយម៉ូលេគុលនៃ CO_2 មានម៉ាសម៉ូលេគុល $M_{CO_2}=44.0\ \text{g/mol}$ មាន

សីតុណ្ហភាព $T=300\ \text{K}$ ។ គណនា៖

ក. ថាមពលស៊ីនេទិចនៃមធ្យមនៃម៉ូលេគុល CO_2

ខ. មធ្យមនៃការេ $\left(v^2\right)_{av}$ នៃល្បឿន និង

គ . ល្បឿនប្រសិទ្ធ v_{rms} ។

គេឲ្យ: $N_a=6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}$ និង $R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

ដំណោះស្រាយ

ក . គណនាថាមពលស៊ីនេទិចនៃមធ្យមនៃម៉ូលេគុល CO_2

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{3}{2}k_bT$

ដោយ : $k_b=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$

$:T=300\ \text{K}$

យើងបាន: $K_{av}=\frac{3}{2}1.38\times10^{-23}\times300$

$=621\times10^{-23}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលស៊ីនេទិចនៃមធ្យមនៃម៉ូលេគុល CO_2 គឺ $K_{av}=621\times10^{-23}\ \text{J}$ ។

ខ .គណនាមធ្យមនៃការេនៃល្បឿន $\left(v^2\right)_{av}$

តាមរូបមន្ត : $K_{av}=\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}$

នាំឲ្យ : $\left(v^2\right)_{av}=\frac{2K_{av}}{m_o}$

ដោយ : $K_{av}=621\times10^{-23}\ \text{J}$

$:m_o=\frac{M_{CO_2}}{N_a}=\frac{44\times10^{-3}}{6.02\times10^{23}}=7.30\times10^{-26}\ \text{kg}$

យើងបាន: $\left(v^2\right)_{av}=\frac{2\times621\times10^{-23}}{7.30\times10^{-26}}=170.13\times10^3\ \left(\text{m/s}\right)^2$

ដូចនេះ មធ្យមនៃការេនៃល្បឿន $(v^2)_{av}$ គឺ $(v^2)_{av}=170.13\times10^3\ (\text{m/s})^2$ ។

គ . គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធ v_{rms}

តាមរូបមន្ត : $v_{rms}=\sqrt{(v^2)_{av}}$

ដោយ : $(v^2)_{av}=170.13\times10^3(\text{m/s})^2=170130\ (\text{m/s})^2$

យើងបាន: $v_{rms}=\sqrt{170130\ (\text{m/s})^2}=412.47\ \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿនប្រសិទ្ធ គឺ $v_{rms}=412.47\ \text{m/s}$ ។

11. ដង់ស៊ីតេនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ He នៅសីតុណ្ហភាព $0\ ^{o}\text{C}$ គឺ $\rho_o=0.179\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ។ បន្ទាប់មកសីតុណ្ហភាពកើនឡើងដល់ $100\ ^{o}\text{C}$ ដោយរក្សាសម្ពាធថេរ ។

គណនាដង់ស៊ីតេថ្មីនៃឧស្ម័ននេះ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាដង់ស៊ីតេថ្មីនៃឧស្ម័ននេះ

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV=nRT$

$$PV=\frac{m}{M}RT$$
$$P=\frac{m}{V}\frac{RT}{M}$$
$$P=\rho\frac{RT}{M}$$

- ចំពោះភាពដើម: $P_o=\rho_o\dfrac{RT_o}{M}$ (១)
- ចំពោះភាពស្រេច: $P_1=\rho_1\dfrac{RT_1}{M}$ (២)

យក(២) ដក (១) : $P_1-P_o=\rho_1\dfrac{RT_1}{M}-\rho_o\dfrac{RT_o}{M}$

ដោយរក្សាសម្ពាធថេរ: $P_1-P_o=0$

យើងបាន: $\rho_1 \frac{RT_1}{M} - \rho_o \frac{RT_o}{M} = 0$

$$\rho_1 \frac{RT_1}{M} = \rho_o \frac{RT_o}{M}$$
$$\rho_1 T_1 = \rho_o T_o$$
$$\rho_1 = \frac{\rho_o T_o}{T_1}$$

ហើយ : $\rho_o = 0.179 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

$$: T_1 = t_1 + 273 = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$
$$: T_o = t_o + 273 = 0 + 273 = 273 \text{ K}$$

នោះ $\rho_1 = \frac{0.179 \times 273}{373}$

$$= 0.13 \text{ kg/m}^3$$

ដូចនេះ គីដង់ស៊ីតេថ្មីនៃឧស្ម័នគឺ $\rho_1 = 0.13 \text{ kg/m}^3$ ។

12. គេដាក់ឧស្ម័ន $He(1 \text{ bar}, 4 \text{ L}, 300 \text{ K})$ និង $Ar\ (2 \text{ bar}, 1.5 \text{ L}, 450 \text{ K})$ ទៅក្នុងដបពីរផ្សេងគ្នា។ គណនាសីតុណ្ហភាពល្បាយ បើឧស្ម័នទាំងពីរប្រភេទត្រូវបានដាក់ទៅក្នុងដបតែមួយដែលមានមាឌ 10 L និងសម្ពាធ 1 bar ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពល្បាយ

នៅពេលដែលឧស្ម័នទាំងពីរប្រភេទត្រូវបានដាក់នៅក្នុងដបតែមួយ ពេលនោះ

ចំនួនម៉ូលនៃល្បាយសរុបគឺ $n = n_1 + n_2$ (១)

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}$

- ចំពោះឧស្ម័នអេល្យូម: $n_{He} = \frac{P_{He}V_{He}}{RT_{He}}$
- ចំពោះអាកុង: $n_{Ar} = \frac{P_{Ar}V_{Ar}}{RT_{Ar}}$

តាម(១) យើងបាន: $\frac{PV}{RT} = \frac{P_{He}V_{He}}{RT_{He}} + \frac{P_{Ar}V_{Ar}}{RT_{Ar}}$

$$\frac{1}{R}\left(\frac{PV}{T}\right)=\frac{1}{R}\left(\frac{P_{He}V_{He}}{T_{He}}+\frac{P_{Ar}V_{Ar}}{T_{Ar}}\right)$$

$$\frac{PV}{T}=\frac{P_{He}V_{He}}{T_{He}}+\frac{P_{Ar}V_{Ar}}{T_{Ar}}$$

$$\Rightarrow T=\frac{PV}{\left(\frac{P_{He}V_{He}}{T_{He}}+\frac{P_{Ar}V_{Ar}}{T_{Ar}}\right)}$$

ដោយ : $P=1\text{ bar}$

$:V=10\text{ L}$

$:P_{He}=1\text{ bar}$

$:V_{He}=4\text{ L}$

$:T_{He}=300\text{ K}$

$:P_{Ar}=2\text{ bar}$

$:V_{Ar}=1.5\text{ L}$

$:T_{Ar}=450\text{ K}$

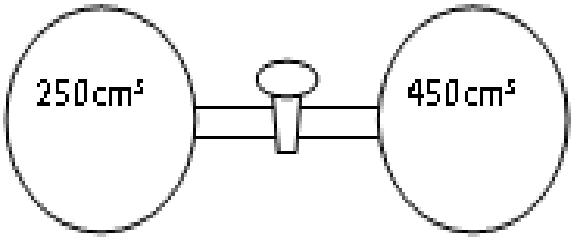
នាំឲ្យ : $T=\dfrac{1\times10}{\left(\frac{1\times4}{300}+\frac{2\times1.5}{450}\right)}$

$$=\frac{10}{\left(\frac{4}{300}+\frac{3}{450}\right)}$$

$$=508.48\text{ K}$$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពនៃល្បាយគឺ $T=508.48\text{ K}$ ។

13. គេមានដបពីរដែលតភ្ជាប់គ្នាដោយទុយោ និងខណ្ឌដោយរ៉ូប៊ីណេ(ដូចរូបខាងក្រោម) ។ ដបមួយផ្ទុកឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ដែលមានសម្ពាធ 760 mmHg ខណៈដែលដបមួយទៀតផ្ទុកឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលមានសម្ពាធ 1000 mmHg នៅពេលដែលរ៉ូប៊ីណេបើក ឧស្ម័នទាំងនោះបានលាយចូលគ្នា ។ គណនាសម្ពាធស្រេចនៃល្បាយឧស្ម័នរបស់ប្រព័ន្ធនោះ ។ ដោយសន្មតថាសីតុណ្ហភាពថេរគេអោយ $M_{H_2}=2\text{ g/mol}$, $M_{O_2}=32\text{ g/mol}$ ។



ដំណោះស្រាយ

គណនាសម្ពាធស្រេចនៃល្បាយរបស់ប្រព័ន្ធឧស្ម័ន

នៅបើកក្បាលរ៉ូប៊ីណេ ឧស្ម័ននៅក្នុងផ្នែកទាំងពីរដែលតភ្ជាប់គ្នាដោយទុយោ ពេលនោះចំនួនម៉ូលនៃប្រព័ន្ធគឺ $n = n_1 + n_2$ (១)

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT}, n_1 = \frac{P_1V_1}{RT_1}, n_2 = \frac{P_2V_2}{RT_2}$ យកជំនួសក្នុង(១)

យើងបាន: $\frac{PV}{RT} = \frac{P_1V_1}{RT_1} + \frac{P_2V_2}{RT_2}$

$$\frac{1}{RT}(PV) = \frac{1}{RT_1}(P_1V_1) + \frac{1}{RT_2}(P_2V_2) \quad ,T = T_1 = T_2$$
$$\Rightarrow \frac{1}{RT}(PV) = \frac{1}{RT}(P_1V_1 + P_2V_2)$$
$$\Rightarrow P = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V}$$

ដោយ : $V_1 = 250\ \text{cm}^3 = 250\times10^{-6}\ \text{m}^3$

$: V_2 = 450\ \text{cm}^3 = 450\times10^{-6}\ \text{m}^3$

$: P_1 = 760\ \text{mmHg} = 760\times133.32\ \text{Pa} = 101323.2\ \text{Pa}$

$: V = V_1 + V_2 = 250\times10^{-6} + 450\times10^{-3} = 700\times10^{-6}\ \text{m}^3$

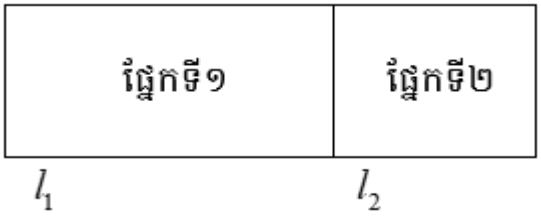
$: P_2 = 1000\ \text{mmHg} = 1000\times133.32\ \text{Pa} = 133320\ \text{Pa}$

នាំឲ្យ : $P = \frac{101323.2\times250\times10^{-6} + 133320\times450\times10^{-6}}{700\times10^{-6}}$

$$= \frac{25330800 + 59994000}{700}$$
$$= 121892.58\ \text{Pa}$$

ដូចនេះ សម្ពាធនៃល្បាយគឺ $P = 121892.58\ \text{Pa}$ ។

14. ស៊ីឡាំងបិទជិតដូចរូប មានពីស្តុងផ្លាស់ទីដោយសេរី ដែលចែកស៊ីឡាំងចេញជាពីផ្នែក។ ផ្នែកទី១ មានផ្ទុកម៉ូលេគុល O_2 ចំនួន $10\ \text{g}$ និងផ្នែកទី២មានម៉ូលេគុល H_2 ចំនួន $20\ \text{g}$ ។ គណនាចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័ននីមួយៗ បន្ទាប់មករកផលធៀប $\frac{l_1}{l_2}$ ។ (សន្មតប្រព័ន្ធមានលំនឹងសម្ពាធ និងសីតុណ្ហភាពជាមួយគ្នា)។



ដំណោះស្រាយ

គណនាចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័ននីមួយៗនិង រកផលធៀប $\frac{l_1}{l_2}$:

តាមរូបមន្ត : $n=\frac{m}{M}$

- ចំពោះ $m_{O_2}=10\ \text{g}, M_{O_2}=32\ \text{g/mol}$

  យើងបាន: $n_{O_2}=n_1=\frac{10}{32}=0.31\ \text{mol}$

- ចំពោះ $m_{H_2}=20\ \text{g}, M_{H_2}=2\ \text{g/mol}$

  យើងបាន: $n_{O_2}=n_2=\frac{20}{2}=10\ \text{mol}$

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ផ្នែកទី១ : $P_1V_1=n_1RT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ផ្នែកទី២ : $P_2V_2=n_2RT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{n_1RT_1}{n_2RT_2}\Rightarrow\frac{Al_1}{Al_2}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow\frac{l_1}{l_2}=\frac{n_1}{n_2}$ ព្រោះ $T_1=T_2, P_1=P_2$

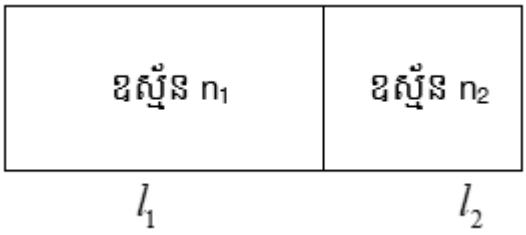
ដោយ : $n_1=0.31\ \text{mol}, n_2=10\ \text{mol}$

យើងបាន: $\frac{l_1}{l_2}=\frac{0.31}{10}=0.031$

ដូចនេះ ចំនួនម៉ូលនៃ O_2 គឺ $n_{O_2}=0.31\ \text{mol}$ និង ចំនួនម៉ូលនៃ H_2 គឺ

$n_{H_2}=10\ \text{mol}$ និង ផលធៀប $\frac{l_1}{l_2}=0.031$ ។

15. ធុងមួយមានរាងជាស៊ីឡាំងត្រូវបានចែកចេញជាពីរផ្នែកដែលត្រូវបានដាក់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធពីរប្រភេទគឺ នៅក្នុងផ្នែកទី១ មានឧស្ម័នដែលមានចំនួនម៉ូល n_1 និង ផ្នែកទី២ មានឧស្ម័នមានចំនួនម៉ូល n_2 ។ នៅចន្លោះផ្នែកទាំងពីរមានពីស្តុងអាចចល័តបាន និងមានកម្រាស់អាចចោលបាន។ បើសិនជា នៅក្នុងលក្ខខណ្ឌមួយឧស្ម័នទាំងពីរប្រភេទមាន សីតុណ្ហភាព និង សម្ពាធដូចគ្នា ហើយមានចំនួនម៉ូលសរុប $n = 20\ \text{mol}$ ។ គណនាចំនួនម៉ូល n_1 និង n_2 គេឲ្យ $l_1 = 80\ \text{cm}$ និង $l_2 = 20\ \text{cm}$ ។



ដំណោះស្រាយ

គណនាចំនួនម៉ូល n_1 និង n_2

- ចំនួនម៉ូលសរុបនៃម៉ូលសរុបនៃឧស្ម័នទាំងពីរប្រភេទ: $n = n_1 + n_2$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ផ្នែកទី១ : $P_1V_1 = n_1RT_1$ (២)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ផ្នែកទី២ : $P_2V_2 = n_2RT_2$ (៣)

យកសមីការ (២) ចែក(៣): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1RT_1}{n_2RT_2} \Rightarrow \frac{Al_1}{Al_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{n_1}{n_2}$

ព្រោះ $T_1 = T_2, P_1 = P_2$

ដោយ : $l_1 = 80\ \text{cm}$ និង $l_2 = 20\ \text{cm}$

យើងបាន: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{80}{20} \Rightarrow n_1 = 4n_2$ យកជំនួសក្នុងសមីការ (១)

នោះ $n = 4n_2 + n_2 = 5n_2 \Rightarrow n_2 = \frac{n}{5}$

ដោយ : $n = 20\ \text{mol}$

គេបាន: $n_2 = \frac{20}{5} = 4\ \text{mol}$

គេមាន: $n_1 = 4n_2 = 4(4) = 16\ \text{mol}$

ដូចនេះ ចំនួនម៉ូល $n_1 = 16\text{mol}$ និង $n_2 = 4\ \text{mol}$ ។

16. ស៊ីឡាំងបិទជិតដោយពីស្តុងមានមាឌ $V = 2\ \text{ft}^3$ ដែលផ្ទុកទៅដោយចំហាយទឹកដែលមានសម្ពាធ $P = 50\ \text{psi}$ និងមានសីតុណ្ហភាព $F = 28.99\ ^\circ\text{F}$ ។ គណនាម៉ាសរបស់ចំហាយទឹកនៅខាងក្នុងស៊ីឡាំងនេះ ។ គេឲ្យ $M_{H_2O} = 18\ \text{g/mol}$, $1\ \text{ft}^3 = 28.31\ \text{L}$, $1\ \text{psi} = 0.07\ \text{atm}$

ដំណោះស្រាយ

គណនាម៉ាសរបស់ចំហាយទឹកនៅខាងក្នុងស៊ីឡាំង

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT$

តែ: $n = \dfrac{m}{M}$

នោះ $PV = \dfrac{mRT}{M}$

នាំឲ្យ : $m = \dfrac{PVM}{RT}$

ដោយ : $M = 18\ \text{g/mol} = 18\times10^{-3}\ \text{kg/m}^3$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: P = 50\ \text{psi} = 50\times0.7\ \text{atm} = 35\times10^5\ \text{Pa}$

$: V = 2\ \text{ft}^3 = 2\times28.31\ \text{L} = 56.62\times10^{-3}\ \text{m}^3$

$: \dfrac{T-273}{5} = \dfrac{F-32}{9}$

$\Rightarrow T = \dfrac{5}{9}(F-32)+273 = \dfrac{5}{9}(28.99-32)+273 = 273.50\ \text{K}$

យើងបាន: $m = \dfrac{35\times10^5\times56.62\times10^{-3}\times18\times10^{-3}}{8.31\times273.50}$

$= 15.70\times10^2\ \text{kg}$

ដូចនេះ ម៉ាសរបស់ចំហាយទឹកនៅខាងក្នុងស៊ីឡាំង គឺ $m = 15.70\times10^2\ \text{kg}$ ។

ផ្នែកទី២ សំណួរជ្រើសរើស(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. តើឃ្លាណាមួយ បង្ហាញពីពុំនោលទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន?

○ ក. កាលណាម៉ូលេគុលទង្គិចគ្នា កាលទង្គិចរបស់វាជាទង្គិចស្នក់

○ ខ. មធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព

○ គ. ម៉ូលេគុលទាំងអស់គ្មានចលនា និងមានសណ្តាប់ធ្នាប់

○ ឃ. បើធៀបនឹងអន្តរម៉ូលេគុលគេចាត់ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័នជាអង្គធាតុ។

2. សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានតួរបមន្ត

○ ក. $PV = NRT$ ○ គ. $P = nRT$

○ ខ. $PV = nRT$ ○ ឃ. $PT = nRV$

3. តើ $P = k_B \frac{NT}{V}$ ជារូបមន្តអ្វី?

○ ក. សម្ពាធ ○ គ. សមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

○ ខ. បរិមាណចលនា ○ ឃ. អានុភាព

4. ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ៖

○ ក. $K = \frac{3}{2} k_B T$ ○ គ. $K = \frac{3}{2} N k_B T$

○ ខ. $K = \frac{3}{2} n k_B T$ ○ ឃ. $K = \frac{3}{2} NRT$

5. ឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម $\sqrt{(v_{av})^2}$ គឺជា៖

○ ក. រូបមន្តល្បឿន ○ គ. រូបមន្តការេល្បឿនមធ្យមៗ

○ ខ. រូបមន្តល្បឿនមធ្យម ○ ឃ. រូបមន្តល្បឿនប្រសិទ្ធ

6. រូបមន្តល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗមានរូបមន្ត

○ ក. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{m_o}}$ ○ ខ. $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_b P}{m_o}}$

○ គ. $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m}}$ ○ ឃ. $v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}$

7. តម្លៃ 8.31 $J/mok\cdot K$ គឺជា៖

○ ក. ថេរបុលស្មាន់ ○ គ. ថេរសកលនៃឧស្ម័ន

○ ខ. ចំនួនអារ៉ូកាដ្រូ ○ ឃ. ថេរប្លង់

8. សម្ពាធក្នុងទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចរបស់ឧស្ម័ន:

○ ក. $P=1NK_{av}/2V$ ○ គ. $P=2NK_{av}/1V$

○ ខ. $P=3NK_{av}/2V$ ○ ឃ. $P=2NK_{av}/3V$

9. បើ $v_{rms}=\sqrt{3RT/M}\Rightarrow M=.....$

○ ក. $(v_{rms})^2\times 3RT$ ○ គ. $(v_{rms})^2/3RT$

○ ខ. $3RT/(v_{rms})^2$ ○ ឃ. $(3RT)^2/v_{rms}$

10. ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ អាស្រ័យលើ

○ ក.មាឌ ○ គ.សីតុណ្ហភាព

○ ខ.ចំនួនម៉ូល ○ ឃ.សម្ពាធ

11. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ32L ត្រូវបានគេបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពពី1200K មក300K នៅសម្ពាធថេរ1am. មាឌរបស់ឧស្ម័នស្មើនឹង

○ ក. 8L ○ គ. 4L

○ ខ. 16L ○ ឃ. 2L

12. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 0.80 mol ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ 8.31×10^5Pa នៅសីតុណ្ហភាព 27 C ។ដោយ $R=8.31\ J/mol\cdot k$ ។តើឧស្ម័នមានមាឌប៉ុន្មាន?

○ ក. $2.4\times 10^{-3}\ m^3$ ○ គ. $2.4\times 10^{-5}\ m^3$

○ ខ. $24\times 10^{-3}\ m^3$ ○ ឃ. $24\times 10^{-5}\ m^3$

13. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $100\ cm^3$ ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ $1.38 \times 10^5 Pa$ នៅសីតុណ្ហភាព $27\ ℃$ ។ដោយ $k = 1.38 \times 10^{-23}\ J/k$ ។តើឧស្ម័នមានម៉ូលេគុលចំនួនប៉ុន្មាន?

◯ ក. 2.0×10^{22} ◯ គ. 2.0×10^{24}

◯ ខ. 5.0×10^{21} ◯ ឃ. 5.0×10^{24}

14. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាព $400\ K$ ។គេឲ្យ $k_b = 1.38 \times 10^{-23}\ J/k$ ។តើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

◯ក. 8.28×10^{-21} ◯គ. $8.28 \times 10^{-23} J$

◯ខ. $82.8 \times 10^{-21} J$ ◯ឃ. $82.8 \times 10^{-23} J$

15. គេមានឧស្ម័នអេល្យូមចំនួន $1.0\ mol$ នៅសីតុណ្ហភាព $127\ ℃$ ។តើថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់វាស្មើប៉ុន្មាន? គេឲ្យ $R = 8.31\ J/molk$ ។

◯ក. $49.86\ J$ ◯គ. $1583.0\ J$

◯ខ. $4986.0\ J$ ◯ឃ. $15.83\ J$

ផ្នែកទី៣៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. រកម៉ាសគិតជាគីឡូក្រាម ចំពោះ អាតូមនៃអាសេទិចចំនួន 7.50×10^{24} និងមានម៉ាសម៉ូល $74.9g/mol$ ។

2. មាស(Au) មានម៉ាសម៉ូល $197g/mol$ ។

   ក .តើមានប៉ុន្មានម៉ូល ដែលស្ថិតក្នុងគំរូមាសសុទ្ធ $2.50g$?

   ខ. តើមានអាតូមប៉ុន្មានក្នុងគំរូនោះ?

3. បរិមាណមាឌឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលស្ថិតនៅ 100^oC និង $100kPa$ មានតម្លៃ $2.50m^3$ ។

   ក. តើឧស្ម័ននេះចំនួនប៉ុន្មានម៉ូល?

   ខ .ប្រសិនបើសម្ពាធត្រូវបានកើនឡើងដល់ $300kPa$ ហើយសីតុណ្ហភាពត្រូវបានកើនឡើង 30^oC ។ តើឧស្ម័នមានបរិមាណមាឌប៉ុន្មាន? សន្មតថាគ្មានការលេចចេញពីធុងទេ។

4. នៅក្នុងមន្ទីរពិសោធន៍មួយត្រូវបានបិទជិត និងសម្ពាធប្រហែល $1.00\times10^{18}atm$ ។ តើមានម៉ូលេគុលឧស្ម័នប៉ុន្មាន ក្នុងមួយសង់ទីម៉ែត្រគូប បើសិនជាសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងបន្ទប់ពិសោធន៍នោះគឺ $293K$?

5. ឧបមាថាដបទឹកនៅក្នុងទូទឹកកកបិទជិតមានសីតុណ្ហភាព 5.00^oC ត្រូវបានគេបើកទ្វាទូទឹកកកយកមកទុកនៅក្នុងឡានបិទជិតដែលមានសីតុណ្ហភាព 75.0^oC ។ សន្មតថា ការពង្រីកកម្តៅទឹក និងដបមិនត្រូវបានគិត ។ រកសម្ពាធនៃម៉ូលឧស្ម័ននៅក្នុងខ្យល់ជាប់ក្នុងដប ។

6. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងប៉ោងប៉ោង ដែលមានសម្ពាធ $100Pa$ និងសីតុណ្ហភាព $220K$ ។ គណនា ចំនួនម៉ូលលេគុល និង ចំនួនម៉ូលេគុលក្នុង $1cm^3$ ។

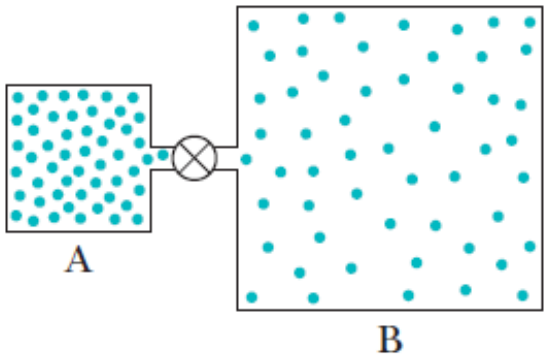
7. កង់រថយន្តមួយត្រូវបានផ្ទុកម៉ូលេគុលខ្យល់ដែលត្រូវបានចាត់ទុកថាជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ មានមាឌ $1.64\times10^2m^3$ និងមានសម្ពាធច្រើនជាងសម្ពាធបរិយាកាសចំនួន $165kPa$ នៅសីតុណ្ហភាព 0.00^oC ។ តើសម្ពាធនៃខ្យល់នៅក្នុងសំបកកង់នោះ មានតម្លៃប៉ុន្មាននៅពេលសីតុណ្ហភាពរបស់វា

កើនឡើងដល់ $27.0^{o}\mathrm{C}$ ហើយបរិមាណមាឌរបស់វាកើនឡើងដល់ $1.67\times10^{-2}\mathrm{m}^{3}$? សន្មត បរិយាកាសសម្ពាធគឺ $P_{o}=1.01\times10^{5}\mathrm{Pa}$

8. ធុងមួយបានផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធពីរប្រភេទ ដែលឧស្ម័នបរិសុទ្ធទី១មានចំនួន $2\mathrm{mol}$ មានម៉ាសម៉ូល M_1 និងឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយប្រភេទទៀតមានចំនួន $0.5\mathrm{mol}$ និងមានម៉ាសម៉ូលកំណត់ដោយ $M_2=3M_1$ ។

តើប្រភាគនៃសម្ពាធនៃឧស្ម័នប្រភេទទី២ ជាមួយនឹងសម្ពាធសរុបដែលមានអំពើលើផ្ទៃនៃធុងមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

9. ធុង A ផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅសម្ពាធ 5.0×10^{5} Pa និងមានសីតុណ្ហភាព 300 K ។ ធុងនេះត្រូវបានតភ្ជាប់ដោយបំពង់តូចមួយមិនគិតមាឌ និងមានរ៉ូប៊ីណេសម្រាប់បិទ និងបើកឲ្យឧស្ម័នអាចហូរទៅធុង B ដែលមានមាឌស្មើនឹង៤ដងនៃធុង A(ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម) ។ ធុង B ផ្ទុកនូវឧស្ម័នដូចគ្នាទៅនឹងធុងទី A និងមានសម្ពាធ 1.0×10^{5} Pa និងសីតុណ្ហភាព 400 K ។ គេបានបើករ៉ូប៊ីណេ ដើម្បីអនុញ្ញាតឲ្យសម្ពាធរវាងធុងទាំងពីរស្មើគ្នា ប៉ុន្តែសីតុណ្ហភាពនៃធុងនីមួយៗ មិនមានតម្លៃស្មើគ្នាទេ ។ តើសម្ពាធនៃល្បាយស្មើនឹងប៉ុន្មាន?



10. សម្ពាធ និងសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងបរិយាកាសនៃព្រះអាទិត្យ គឺ $0.030\mathrm{Pa}$ និង $2.00\times10^{6}\mathrm{K}$ ។ គណនាល្បឿន v_{rms} អេឡិចត្រុងសេរីនៃអាតូមអេល្យូមនៅក្នុងបរិយាកាសនៃព្រះអាទិត្យ ។ សន្មតថានៃអេឡិចត្រុងសេរីនៃអាតូមអេល្យូមគឺជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។ គេឲ្យ: $m_{electron}=9.11\times10^{-31}\mathrm{kg}$

11. ក. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធរបស់ម៉ូលេគុលអាសូតនៅសីតុណ្ហភាព $20^{o}C$ ។ ម៉ាសម៉ូលេគុលនៃម៉ូលេគុលអាសូត N_2 គឺ $M_{N_2}=28g/mol$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាព បើសិនជាល្បឿននៃម៉ូលេគុលអាសូតនេះ ថយចុះពាក់កណ្តាល និងកើនឡើងពីរដង។

12. គណនាល្បឿនអាតូមអេល្យូម នៅសីតុណ្ហភាព $1000K$ ។ គេឲ្យ: $M_{He}=2g/mol$

13. សីតុណ្ហភាពទាបបំផុតនៅទីអវកាសគឺ $2.7K$ ។ តើល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែននៅសីតុណ្ហភាពនេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន? គេឲ្យ $M_{H_2}=2g/mol$

14. រកល្បឿនប្រសិទ្ធនៃអាតូម(argon)ដែលមានម៉ាសម៉ូល $39.95g/mol$ នៅសីតុណ្ហភាព $313K$ ។

15. បាច់នៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន (H_2) តម្រង់ឆ្ពោះទៅជញ្ជាំងនៅមុំ 55° ជាមួយនឹងខ្សែកែងនឹងជញ្ជាំង ។ ម៉ូលេគុលនីមួយៗ មានល្បឿន $1km/s$ និងម៉ាស $3.3\times10^{-24}g$ ។ បាច់នៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែននេះបានទៅទង្គិចជាមួយជញ្ជាំងដែលមានផ្ទៃ $2.0cm^2$ ក្នុងអត្រា 10^{23} ម៉ូលេគុលក្នុងមួយវិនាទី ។ ចូរគណនាសម្ពាធដែលម៉ូលេគុល អ៊ីដ្រូសែននេះមានអំពើលើជញ្ជាំង?

16. ដង់ស៊ីតេឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺ $\rho=10^{-5}g/cm^3$ ត្រូវបានស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាព $273K$ និងសម្ពាធ $1.0\times10^{-2}atm$ ។

ក. រកល្បឿនប្រសិទ្ធម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

ខ. គណនាម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័ន ។

គ. តើម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះជាអ្វី ។

17. កំណត់តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយនៅសីតុណ្ហភាព៖

ក. $0^{o}C$ និង

ខ. $100^{o}C$ ។

គ. តើថាមពលស៊ីនេទិចសរុបក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន នៅសីតុណ្ហភាព $0^{o}C$ និង $100^{o}C$ ។

18. តើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលអាសូត នៅសីតុណ្ហភាព $1600K$ មានតម្លៃប៉ុន្មាន?

19. បន្ទប់បង្រៀនរូបវិទ្យាមានមាឌ $216m^{3}$ ។

ក. បើសម្ពាធនៅក្នុងបន្ទប់គឺ $1.00\ atm$ និងមានសីតុណ្ហភាព $27.0^{o}C$ ចូរប្រើសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធដើម្បីគណនាចំនួនម៉ូលេគុលខ្យល់នៅក្នុងបន្ទប់។ សន្មតម៉ូលេគុលខ្យល់ទាំងអស់គឺជាឧស្ម័ន N_2 ។

ខ. គណនាដង់ស៊ីតេនៃ(ចំនួនម៉ូលេគុល N_2 ក្នុងមួយសង់ទីម៉ែត្រគូប)។

គ. គណនាម៉ាសខ្យល់នៅក្នុងបន្ទប់ ។

20. ស៊ីឡាំង ១ កម្ពស់ $1.00m$ មានអង្កត់ផ្ចិត $0.120m$ ត្រូវបានផ្ទុកពេញដោយឧស្ម័នប្រូណុល (ម៉ាសម៉ូលប្រូប៉ាណុល $44.1g/mol$) ដែលគេប្រើប្រាស់សម្រាប់អាំងសាច់។ ដំបូងវាត្រូវបានបំពេញដោយឧស្ម័នដែលរង្វាស់សម្ពាធ $1.30\times10^{6}Pa$ និងសីតុណ្ហភាព $22.0^{o}C$ ។ សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ននៅតែរក្សាតម្លៃថេរ នៅខណៈពេលដែលវាត្រូវបានបង្ហូរចេញពីក្នុងធុងរហូតដល់សម្ពាធ $2.50\times10^{5}Pa$ ។ គណនាម៉ាសប្រូប៉ាណុលដែលត្រូវបានប្រើ។

21. អ្នកផ្លុំប៉ោងប៉ោង បានធ្វើឲ្យវារីកមាឌមានរាងស្វ៊ែរ ដែលមានអង្កត់ផ្ចិត $50.0cm$ និងសម្ពាធដាច់ខាតនៅខាងក្នុង $1.25atm$ និងសីតុណ្ហភាព $22.0^{o}C$ ។ បើសិនជាខ្យល់នៅក្នុងប៉ោងប៉ោងនោះត្រូវបានសន្មតថាឧស្ម័ន N_2 ទាំងអស់ហើយវាមានម៉ាសម៉ូល $28.0g/mol$ ។

ក. រកម៉ាសនៃមួយម៉ូលេគុល N_2 ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុល N_2 ។

គ. តើមានម៉ូលេគុល N_2 ប៉ុន្មាននៅក្នុងប៉ោងប៉ោងនេះ?

ឃ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុល N_2 ។

22. ក. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន 5.0L មានម៉ាសម៉ូល $M_{H_2} = 2.016\text{g/mol}$ ស្ថិតនៅក្នុងធុងមានសម្ពាធ $1.01\times10^5\text{Pa}$ និងសីតុណ្ហភាព 300K.

ខ.ប្រសិនបើធុងមានឧស្ម័នដាក់នៅលើយន្តហោះកំពុងហោះដោយលឿន 300.0m/s គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័នបានកើនឡើងចំពោះឧស្ម័ននេះនៅពេលដែលស្ថិតនៅលើយន្តហោះ។

គ. តាំងពីថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័នបានកើនឡើងចំពោះឧស្ម័ននេះនៅពេលដែលស្ថិតនៅលើយន្តហោះ តើមានន័យថាសីតុណ្ហភាពរបស់វាបានកើនឡើងដែរឬទេ? ពន្យល់

23. ក. គណនាម៉ាសនៃម៉ូលេគុលឬភាគល្អិត១ដែលមានល្បឿនប្រសិទ្ធ $v_{rms} = 1.00\text{m/s}$ នៅសីតុណ្ហភាព 300K ។

ខ. ប្រសិនបើភាគល្អិតគឺជាអង្គធាតុរឹង(ទឹកកក) គណនាចំនួនម៉ូលេគុលនៃភាគល្អិត។គេឲ្យ $M_{H_2O} = 18.0\text{g/mol}$ ។

គ. គណនាអង្កត់ផ្ចិតនៃភាគល្អិត ប្រសិនបើវាមានជាស្វ៊ែររបស់បំណែកយ៉ាងតូចនៃទឹកកក។ តើវាអាចមើលឃើញដោយភ្នែកទទេបានដែរ ឬទេ?

24. នៅក្នុងបរិយាកាសនៃភពអង្គារ ភាគច្រើនសម្បូរទៅដោយឧស្ម័នកាបូនិច មានម៉ាសម៉ូល 44.0g/mol និងសម្ពាធ 650Pa ថេរ។ គ្រប់កន្លែងជាច្រើនសីតុណ្ហភាពប្រែប្រួលចន្លោះ $0^\circ\text{C}-100^\circ\text{C}$ នៅក្នុងរដូវកត្តិក ។

ក . គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃឧស្ម័ននេះ ។

ខ. គណនាដង់ស៊ីតេម៉ូលនៃឧស្ម័ននេះក្នុង១ ម៉ែត្រ គូប នៅក្នុងបរិយាកាស ។

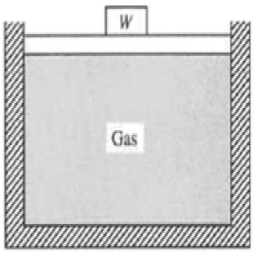
មេរៀនទី២

ច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច

ច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច គឺជាច្បាប់មួយដែលបង្ហាញអំពីមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃច្បាប់រក្សាថាមពលនៃប្រព័ន្ធមួយ ។ ចំពោះប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច ថាមពលអាចឆ្លងកាត់ព្រំដែននៃប្រព័ន្ធបិទជិតមួយ មានតែនៅក្នុងទម្រង់ជាថាមពលកម្តៅ ឬកម្មន្ត ។ ថាមពលទាំងនោះ ផ្ទេរឆ្លងកាត់ព្រំដែននៃប្រព័ន្ធបិទជិតមួយត្រូវបានធ្វើឡើងតែក្នុងករណីដែលមានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពរវាងប្រព័ន្ធ និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅរបស់វាដែលត្រូវបានគេឲ្យឈ្មោះថាកម្តៅ ។ បើសិនជាប្រព័ន្ធមួយស្រូបកម្តៅ នោះម៉ូលេគុលឧស្ម័ននឹងរងនូវបម្រែបម្រួលភាពរបស់វាពីភាពដើមទៅភាពស្រេច(រីក) ដែលបង្កើនថាមពលក្នុង ធ្វើឲ្យវាអាចធ្វើកម្មន្តទៅលើមជ្ឈដ្ឋានក្រៅរបស់វា ឬច្រាសមកវិញ ។ នៅក្នុងមេរៀននេះប្អូននឹងសិក្សាលម្អិតទៅលើថាមពលកម្តៅ ថាមពលក្នុង និងកម្មន្តដែលត្រូវបានកំណត់ដោយច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច ។ ជាចុងក្រោយនៃមេរៀនប្អូននឹងស្គាល់ពីករណីពិសេសដែលប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរភាពដោយមិនប្រែប្រួលថាមពលក្នុង ដែលត្រូវបានកំណត់ដោយគោលការណ៍សមមូល ។

I. ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច

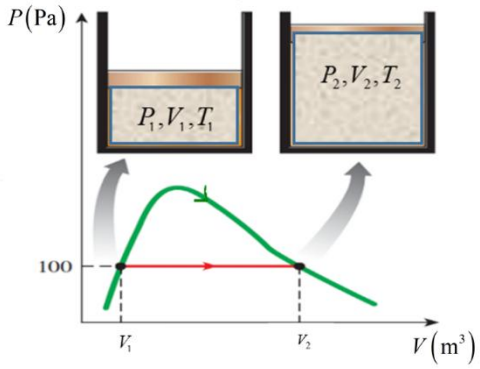
- **ប្រព័ន្ធ** គឺជាសំណុំវត្ថុដែលគេលើកយកមកសិក្សាធៀបនឹងវត្ថុដ៏ទៃទៀត។



រូបទី១៖ ធុងផ្ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

ឧទាហរណ៍: យើងមានធុងមួយមានរាងជាស៊ីឡាំងផ្ទុកល្បាយឧស្ម័នខណ្ឌដោយពីស្តុង និងវត្ថុតូចមួយដែលស្ថិតនៅលើពីស្តុងដូចរូបទី(១) ។ គេបានប្រព័ន្ធដែលយើងសិក្សាគឺជាល្បាយនៃឧស្ម័ន និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅពីប្រព័ន្ធមាន ពីស្តុង វត្ថុ និងស៊ីឡាំង ។

- **ភាពនៃប្រព័ន្ធ** គឺទំហំមួយដែលវាស់ដោយទំហំរូបវិទ្យាទាំងឡាយ ដើម្បីសម្គាល់ប្រព័ន្ធនៅខណៈណាមួយ។



រូបទី២៖ ម៉ូលគុលឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាព

ឧទាហរណ៍: យើងមានស៊ីឡាំងមួយផ្ទុកឧស្ម័នខណ្ឌដោយពីស្តុងមួយ ។ ពីស្តុងត្រូវបានផ្លាស់ទីពីទីតាំងដើមទៅទីតាំងស្រេចធ្វើឲ្យម៉ូលេគុលឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពដែលកំណត់តាងដោយសម្ពាធ (អ័ក្សឈរ) និងមាឌ(អ័ក្សដេក)ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី២ ។

- **ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច** គឺជាប្រព័ន្ធរងនូវបំលែងខែម៉ូឌីណាមិច កាណាវាផ្លាស់ ប្តូរតែកម្មន្ត និងកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ អាចចេញពីភាពដើមមួយទៅ ភាពស្រេចមួយ តាមដំណើរប្រព្រឹត្តខុសៗគ្នា ។ នៅពេលដែលផ្លាស់ប្តូរពីភាពដើមទៅភាពស្រេច ត្រូវបានគេអោយឈ្មោះថា **ដំណើរប្រព្រឹត្តទៅ** ហើយវាត្រូវឆ្លងកាត់ភាពបន្តបន្ទាប់ត្រូវ (គន្លងនៃការផ្លាស់ប្តូរភាពចន្លោះភាពដើម និងភាពស្រេច) បានគេឲ្យឈ្មោះភាពនោះថា**ភាពកណ្តាល ។**
- បម្លែងខែម៉ូឌីណាមិចត្រូវបានគេចែកចេញជាពីរ គឺបម្លែងបិទ(ភាពដើម និងភាពស្រេចដូចគ្នា) និងបម្លែងចំហ(ភាពដើម និងភាពស្រេចខុសគ្នា) ។

➢ លំនាំសំខាន់ៗសម្រាប់អនុវត្តលើការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

✓ សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធសម្គាល់ភាពដើម: $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

✓ សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធសម្គាល់ភាពស្រេច: $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យក(១)ចែក(២)៖ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

	លំនាំអ៊ីសូបារ	**លំនាំអ៊ីសូករ**	**លំនាំអ៊ីសូទែម**
និយមន័យ	រក្សាសម្ពាធថេរ $(P_1 = P_2)$	រក្សាមាឌថេរ $(V_1 = V_2)$	រក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ $(T_1 = T_2)$
រូបមន្ត	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$	$P_1V_1 = P_2V_2$

ឧទាហរណ៍ទី៤ កំប៉ុងហ្គាសមួយត្រូវបានផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានសម្ពាធ 202 kPa និងមានមាឌ $125.00\,cm^3$ នៅសីតុណ្ហភាព $22\,^oC$ ។ បន្ទាប់មកវាត្រូវបានគេបោះទៅក្នុងភ្លើងកំពុងឆេះ ។

ក. នៅពេលសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅក្នុងកំប៉ុងឡើងដល់ $195\,^oC$ តើសម្ពាធនៅខាងក្នុងកំប៉ុងមានតម្លៃប៉ុន្មាន បើការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺអាចចោលបាន(មាឌនៃឧស្ម័នថេរ)?

ខ. បើសិនជាការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺត្រូវបានគិត ហើយមាឌឧស្ម័នស្រេចនៅសីតុណ្ហភាព $195\,^oC$ គឺ $125.71\,cm^3$ ចូរគណនាសម្ពាធស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងកំប៉ុង ? បន្ទាប់មកប្រៀបធៀបសម្ពាធស្រេចឧស្ម័នទាំងពីរករណី (ករណីមាឌឧស្ម័នថេរដោយមិនគិតការរីកមាឌនៃកំប៉ុង និងករណីនៃការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺត្រូវបានគិត) ។

#បម្រាម៖ មិនត្រូវធ្វើការពិសោធន៍ចំពោះបាតុភូតនៅក្នុងលំហាត់នេះទេ ព្រោះវាគ្រោះថ្នាក់ណាស់ ។

ចម្លើយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

  អ្នកបានសិក្សារួចមកហើយលក្ខណៈរូបនៃឧស្ម័ន និងអង្គធាតុ នៅពេលដែលវារងនូវបម្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាព ធ្វើឲ្យលក្ខណៈផ្សេងៗរបស់វា(សម្ពាធ និងមាឌក៏ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរដែរ) ។ នៅក្នុងលំហាត់នេះ ឧស្ម័នត្រូវបានរងនូវបម្លាស់ប្តូរភាព ពីភាពដើមទៅភាពស្រេច ដោយភាពដើមគឺ មុនពេលគេបោះកំប៉ុងទៅក្នុងភ្លើង និងភាពស្រេចក្រោយពេលគេបោះកំប៉ុងទៅក្នុងភ្លើង ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

  ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះយើងត្រូវប្រើប្រាស់សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំពោះភាពដើម និងភាពស្រេច ៖

  - សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n\,RT_1$ (១)
  - សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = n\,RT_2$ (២)

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

  ក. គណនាសម្ពាធស្រេចនៅខាងក្នុងកំប៉ុង បើការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺអាចចោលបាន (មាឌនៃឧស្ម័នថេរ)

– សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n\,RT_1$ (១)

– សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច: $P_2V_2 = n\,RT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក (២) : $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n\,RT_1}{n\,RT_2}$

ដោយមាឌនៃឧស្ម័នថេរ (ការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺអាចចោលបាន) : $V_1 = V_2$

យើងបាន: $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$P_2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)P_1$$

ដោយ : $P_1 = 202\ \text{kPa} = 202\times10^3\ \text{Pa}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 22 = 295\ \text{K}$

$: T_2 = 273 + t_2 = 273 + 195 = 468\ \text{K}$

នោះ $P_2 = \frac{(468\ \text{K})}{(295\ \text{K})}\left(202\times10^3\ \text{Pa}\right) = 320\times10^3\ \text{Pa}$

ដូចនេះសម្ពាធស្រេចនៅខាងក្នុងកំប៉ុងគឺ $P_2 = 320\times10^3\ \text{Pa}$ ។

ខ. គណនាសម្ពាធស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងកំប៉ុង បើសិនជាការរីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺត្រូវបានគិត

– សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n\,RT_1$ (១)

– សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = n\,RT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក (២) : $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n\,RT_1}{n\,RT_2}$

យើងបាន: $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$P_2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)\left(\frac{V_1}{V_2}\right)P_1$$

តាមសម្មតិកម្ម : $P_1 = 202\text{kPa} = 202\times10^3\ \text{Pa}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 22 = 295\ \text{K}$

$: T_2 = 273 + t_2 = 273 + 195 = 468\ \text{K}$

$: V_1 = 125.00\text{cm}^3 = 125.00\times10^{-6}\ \text{m}^3$

$: V_2 = 125.71\text{cm}^3 = 125.71\times10^{-6}\ \text{m}^3$

នោះ $P_2 = \left(\frac{468\text{K}}{295\text{K}}\right)\left(\frac{125.00\times10^{-6}\text{m}^3}{125.71\times10^{-6}\text{m}^3}\right)\left(202\times10^3\text{Pa}\right)$

$= 318.65\times10^3\text{Pa}$

ដូចនេះសម្ពាធស្រេចនៅខាងក្នុងកំប៉ុងគឺ $P_2 = 318.65\times10^3\text{Pa}$ ។

❖ ប្រៀបធៀបសម្ពាធស្រេចឧស្ម័នទាំងពីរករណី

i. ករណីមិនគិតការីកមាឌនៃកំប៉ុង $P_2 = 320\times10^3\ \text{Pa}$

ii. ករណីនៃការីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺត្រូវបានគិត $P_2 = 318.65\times10^3\ \text{Pa}$

យើងបាន៖ $320\times10^3\text{Pa} - 318.65\times10^3\text{Pa} = 1.35\times10^3\text{Pa} > 0$

ដូចនេះសម្ពាធនៅពេលដែលគិតពីការីកមាឌនៃកំប៉ុង មានតម្លៃតូចជានៅពេលដែលមិនគិតការីកនៃកំប៉ុង ។

➢ ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការប្រៀបធៀបពីតម្លៃសម្ពាធនៃឧស្ម័ននៅក្នុងកំប៉ុងនៅពេលដែលគិតពីការីក និងមិនគិតការីកមាឌនៃកំប៉ុងគឺវាស្ទើរតែមានតម្លៃប្រហែលគ្នា ប៉ុន្តែអ្វីដែលគួរឲ្យកត់សម្គាល់នោះគឺថាការីកនៃឧស្ម័ននៅក្នុងកំប៉ុង ពីព្រោះឧស្ម័នរីកមាឌខ្លាំងជាងរូបធាតុផ្សេងៗទាំងអស់ ។ ដូចនេះយើងគួរប្រុងប្រយ័ត្នខ្ពស់នៅពេលដែលប្រើឧបករណ៍ផ្សេង ដូចជាកំប៉ុង ហ្គាស កង់ឡាន កង់ម៉ូតូ ដោយមិនត្រូវធ្វើឲ្យវាត្រូវកម្តៅខ្លាំងពេកនោះទេព្រោះវាអាចបង្កគ្រោះថ្នាក់ និងខូចខាតឧបករណ៍របស់យើង។

II. ច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច

ពំនោល៖ នៅក្នុងបំលែងខែម៉ូឌីណាមិច កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ស្មើនឹងផលបូករវាងកម្មន្តនិង ប
ម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង។

យើងទាញបាន: $\boxed{Q = W + \Delta U}$ (១) ហៅថាច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច

- Q: ថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធ (J)
- W : កម្មន្តនៃប្រព័ន្ធ (J)
- ΔU : បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ (J) ។

❖ **ការសន្មតសញ្ញា**

- ប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ $(Q > 0)$ - ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត $(W > 0)$
- ប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅ $(Q < 0)$ - ប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត $(W < 0)$
- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងកើន $(\Delta U > 0)$ - បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងថយចុះ $(\Delta U < 0)$ ។

ឧទាហរណ៍ទី១

ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិចបានស្រូបកម្តៅ $350\ J$ និងបានបំពេញកម្មន្ត $220\ J$ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

ខ. គណនាថាមពលក្នុងស្រេច បើថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធស្ថិតនៅក្នុងភាពដើមគឺ $10\ J$ ។

ដំណោះស្រាយ

➢ ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

ចំពោះប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច គឺជាប្រព័ន្ធមិនអ៊ីសូឡង់ ដែលតែងតែរងនូវការផ្លាស់ប្តូរភាពពី ភាពដើម ទៅភាពស្រេចដោយផ្លាស់ប្តូរតែកម្តៅ និងកម្មន្តជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ។ ដោយផ្អែក លើច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច បានពោលថា "កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ស្មើនឹងផលបូករវាងកម្ម ន្តនិង បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង" ហើយើងទាញបាន: $Q = W + \Delta U$ ។ នៅក្នុងការប្រើប្រាស់

រូបមន្តនៃច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិចនេះ យើងត្រូវតែចេះឲ្យច្បាស់នូវការសន្មតនៃសញ្ញានៃអញ្ញាត្តិនីមួយៗនៅក្នុងរូបមន្ត ដូចជា

- ប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ $(Q>0)$ - ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត $(W>0)$
- ប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅ $(Q<0)$ - ប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត: $(W<0)$
- បម្រែបម្រួលថា.ក្នុង**កើន** $(\Delta U>0)$ - បម្រែបម្រួលថា.ក្នុងថយចុះ $(\Delta U<0)$ ។

➢ ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ យើងត្រូវប្រើច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច:

$Q=W+\Delta U$ ។

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $Q=W+\Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U=Q-W$

ដោយ : $Q=+350\ \text{J}$

: $W=+200\ \text{J}$

យើងបាន: $\Delta U=(+350\ \text{J})-(+200\ \text{J})$

$=150\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U=150\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលក្នុងស្រេចនៃប្រព័ន្ធ បើថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធស្ថិតនៅក្នុងភាពដើមគឺ $10\,J$

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = U_2 - U_1$

នាំឲ្យ : $U_1 = \Delta U + U_1$

ដោយ : $\Delta U = 150\,J$

: $U_1 = 10\,J$

យើងបាន: $U_2 = (150\,J) + (10\,J) = 160\,J$

ដូចនេះ ថាមពលក្នុងស្រេចនៃប្រព័ន្ធ គឺ $U_2 = 160\,J$ ។

➢ ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការគណនារកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ន គឺ $\Delta U = 150\,J$ ឬអាចសរសេរបានថា $\Delta U = +150\,J$ មានតម្លៃធំជាងសូន្យ មានន័យថា ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើនឡើង ។ ការកើនឡើងនៃថាមពលក្នុង គឺបណ្តាលមកពីប្រព័ន្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នស្រូបកម្តៅ កើនសីតុណ្ហភាពដែលធ្វើឲ្យថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃប្រព័ន្ធម៉ូលេគុលមានអន្តរកម្មលើគ្នាកាន់តែខ្លាំងកើនឡើង ឬថាមពលក្នុងកើនឡើង ហើយម៉ូលេគុលឧស្ម័នរីកមាឌ ដែលធ្វើកម្មន្តទៅលើមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ $(W = +200\,J)$ ។

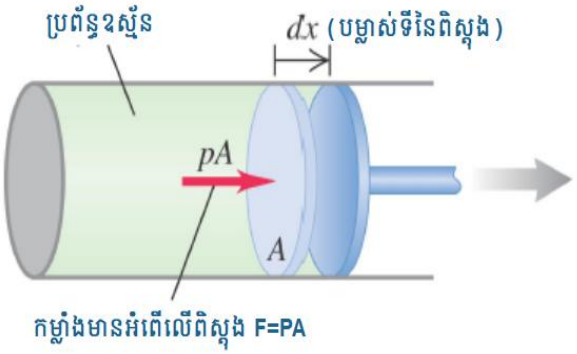
III. ថាមពលកម្តៅ(Q)

ថាមពលកម្តៅ(Q) គឺជាបរិមាណថាមពលដែលផ្ទេរពីប្រព័ន្ធដែលក្តៅទៅប្រព័ន្ធដែលត្រជាក់ជាង ដែលធ្វើឲ្យមានការប្រែប្រួលសីតុណ្ហភាព ។ ថាមពលកម្តៅត្រូវបានគេតាងនិម្មិតសញ្ញាដោយ (Q) និងមានខ្នាតគិតជាស៊ីុល (J) ។

IV. កម្មន្ត(W)

កម្មន្ត(W) គឺជាថាមពលដែលធ្វើអោយប្រព័ន្ធមួយផ្លាស់ប្តូរភាព ពីភាពដើមទៅភាពផ្សេងទៀត ។ ដែលត្រូវបានគេតាងនិម្មិតសញ្ញាដោយ (W) និង មានខ្នាតគិតជាស៊ីុល(J) ។

គេមានស៊ីឡាំងមួយផ្ទុកម៉ូលគុលឧស្ម័ន និងខណ្ឌដោយពីស្តុងមួយអាចចល័តបាន (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី៣)។ នៅពេលដែលប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពធ្វើឲ្យវាប្រែប្រួលមាឌ ដែលនាំឲ្យពីស្តុងចល័តក្រោមឥទ្ធិពលនៃកម្លាំងថេរ $(\vec{F})$ បានប្រវែង $d\vec{x}$ ។



រូបទី៣៖ កម្លាំងនៃសម្ពាធឧស្ម័នរុញ

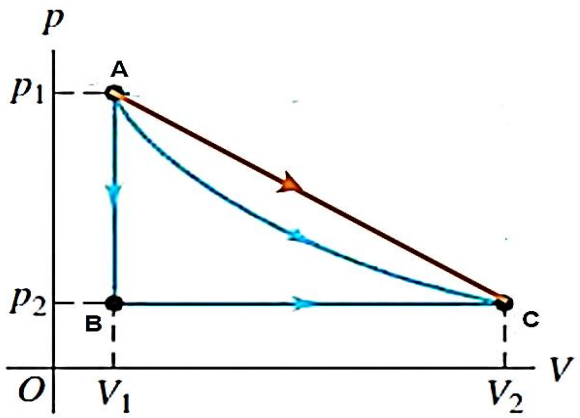
- កម្មន្តដែលបានបំពេញដោយសម្ពាធឧស្ម័ននៅពេលដែលផ្លាស់ទីបានប្រវែង dx ៖

$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{x} = Fdx = (PA)dx = PdV$$

- កម្មន្តសរុបដែលបំពេញដោយឧស្ម័នពី V_1 ទៅ V_2 ៖

$$\boxed{W = \int_0^W dW = \int_{V_1}^{V_2} PdV} \qquad (២)$$

នៅក្នុងបំលែងខែម៉ូឌីណាមិច គឺប្រព័ន្ធផ្លាស់ប្តូរភាពពីភាពដើម ទៅ ភាពស្រេច តាមលំនាំផ្សេងៗ (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបទី៣)។ យើងសង្កេតឃើញថាការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃឧស្ម័ន (P,V,T) បង្កើតបានជាកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធ ដែលត្រូវតាងដោយផ្ទៃក្រឡា ដែលបង្កើតឡើងដោយក្រាបរវាងសម្ពាធ (អ័ក្សឈរ) និងមាឌ(អ័ក្សដេក)ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី៤ ។

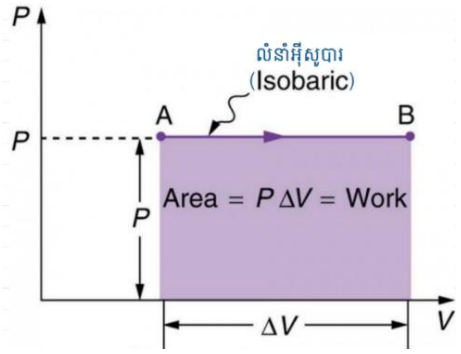


រូបទី៤៖ បំលែងខែម៉ូឌីណាមិចនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ន

តាមក្រាបខាងលើលំនាំនៃការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃការបង្កើតក្រឡាផ្ទៃ ឬកម្មន្ត ចំនួន៤ សំខាន់ៗ គឺ រក្សាសម្ពាធថេរ(B ទៅ C) រក្សាមាឌថេរ(A ទៅ B) រក្សាសីតុណ្ហភាពថេរតាមគន្លងកោង(A ទៅ C) និងលំនាំសម្ពាធ-មាឌប្រែប្រួលស្មើ តាមគន្លងត្រង់ (A ទៅ C) ។

ក .លំនាំអ៊ីសូបារ(រក្សាសម្ពាធថេរ)

តាមក្រាប $(P-V)$ នៅក្នុងរូបទី៥ នៃលំនាំអ៊ីសូបារ (រក្សាសម្ពាធថេរ) យើងសង្កេតឃើញថាអ័ក្សសម្ពាធមានតម្លៃថេរ និងមានមាឌប្រែប្រួលពី V_1 ទៅ V_2 ។



រូបទី៥៖ ការផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូបារ

តាម(២)យើងបាន

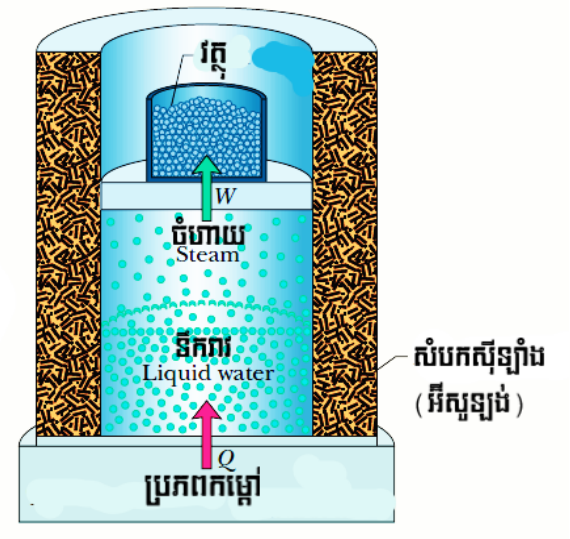
$$W=\int_{V_1}^{V_2} PdV$$

$$=P[V]_{V_1}^{V_2}$$
$$=P(V_2-V_1)$$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូបារគឺ $\boxed{W=P\Delta V}$ (៣)

- W : កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូបារ (J)
- P: សម្ពាធ (Pa)
- $\Delta V=V_2-V_1$: បម្រែបម្រួលមាឌ (m^3) ។

ឧទាហរណ៍ទី២ ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយ ធុងមួយមានរាងជាស៊ីឡាំងបិទជិត នៅពេលដែលពីស្តុងផ្ទុកវត្ថុពីលើ ហើយវាអាចចល័តបាន និងនៅផ្នែកខាងក្នុងស៊ីឡាំងមានផ្ទុកទឹករាវ និងម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ។ នៅពេលដែលប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅធ្វើឲ្យទឹកពុះបង្កើតបានជាចំហាយ ហើយមានថាមពលកម្តៅ $2260\,\mathrm{kJ}$ និងចាប់ផ្តើមរីកមាឌពី $10^{-3}\,\mathrm{m}^3$ ទៅ $1.67\,\mathrm{m}^3$ ដោយពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើ រក្សាសម្ពាធថេរ មានតម្លៃស្មើនឹងសម្ពាធបរិយាកាស $1\,\mathrm{atm}$ (ដូចបានបង្ហាញនៅក្នុងរូបខាងក្រោម) ។



ក . គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធ នៅក្នុងអំឡុងពេលដែលពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើ ។

គ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

ដំណោះស្រាយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

ដោយអនុវត្តច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិចចំពោះប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ ដែលនាំឲ្យវាកើនឡើងថាមពលក្នុង និងបានធ្វើកម្មន្តទៅលើពីស្តុង ពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើ ដោយរក្សាសម្ពាធថេរ (លំនាំអ៊ីសូបារ) ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះយើងត្រូវប្រើរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

– កម្មន្តនៃប្រព័ន្ធតាមលំនាំអ៊ីសូបារ: $W = P\Delta V$

– ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក . គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធ នៅក្នុងអំឡុងពេលដែលពីស្តុង ផ្លាស់ទីឡើងលើ

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

ដោយ : $P = 1.01\text{atm} = 1.01\times10^5\,\text{Pa} \approx 10^5\,\text{Pa}$

$$:\Delta V = V_2 - V_1$$
$$= \left(1.671\text{m}^3\right) - \left(10^{-3}\text{m}^3\right)$$
$$= \left(1.671 - 0.001\right)\text{m}^3$$
$$= 1.670\text{m}^3$$

យើងបាន: $W = \left(10^5\,\text{Pa}\right)\left(1.670\text{m}^3\right)$

$$= 1.670\times10^5\,\text{J}$$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធ នៅក្នុងអំឡុងពេលដែលពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើគឺ

$$W = 1.670\times10^5\,\text{J}$$ ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +2260\text{ kJ} = +2260\times10^5\text{ J}$

: $W = +1.670\times10^5\,\text{J}$ ឬ $W = +1.670\times10^5\,\text{J}$

យើងបាន: $\Delta U = \left(2260\times10^5\,\text{J}\right) - \left(1.670\times10^5\,\text{J}\right)$

$$= 2258.33\times10^5\,\text{J}$$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 2258.33\times10^5\,\text{J}$ ។

- ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការគណនាចម្លើយគឺត្រឹមត្រូវ ព្រោះកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធគឺមានតម្លៃវិជ្ជមាន $W = +1.670\times10^5\,\text{J}$ មានន័យថាកម្មន្តនេះត្រូវបានធ្វើដោយប្រព័ន្ធ ក្នុងអំឡុងពេលដែលបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងក៏កើនឡើង $\Delta U = 2258.33\times10^5\,\text{J}$ ក្រោមបុព្វហេតុនៃការស្រូបកម្តៅពីមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅ ។

ខ .លំនាំអ៊ីសូការមាឌ (ថេរ)

តាមក្រាប $(P-V)$ នៃរូបទី៦ យើងសង្កេតឃើញថាសញ្ញាព្រួញដែលមានគល់ និងចុងតាង ដោយសម្ពាធប្រែប្រួលពី P_1 ទៅ P_2 និងមានមាឌថេរ $V_1 = V_2$ មានតម្លៃថេរ គឺជាការផ្លាស់ប្តូរ ភាពនៃលំនាំអ៊ីសូករ(មាឌថេរ) ។

តាម (២)យើងបាន:

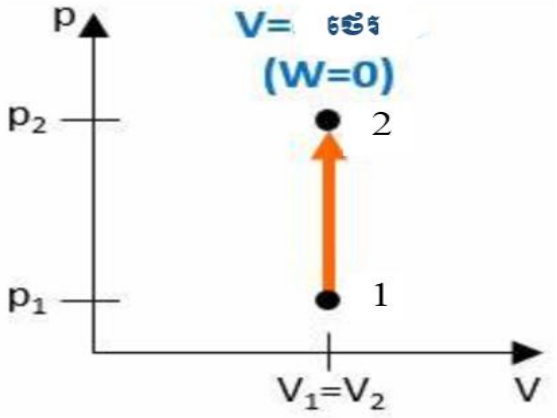
$$W = \int_{V_1}^{V_2} PdV$$

$$= P[V]_{V_1}^{V_2}$$

$$= P(V_2 - V_1)$$

ដោយ : $V_1 = V_2$

នាំឲ្យ : $W = P(0) = 0\text{J}$

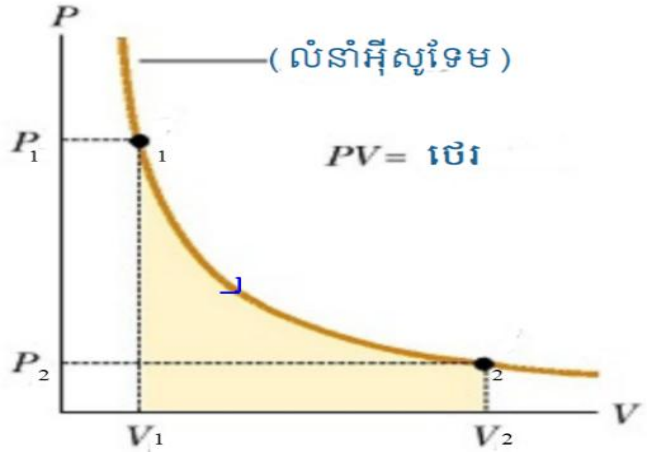


រូបទី៦៖ ការផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូករ

ដូចនេះ កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូករគឺ $\boxed{W = 0\text{ J}}$ (៤)

ឃ. លំនាំអ៊ីសូទែម (សីតុណ្ហភាពថេរ)

តាមក្រាប $(P-V)$ នៃរូបទី៧ យើងឃើញថាខ្សែកោងដែលមានតម្លៃសម្ពាធប្រែប្រួលពី P_1 ទៅ P_2 ជាមួយនឹងមានមាឌពី V_1 ទៅ V_2 ត្រូវបានតាងដោយលំនាំអ៊ីសូទែម(សីតុណ្ហភាពថេរ)។



រូបទី៧៖ ការផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូទែម

យើងមានសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ៖ $PV = nRT \Rightarrow P = \dfrac{nRT}{V}$ ជំនួសក្នុង(២)

យើងបាន: $W=\int_{V_1}^{V_2}\left(\frac{nRT}{V}\right)dV$

$$=nRT\int_{V_1}^{V_2}\frac{dV}{V}$$

$$=nRT\left[\ln(V)\right]_{V_1}^{V_2}$$

$=nRT\left(\ln(V_2)-\ln(V_1)\right)$ ដូចនេះ កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូទែមគឺ

$$=nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$\boxed{W=nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)=nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)} \quad (\text{៥})$$

- W : កម្មន្តនៃលំនាំអ៊ីសូទែម (J)
- n : ចំនួនម៉ូល (mol)
- $R=8.31\text{J/mol}\cdot\text{K}$: ថេរឧស្ម័ន
- T : សីតុណ្ហភាព (K)
- V_1 : មាឌដើមនៃធុងផ្ទុកឧស្ម័ន (m^3)
- V_2 : មាឌស្រេចនៃធុងផ្ទុកឧស្ម័ន (m^3)
- P_1 : សម្ពាធដើមនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង (Pa)
- P_2 : សម្ពាធស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង (Pa).

ឧទាហរណ៍ទី៣

ប៉ោងប៉ោងមួយមានផ្ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធប្រភេទម៉ូណូអាតូម ចំនួនម៉ូល 5.00 mol ។ ប្រព័ន្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះត្រូវបានស្រូបថាមពលកម្តៅពីព្រះអាទិត្យ ហើយប៉ោងប៉ោងបានរីកមាឌ 25% ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ 27°C ។ គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយម៉ូលេគុលឧស្ម័នដើម្បីបង្កើនមាឌរបស់ប៉ោងប៉ោង ។

ចម្លើយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

  នៅពេលដែលប៉ោងប៉ោងទទួលកម្តៅពីព្រោះអាទិត្យ ដែលធ្វើឲ្យម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅក្នុងប៉ោងប៉ោងរីកមាឌ ដែលផ្អែកលើទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន នាំឲ្យប៉ោងប៉ោងរីកមាឌក្រោមអំពើនៃកម្លាំងសម្ពាធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នរុញសំបកប៉ោងប៉ោងនោះ ។ បាតុភូតនៃការរីកមាឌរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះ ត្រូវបានពណ៌នា ដោយច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីគណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយម៉ូលេគុលឧស្ម័នដើម្បីបង្កើនមាឌរបស់ប៉ោងប៉ោង ដោយ

រក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ យើងត្រូវប្រើរូបមន្ត: $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយម៉ូលេគុលឧស្ម័នដើម្បីបង្កើនមាឌថេរ

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 5.00\text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: T = t + 273 = 27.0 + 273 = 300\ \text{K}$

$: V_2 = V_1 + 25\%V_1 = V_1 + 0.25V_1 = 1.25V_1$

យើងបាន: $W = (5.00\ \text{mol})(8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K})(300\ \text{K})\ln\left(\frac{1.25V_1}{V_1}\right) = 2.78\times10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយម៉ូលេគុលឧស្ម័នដើម្បីបង្កើនមាឌរបស់ប៉ោងប៉ោងគឺ

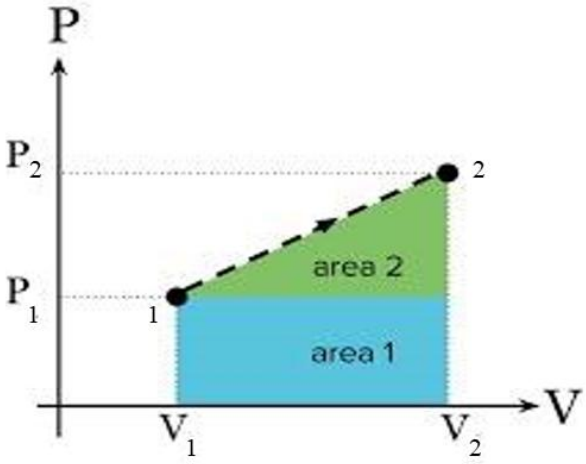
$$W = 2.78\times10^3\ \text{J}\ \text{ឬ}\ W = +2.78\times10^3\ \text{J}\ \text{។}$$

- ***ជំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការគណនានៅក្នុងលំហាត់វាពិតជាបានផ្ទៀងផ្ទាត់ ដោយគោរពលក្ខខណ្ឌ នៅក្នុងច្បាប់ទី ១ខែម៉ូឌីណាមិច ព្រោះកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ននៅក្នុងប៉ោងប៉ោងទៅបរិយាកាស បន្ទាប់ពីទទួលថាមពលកម្តៅពីព្រះអាទិត្យ ។

ឃ . លំនាំសម្ពាធ-មាឌប្រែប្រួលស្មើ

តាមក្រាប $(P-V)$ នៃរូបទី៨ តម្លៃសម្ពាធប្រែប្រួលពី P_1 ទៅ P_2 ជាមួយនឹងមានមាឌពី V_1 ទៅ V_2 យើងអាចចែកចេញជាពីរផ្នែក គឺផ្នែកនៃផ្នែទី 1 និងផ្នែកទី 2 ។



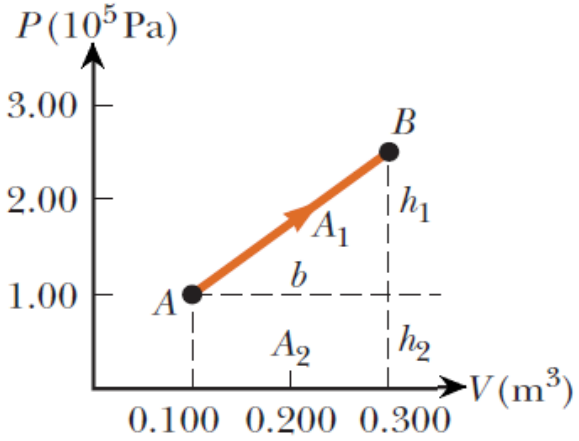
រូបទី៨: ការផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំ$(P-V)$ ប្រែប្រួលស្មើ

- ផ្នែកទី១ : ផ្ទៃក្រឡាមានមានរាងជាចតុកោណកែង(លំនាំអ៊ីសូបារ) និងមានកម្មន្ត $W_1 = P\Delta V$
- ផ្នែកទី២ : ផ្ទៃក្រឡាមានរាងជាកន្លះចតុកោណកែងនិងមានកម្មន្ត $W_2 = \frac{1}{2}\Delta P\Delta V$ ។

យើងបានកម្មន្តសរុបនៃលំនាំដែលកើតឡើងដោយសម្ពាធ និងមាឌប្រែប្រួលស្មើគឺ

$$\boxed{W = W_1 + W_2 = P_1\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V} \quad (៦)$$

ឧទាហរណ៍ទី៤ ប្រភេទនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមមួយចំនួន $4.00\,\text{mol}$ ត្រូវបានរងនូវបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចនិងពង្រីកមាឌពី $0.100\,\text{m}^3$ ទៅ $0.300\,\text{m}^3$ និងមានកំណើនសម្ពាធពី $1.00\times10^5\,\text{Pa}$ ទៅ $2.50\times10^5\,\text{Pa}$ បង្កើតបានជាក្រឡាផ្ទៃពីរគឺ A_1 និង A_2 ត្រូវតាងដោយក្រាបដូចបង្ហាញក្នុងរូប ។ គណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច A ទៅចំណុច B ។



ដំណោះស្រាយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

ត្រូវចងចាំថា នៅពេលដែលកម្មន្តដែលត្រូវបានធ្វើឡើងដោយប្រព័ន្ធ គឺត្រូវតែមានតម្លៃវិជ្ជមាន។ ដោយពិនិត្យទៅលើសម្មតិកម្មនៅក្នុងលំហាត់ បរិមាណមាឌនៃឧស្ម័នគឺកើនឡើងស្របពេលជាមួយនឹងសម្ពាធក៏ត្រូវបានកើនឡើងដែរ ឬឧស្ម័ននេះត្រូវបានរងនូវបម្លែងភាពតាមលំនាំសម្ពាធ និងមាឌប្រែប្រួលស្មើ ពីចំណុច A ទៅចំណុច B ។ ដូចនេះ កម្មន្តដែលត្រូវបានធ្វើដោយឧស្ម័នគឺត្រូវបានតាងដោយក្រាបនៃ $P-V$ (ក្នុងរូបភាពនៃលំហាត់) ។

➢ ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីគណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច A ទៅចំណុច B យើងត្រូវ៖

– រកក្រឡាផ្ទៃ A_1 និង A_2 ក្រោបនៃ $P-V$

– គណនាផលបូករវាងក្រឡាផ្ទៃ A_1 និង A_2

$$W = A_1 + A_2$$

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

គណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច A ទៅចំណុច B

តាមរូបភាពឧស្ម័នដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច A ទៅចំណុច B បានបង្កើតកម្មន្តដែលត្រូវបានតាង

ដោយ $W_{AB} = A_1 + A_2$ (១)

○ រកក្រឡាផ្ទៃ A_1 និង A_2 ក្រោបនៃ $P-V$

តាមរូបយើងបាន: $A_1 = \frac{1}{2}bh_1$

$$= \frac{1}{2}\left(0.300\ \text{m}^3 - 0.100\ \text{m}^3\right)\left(2.50\times10^5\ \text{Pa} - 1.00\times10^5\ \text{Pa}\right)$$
$$= 1.50\times10^4\ \text{J}$$

: $A_2 = bh_2$

$$= \left(0.300\ \text{m}^3 - 0.100\ \text{m}^3\right)\left(1.00\times10^5\ \text{Pa}\right)$$
$$= 2.00\times10^4\ \text{J}$$

តាម (១)យើងបាន: $W = 1.50\times10^4\text{J} + 2.00\times10^4\text{J}$

$$= 3.50\times10^4\ \text{J}$$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច A ទៅចំណុច B គឺ

$W_{AB} = 3.50\times10^4\ \text{J}$ ។

➢ ***ជំហានទី៤ ផ្សេងទៀត***

ដោយផ្អែកទៅចម្លើយនៃការគណនារបស់យើងខាងលើ គឺពិតជាត្រឹមត្រូវ ព្រោះកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នគឺមានតម្លៃ $W_{AB}=3.50\times10^{4}\ \text{J}$ ធំជាងសូន្យ ។

V. ថាមពលក្នុង

ថាមពលស៊ីនេទិចសរុប(ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល និងថាមពលស៊ីនេទិច)នៃម៉ូលេគុលទាំងអស់នៅក្នុងប្រព័ន្ធ គឺជាថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន ។

ថាមពលក្នុងត្រូវបានតាងដោយនិម្មិតសញ្ញា(U)និង ខ្នាតគិតជាស៊ូល($\mathbf{J}$) ។

រូបមន្ត: $U=\frac{3}{2}Nk_BT$ (៧)

- U: ថាមលក្នុង (J)
- N: ចំនួនម៉ូលនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន
- $k_B=1.38\times10^{-23}\ \text{J/K}$: ថេរឧស្ម័ន
- T : សីតុណ្ហភាព (K)

➢ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

ដោយផ្អែកតាមកន្សោមនៃថាពលក្នុង យើងសង្កេតឃើញថាវាអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព បើសិនជាសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធត្រូវបានប្រែប្រួលពី T_1 ទៅT_2 នាំឲ្យថាមពលក្នុងក៏ប្រែប្រួលពី U_1ទៅU_2 ដែរ ។

- ថាមពលក្នុងនៅខណៈដែលប្រព័ន្ធមានសីតុណ្ហភាព : $U_1=\frac{3}{2}Nk_BT_1$
- ថាមពលក្នុងនៅខណៈដែលប្រព័ន្ធមានសីតុណ្ហភាព : $U_2=\frac{3}{2}Nk_BT_2$

គេបាន: $\boxed{\Delta U=U_2-U_1=\frac{3}{2}Nk_BT_2-\frac{3}{2}Nk_BT_1=\frac{3}{2}Nk_B\Delta T}$ (៨)

- $\Delta U = U_2 - U_1$:បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង (J)
- N: ចំនួនម៉ូលនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន
- $R = 8.31\,\text{J/mol}\cdot\text{K}$: ថេរឧស្ម័ន
- $\Delta T = T_2 - T_1$: បម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព (K)

❖ នៅពេលដែលការផ្លាស់ប្តូរភាពនោះ ផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូទែម$(T_1 = T_2)$ នាំឲ្យ $\Delta T = 0$ ដូចនេះ $\Delta U = 0\,\text{J}$ ។

ឧទាហរណ៍ទី៥ ធ្វើបន្តពីឧទាហរណ៍ទី៤ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធរវាងចំណុច A និងចំណុច B ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ។

ចម្លើយ

➢ ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

យើងដឹងថាថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយ គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ដែលវាអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននោះ ។

➢ ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះ យើងត្រូវប្រើរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT$
- ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ: $U = \frac{3}{2}nRT$
- បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ: $\Delta U_{AB} = U_B - U_A = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR\left(T_B - T_A\right)$
- ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$ ។

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធរវាងចំណុច A និងចំណុច B

តាមរូបមន្ត : $\Delta U_{AB} = \frac{3}{2}nR(T_B - T_A)$

ដោយ: $n = 4.00\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = \frac{(1.00 \times 10^5\ \text{Pa})(0.100\ \text{m}^3)}{(4.00\ \text{mol})(8.31\ \text{J/K}\cdot\text{mol})} = 301\ \text{K}$

$: T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = \frac{(2.50 \times 10^5\ \text{Pa})(0.300\ \text{m}^3)}{(4.00\ \text{mol})(8.31\ \text{J/K}\cdot\text{mol})} = 2.26 \times 10^3\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}(4.00\ \text{mol})(8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K})(2.26\times10^3\ \text{K-}301\ \text{K})$

$= 9.77\times10^4\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធរវាងចំណុច A និងចំណុច B គឺ

$\Delta U = 9.77\times10^4\ \text{J}$ ។

ខ . ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធ

ច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ: $W_{AB} = 3.50\times10^4\text{J}$ (នៅក្នុងឧទាហរណ៍ទី៤)

$: \Delta U = 9.77\times10^4\text{J}$

យើងបាន: $Q = 3.50\times10^4\text{J} + 9.77\times10^4\text{J} = 1.33\times10^5\text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធគឺ $Q=1.33\times10^5\text{J}$ ។

- ***ដំហានទី៤ ផ្សៀងផ្គាត់***

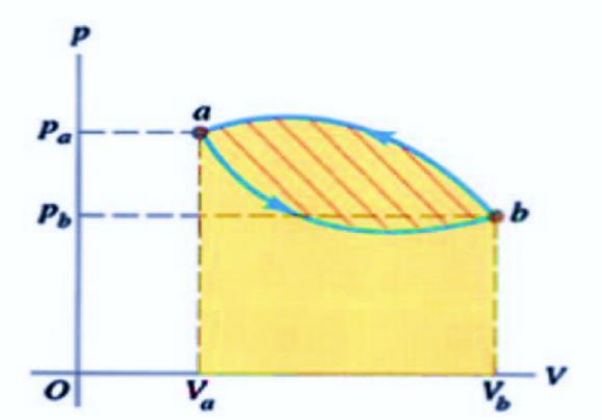
ឆ្លងតាមការគណនានៅក្នុងសំនួរ (ក) បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធមានតម្លៃ $\Delta U = 9.77\times10^4\text{J}$ វិជ្ជមាន(ថាមពលក្នុងកើន) ក្រោមបុព្វហេតុប្រព័ន្ធទទួលកម្តៅពីមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ចំនួន $Q=1.33\times10^5\text{J}$ ។

VI. <u>ឈើមំលែទមិន និទគោលការណ៍សមមូល</u>

➢ ករណីបំលែងបិទ

នៅពេលដែលប្រព័ន្ធមួយរងនូវការផ្លាស់ប្តូរភាពពីភាពដើមចេញទៅភាពស្រេច និងវិលមកភាពដើមវិញនោះគេថាប្រព័ន្ធនេះរងនូវបំលែងបិទ ដែលមាន (មិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការបំលែង)បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងស្មើនឹងសូន្យ $(\Delta U = 0)$ ។

ឧទាហរណ៍៖ ប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នមួយបានរងនូវបំលែងបិទ ដោយចេញពីភាពដើមត្រង់ចំណុច a ទៅភាពស្រេច ត្រង់ចំណុច b បន្ទាប់មកវាត្រឡប់មក ភាពដើមត្រង់ចំណុច a វិញ(ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី៩) ។



រូបទី៩៖ បំលែងបិទនៃប្រព័ន្ធ

➢ គោលការណ៍សមមូល

កាលណាប្រព័ន្ធប្រព័ន្ធមួយទទួលរងនូវបំលែងបិទ(មួយសុិច) រដោយប្តូរតែកម្មន្ត និតកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ លុះត្រាតែ៖

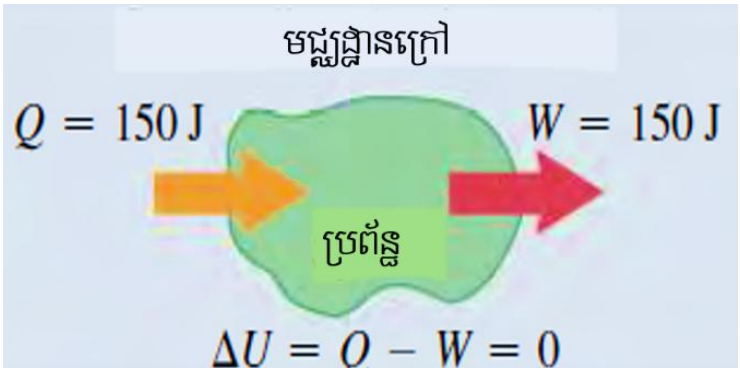
– ប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ $(Q > 0)$ នាំឲ្យប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត $(W > 0)$



– ប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្តៅ $(Q < 0)$ នាំឲ្យប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត: $(W < 0)$



– កម្តៅផ្តល់ដោយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅមានតម្លៃស្មើគ្នានឹងកម្មន្តដែលធ្វើដោយប្រព័ន្ធ ។



សូមអរគុណ!

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. គំរូនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន $2.00\,\text{mol}$ ដែលមានសម្ពាធ $5.00\,\text{atm}$ និងមានបរិមាណនៃមាឌ 12.0L បានពង្រីកយឺតៗ តាមលំនាំអ៊ីសូទែមបង្កើតបានមាឌស្រេច $30.0\,\text{L}$ ។

ក. តើសម្ពាធស្រេចរបស់ឧស្ម័ន ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពដើម និងសីតុណ្ហភាពស្រេច។

ដំណោះស្រាយ

ក. រកសម្ពាធស្រេចរបស់ឧស្ម័ន

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $P_2 = \frac{P_1V_1T_2}{V_2T_1}$

តែ $T_1 = T_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$

ដោយ: $P_1 = 5\text{atm} = 5\times10^5\,\text{Pa}$

$: V_1 = 12\text{L} = 12\times10^{-3}\,\text{m}^3$

$: V_2 = 30\text{L} = 30\times10^{-3}\,\text{m}^3$

យើងបាន: $P_2 = \frac{5\times10^5\times12\times10^{-3}}{30\times10^{-3}} = 2\times10^5\,\text{Pa}$

ដូចនេះសម្ពាធចុងស្រេចរបស់ឧស្ម័នគឺ $P_2 = 2\times10^5\ \text{Pa}$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពដើម និងសីតុណ្ហភាពស្រេច

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធភាពចំពោះលក្ខខណ្ឌដើម

$$P_1V_1 = nRT_1$$

នាំឲ្យ : $T_1 = \dfrac{P_1V_1}{nR}$

ដោយ : $P_1 = 5 \text{ atm} = 5\times10^5 \text{ Pa}$

: $V_1 = 12 \text{ L} = 12\times10^{-3} \text{ m}^3$,

: $n = 2 \text{ mol}$

: $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_1 = \dfrac{5\times10^5 \times 12\times10^{-3}}{2\times8.31} = 3.61 \text{ K}$

➢ ប្រព័ន្ធឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូទែម នោះសីតុណ្ហភាពមានតម្លៃថេរ $T_1 = T_2 = 3.61 \text{ K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពដើម និងស្រេចមានតម្លៃស្មើគ្នា $T_1 = T_2 = 3.61 \text{ K}$ ។

2. ធុងមួយមានមាឌ 20.0 L ផ្ទុកឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីត (CO_2) គឺនៅខណៈសម្ពាធ $9.50\times10^5 \text{ Pa}$ និងសីតុណ្ហភាព $19\ ^\circ\text{C}$ ។ គេឲ្យ: $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

ក. ប្រើប្រាស់សមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធដើម្បីគណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង ។

ខ .ប្រើប្រាស់តារាងខួបគីមី ចូរគណនាម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតគិតជា g/mol ។

គ. គណនាម៉ាសរបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតនៅក្នុងធុង ។

ឃ. គេបានយកធុងទៅគេដុតកម្តៅដើម្បីឲ្យសីតុណ្ហភាពធុងកើនឡើង និងសម្ពាធនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នបានកើនចំនួន ៤ ភាគ ៣ នៃតម្លៃសម្ពាធដើម នៅខណៈដែល 2.0 g នៃឧស្ម័នបានលេចចេញពីធុង(ដោយសម្មតថាធុងមិនរីកមាឌ) ។ គណនាសម្ពាធស្រេច និងគណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង ក្រោយពេលឧស្ម័នបានលេចចេញ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. ប្រើប្រាស់សមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធដើម្បីគណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_1V_1 = n_1RT_1$

នាំឲ្យ : $n_1 = \dfrac{P_1V_1}{RT_1}$ (១)

ដោយ : $P_1 = 9.50\times10^5$ Pa

: $V_1 = 20$ L $= 20$ dm^3 $= 20\times10^{-3}$ m^3

: $T_1 = 273 + t_1 = 273 + 19 = 292$ K

: R=8.31 J/mol·K

យើងបាន: $n_1 = \dfrac{9.50\times10^5\times20\times10^{-3}}{8.31\times292}$

$= 0.08$ mol

ដូចនេះចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងគឺ $n_1 = 0.08$mol ។

ខ .ប្រើប្រាស់តារាងខួបគីមី គណនាម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតគិតជា g/mol

តាមរូបមន្ត : $M_{CO_2} = M_C + 2M_O$

ដោយ : $M_C = 12$ g/mol

: $M_O = 16$ g/mol

យើងបាន: $M_{CO_2} = 12 + 2\times16$

$= 44$ g/mol

ដូចនេះម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័នកាបូនឌីអុកស៊ីតគិតជា g/mol គឺ $M_{CO_2} = 44$ g/mol ។

គ. គណនាម៉ាសរបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតនៅក្នុងធុង

តាមរូបមន្ត : $m_{CO_2} = nM_{CO_2}$

ដោយ : $n_1 = 0.08$ mol

: $M_{CO_2} = 44$ g/mol

យើងបាន: $m_{CO_2} = 0.08 \times 44$

$= 3.52\ \text{g}$

$= 3.52 \times 10^{-3}\ \text{kg}$

ដូចនេះម៉ាសរបស់កាបូនឌីអុកស៊ីតនៅក្នុងធុងគឺ $m_{CO_2} = 3.52 \times 10^{-3}\ \text{kg}$ ។

ឃ. គណនាសម្ពាធស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងក្រោយពេលឧស្ម័នមួយចំនួនបានជ្រាបចេញ

យើងមាន: $P_2 = \frac{4}{3}P_1 + P_1$

ដោយ : $P_1 = 9.50 \times 10^5\ \text{Pa}$

យើងបាន: $P_2 = \frac{4}{3} \times 9.50 \times 10^5 + 9.50 \times 10^5 = 22.17 \times 10^5\ \text{Pa}$

ដូចនេះសម្ពាធស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងក្រោយពេលឧស្ម័នមួយចំនួនបានជ្រាបចេញគឺ P_2

$= 22.17 \times 10^5\ \text{Pa}$ ។

- គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ន

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n_1RT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = n_2RT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1RT_1}{n_2RT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n_1T_1}{n_2T_2}$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{n_1P_2V_2T_1}{n_2P_1V_1}$

ដោយ : $T_1 = 292\ \text{K}$

: $P_1 = 9.50 \times 10^5\ \text{Pa}$

: $V_1 = V_2 = 20\ \text{L} = 20 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

: $P_2 = \frac{4}{3}P_1 + P_1 = \frac{4}{3} \times 9.50 \times 10^5 + 9.50 \times 10^5 = 22.17 \times 10^5\ \text{Pa}$

$: n_1 = 0.08\ \text{mol}$

$: n_1 = n_2 + n'$

$\Rightarrow n_2 = n_1 - n'$

$= n - \dfrac{m'}{M_{CO_2}}$

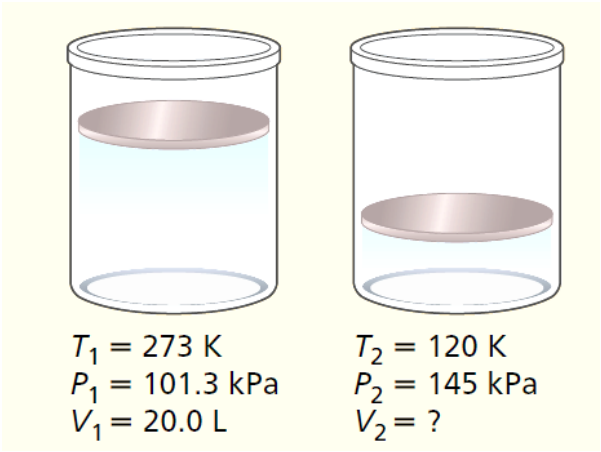
$= 0.08 - \dfrac{2}{44}$

$= 0.03\ \text{mol}$

យើងបាន: $T_2 = \dfrac{0.08 \times 22.17 \times 10^5 \times 12 \times 10^{-3}}{0.03 \times 9.50 \times 12 \times 10^{-3}} = 6.22 \times 10^2 = 622\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងក្រោយពេលឧស្ម័នមួយចំនួនបានជ្រាបចេញគឺ $T_2 = 622\text{K}$ ។

3. គំរូនៃឧស្ម័នអាកុងចំនួន $2\ \text{L}$ មានសីតុណ្ហភាព $273\ \text{K}$ និងត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងស៊ីឡាំងដែលមានសម្ពាធស្មើនឹងសម្ពាធបរិយាកាស $101.3\ \text{kPa}$ ដែលត្រូវបានខណ្ឌដោយពីស្តុងមួយដូចរូប ។ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននេះត្រូវបានបន្ទាបដល់ $120\ \text{K}$ និងសម្ពាធត្រូវបានកើនឡើងដល់ $145\ \text{kPa}$ ។ គេឲ្យ: $M_{Ar} = 39.9\ \text{g/mol}$



ក. តើមាឌស្រេចនៃគំរូនៃឧស្ម័នអាកុងមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ខ . រកចំនួនម៉ូលនៃអាកុង ។

គ . រកម៉ាសរបស់នៃអាកុង ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាមាឌស្រេច នៃគំរូនៃឧស្ម័នអាកុង

តាមរូបមន្ត $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $V_2=\frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$

ដោយ : $P_1=101.3\,\text{kPa}=101.3\times10^3\ \text{Pa}$

$:P_2=145\,\text{kPa}=145\times10^3\ \text{Pa}$

$:T_1=273\,\text{K}$

$:T_2=120\,\text{K}$

$:V_1=20.0\,\text{L}=20.0\times10^{-3}\ \text{L}$

យើងបាន:$V_2=\frac{101.3\times10^3\times20.0\times10^{-3}}{145\times10^3\times273}$

$=6.1\times10^{-3}\ \text{m}^3$

ដូចនេះបរិមាណមាឌថ្មីនៃគំរូនៃឧស្ម័នអាកុងគឺ $V_2=6.1\times10^{-3}\ \text{m}^3$ ។

ខ. រកចំនួនម៉ូលនៃអាកុង

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_1V_1=nRT_1$

នាំឲ្យ : $n=\frac{P_1V_1}{RT_1}$ (១)

ដោយ : $P_1=101.3\times10^3\ \text{Pa}$

$:V_1=20.0\times10^{-3}\ \text{m}^3$

$:R=8.31\,\text{J/mol}\cdot\text{K}$

$:T_1=273\,\text{K}$

យើងបាន: $n=\frac{101.3\times10^3\times20.0\times10^{-3}}{8.31\times273}$

$=0.90\ \text{mol}$

ដូចនេះចំនួនម៉ូលនៃអាកុង គឺ $n=0.90\ \text{mol}$ ។

គ . រកម៉ាសរបស់នៃអាកុង

តាមរូបមន្ត : $m_{Ar} = nM_{Ar}$

ដោយ : $n = 0.90\ \text{mol}$

: $M_{Ar} = 39.9\ \text{g/mol}$

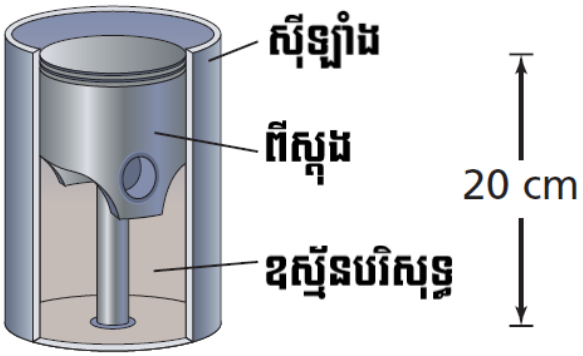
យើងបាន: $m_{Ar} = 0.90 \times 39.9$

$= 35.6\ \text{g}$

$= 35.6 \times 10^{-3}\ \text{kg}$

ដូចនេះម៉ាសរបស់នៃអាកុងគឺ $m_{Ar} = 35.6 \times 10^{-3}\ \text{kg}$ ។

4. គេមានឧបករណ៍សម្រាប់វាស់មាឌ ដែលអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព និងរក្សាសម្ពាធថេរមួយ ត្រូវបានផ្គុំកម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធ នៅក្នុងស៊ីឡាំង ដែលខណ្ឌដោយពីស្តុងមួយអាចចល័តបាន(ដូចបង្ហាញក្នុងរូប) ។ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នកើនឡើង ឬថយចុះ ពីស្តុងអាចផ្លាស់ទីឡើង និងផ្លាស់ទីចុះបានយ៉ាងងាយដោគ្មានការកកិត ។ បើសិនជាសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅក្នុងធុង $0\ ^{\circ}\text{C}$ កំពស់នៃស៊ីឡាំងគឺ $20\ \text{cm}$ តើពីស្តុងនោះនឹងលូតឡើងលើបានកំពស់ប៉ុន្មាន នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅក្នុងធុង $100\ ^{\circ}\text{C}$?



ដំណោះស្រាយ

រកកំពស់នៃស៊ីឡាំងដែលបានលូតនៅសីតុណ្ហភាព $100\ ^{\circ}\text{C}$

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n_1RT_1$ (១)
- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = n_2RT_2$ (២)

យកសមីការ(១) ចែក (២) : $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{n_1RT_1}{n_2RT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

ដោយ : $P_1=P_2$

យើងបាន: $\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}$ តែ $V=AL$

$$\frac{AL_1}{AL_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{L_1}{L_2}=\frac{T_1}{T_2}$$

$$L_2=\frac{L_1\times T_2}{T_1}$$

តាមសម្មតិកម្ម: $L_1=20\text{ cm}=0.20\text{ m}$

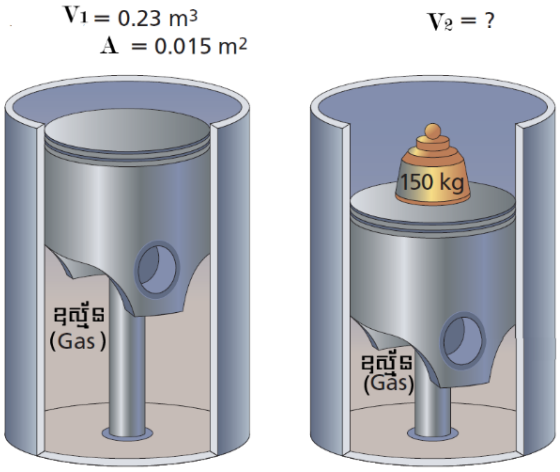
$$:T_1=273+t_1=273+0=272\text{K}$$
$$:T_2=273+t_2=273+100=372\text{K}$$

យើងបាន: $L_2=\frac{0.20\times 373}{273}$

$$=0.27\text{ m}$$

ដូចនេះប្រវែងដែលពីស្តុងលូតបានគឺ $L_2-L_1=0.27-0.20=0.07\text{ m}$ ។

5. ពីស្តុងមួយដែលមានផ្ទៃ $A=0.015\text{ m}^2$ ជាផ្នែកសម្រាប់បិទមាត់ស៊ីឡាំងផ្នែកខាងលើ ដែលផ្ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានមាឌ $V=0.23\text{ m}^3$ (ដូចរូបខាងក្រោម) ។ សម្ពាធដំបូងនៃឧស្ម័នគឺ $P=1.5\times10^5\text{ Pa}$ ។ នៅពេលដែលគេបានយកម៉ាស $m=150\text{ kg}$ មកដាក់ពីលើនៅលើពីស្តុង បានធ្វើឲ្យពីស្តុងរំកិលចុះក្រោម។ បើសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័នរក្សាតម្លៃថេរ ចូរគណនាមាឌស្រេចនៃឧស្ម័ននៅពេលដាក់ដុំម៉ាសពីលើពីស្តុង ។



ដំណោះស្រាយ

គណនាមាឌស្រេចនៃឧស្ម័ននៅពេលដាក់ដុំម៉ាសពីលើពីស្តុង

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n_1RT_1$ (១)
- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក (២) : $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{n\,RT_1}{n\,RT_2}$

ដោយ : $T_1 = T_2$

យើងបាន: $P_2V_2 = P_1V_1$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

តាមសម្មតិកម្ម : $P_1 = 1.5\times10^5\,\text{Pa}$

$$:V_1 = 0.23\text{m}^3$$

$$:P_2 = P_1 + \frac{F}{A}$$

$$= P_1 + \frac{mg}{A}$$

$$= 1.5\times10^5 + \frac{150\times10}{0.015}$$

$$= 1.5\times10^5 + 10^5$$

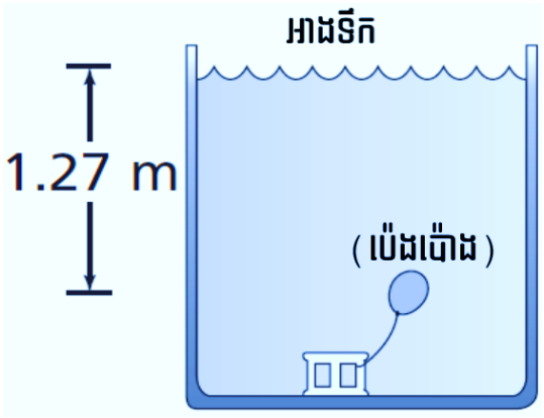
$$= 2.5\times10^5\ \text{Pa}$$

នោះ $V_2 = \frac{1.5\times10^5\times0.23}{2.5\times10^5}$

$= 0.14\ \text{m}^3$

ដូចនេះមាឌស្រេចនៃឧស្ម័ននៅពេលដាក់ដុំម៉ាសពីលើពីស្តុង គឺ $V_2 = 0.14\ \text{m}^3$ ។

6. ប៉ោងប៉ោងបានផ្ទុកមានបរិមាណខ្យល់ $125\ \text{mL}$ និងមានសម្ពាធបរិយាកាសស្តង់ដារ $101.3\ \text{kPa}$ នៅពេលដែលកាន់ខ្សែវាឲ្យហោះនៅក្នុងបរិយាកាស ។ បើប៉ោងប៉ោងនេះត្រូវបានយកខ្សែទៅចងនៅបាតអាងទឹក ដែលធ្វើឲ្យប៉ោងប៉ោងនៅក្រោមផ្ទៃទឹកប្រវែង $1.27\ \text{m}$ (ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាព) តើខ្យល់នៅក្នុងប៉ោងប៉ោងមានមាឌស្រេចប៉ុន្មាន ?



ដំណោះស្រាយ

គណនាមាឌស្រេចនៃខ្យល់នៅក្នុងប៉ោងប៉ោង

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = n_1RT_1$ (១)
- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក (២) : $\dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{n\ RT_1}{n\ RT_2}$

ដោយ : $T_1 = T_2$

យើងបាន: $P_2V_2 = P_1V_1$

$$V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2}$$

តាមសម្មតិកម្ម : $P_1 = 101.3\ \text{kPa} = 101.3\times10^3\ \text{Pa}$

$$:V_1 = 125\ \text{mL} = 125\times10^{-6}\ \text{m}^3$$

$$:P_2 = P_0 + \rho gh$$

$$= 101.3\times10^3 + 1000\times10\times1.27$$

$$= (101.3+12.7)10^3$$

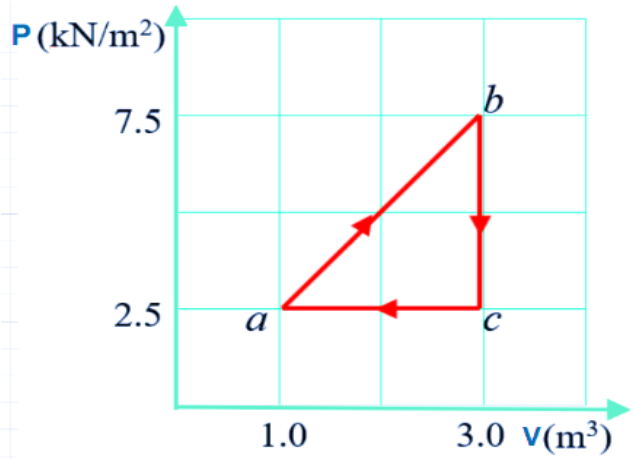
$$= 129.0\times10^3\ \text{Pa}$$

នោះ $V_2 = \dfrac{101.3\times10^3\times125\times10^{-6}}{2.5\times10^5}$

$$= 5056\times10^{-8}\ \text{m}^3$$

ដូចនេះបរិមាណមាឌថ្មីនៃខ្យល់នៅក្នុងប៉ោងប៉ោងគឺ $V_2 = 5056\ \text{m}^3$ ។

7. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានរងនូវការបំលែងភាពតាមរយៈដំណើរការ $abca$ (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាព) ដែលភាពនៃប្រព័ន្ធរបស់ឧស្ម័ននៅចំណុច a មានសីតុណ្ហភាព $T = 200\ \text{K}$ ។



ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច b ។

គ. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច c ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំពោះម៉ូលេគុលឧស្ម័នត្រង់ចំណុច a : $P_aV_a = nRT_a$

នាំឲ្យ $n = \dfrac{P_aV_a}{RT_a}$

ដោយ : $P_a = 2.5\text{kN/m}^2 = 2.5\times10^3\,\text{N/m}^2$

$: V_a = 1.0\text{m}^3$

$: R = 8.31\text{J/mol.K}$

$: T_a = 200\text{K}$

យើងបាន: $n = \dfrac{2.5\times10^3\times1.0}{8.31\times200}$

$= 1.5\text{ mol}$

ដូចនេះចំនួនម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ នត្រង់ចំណុច a គឺ $n = 1.5\text{ mol}$ ។

ខ. រកសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច b

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំពោះម៉ូលេគុលឧស្ម័នត្រង់ចំណុច b : $P_bV_b = nRT_b$

នាំឲ្យ : $T_b = \dfrac{P_bV_b}{nR}$

ដោយ : $P_b = 7.5\times10^3\ \text{N/m}^2$

$: V_b = 3.0\ \text{m}^3$

$: n = 1.5\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_b = \dfrac{7.5\times10^3\times3.0}{1.5\times8.31}$

$= 1.8\times\ 10^3\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពត្រង់ចំណុច b គឺ $T_b = 1.8\times\ 10^3\ \text{K}$ ។

គ. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច c

តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំពោះម៉ូលេគុលឧស្ម័នត្រង់ចំណុច c :

$P_cV_c = nRT_c$

នាំឲ្យ : $T_b = \dfrac{P_bV_b}{nR}$

ដោយ : $P_c = 2.5\times10^3\text{N/m}^2$

$: V_c = 3.0\text{m}^3$

$: n = 1.5\text{mol}$

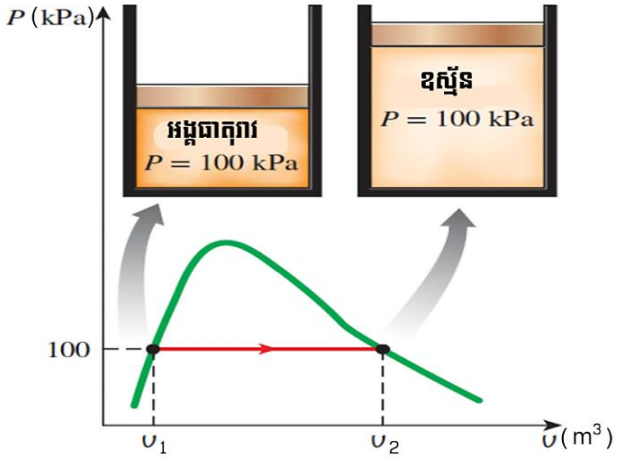
$: R = 8.31\text{J/mol.K}$

យើងបាន: $T_b = \dfrac{2.5\times10^3\times3.0}{1.5\times8.31}$

$= 0.60\times\ 10^3\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពត្រង់ចំណុច c គឺ $T_c = 0.60\times\ 10^3\ \text{K}$ ។

8. ទឹកចំនួន 200g ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពរបស់វាពីរាវ ទៅ ឧស្ម័ន ដោយរក្សាសម្ពាធថេរនៅក្នុងធុងមួយ(ដូចរូបខាងក្រោម) ។ បើសិនជាសីតុណ្ហភាពនៃរបស់វាបានកើនឡើងពីដង តើបរិមាណមាឌរបស់វាកើនឡើងឬថយចុះ? ហើយមានតម្លៃប៉ុន្មានធៀបនឹងមាឌនៅខណៈស្រេច ?



ដំណោះស្រាយ

គណនាមាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័ន

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\dfrac{P_1V_1}{P_2V_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$

ដោយ : $P_1 = P_2$

$: T_2 = 2T_1$

យើងបាន: $\frac{P_1V_1}{(P_1)V_2}=\frac{T_1}{(2T_1)}$

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{1}{2}$$
$$V_1=\left(\frac{1}{2}\right)V_2$$
$$V_2=2V_1$$

ដូចនេះមាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័នត្រូវបានកើនឡើងពីរដង គឺ $V_2=2V_1$ ។

9. ម៉ូលេគុលខ្យល់នៅក្នុងកង់ឡានមួយត្រូវបានវាស់សម្ពាធដោយនារីម្នាក់ដែលគាត់ប្រើប្រាស់ឧករណ៍ដើម្បីរក្សាសុវត្ថិភាពនៅពេលគាត់ធ្វើការបើកបរ ដោយនៅមុនពេលបើកបរនារីបានដឹងថាសម្ពាធខ្យល់នៅក្នុងកង់រថយន្តរបស់គាត់មានតម្លៃ $210\,\text{kPa}$ និង បន្ទាប់ពីបើកបររួចមានតម្លៃ $220\,\text{kPa}$ ហើយសម្ពាធខ្យល់នៅក្នុងបរិយាកាសមានតម្លៃ $95\,\text{kPa}$ ។ ដោយសម្មតថាមាឌខ្យល់នៅក្នុងកង់ឡានបានរក្សានូវតម្លៃថេរ និងមានសីតុណ្ហភាពមុនពេលធ្វើដំណើរគឺ $t=25\,^{o}\text{C}$ ចូរគណនាតម្លៃសីតុណ្ហភាពខ្យល់នៅក្នុងកង់រថយន្តក្រោយពេលធ្វើដំណើរ ។



ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងកង់រថយន្តក្រោយពេលធ្វើដំណើរ :

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1=nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2=nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2}=\frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1}$

ដោយ: $P_1 = P_g + P_{in(1)} = 95\,(\text{kPa}) + 210\,(\text{kPa}) = 305\,(\text{kPa}) = 305\times10^3\ \text{Pa}$

: $P_2 = P_g + P_{in(2)} = 95\,(\text{kPa}) + 220\,(\text{kPa}) = 315\,(\text{kPa}) = 315\times10^3\ \text{Pa}$

: $T_1 = 273 + t_1 = 273 + 25 = 298\ \text{K}$

: $V_1 = V_2$

យើងបាន: $T_2 = \frac{315\times10^3\times(V_1)\times298}{305\times10^3\times V_1}$

$=307.77\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃខ្យល់នៅក្នុងកង់រថយន្ត គឺ $T_2 = 307.77\ \text{K}$ ។

10. ឧស្ម័ននីត្រូសែន $m_{N_2} = 10\ \text{kg}$ ស្ថិតនៅសម្ពាធ $200\ \text{kPa}$ ត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងស៊ីឡាំងមួយបិតដោយពីស្តុងមួយដែលមានមាឌ $12.32\ \text{m}^3$ ។ ពីស្តុងនេះត្រូវបានរំកិលរហូតបានមាឌខ្យល់នៅក្នុងស៊ីឡាំងនោះថយចុះអស់ពាក់កណ្តាលនៃមាឌដើម ។ បើសិនជាសម្ពាធនៅក្នុងស៊ីឡាំងមានតម្លៃថេរ តើសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធស៊ីឡាំងមានតម្លៃប៉ុន្មាន? គេឲ្យ $M_{N_2} = 28\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធស៊ីឡាំង :

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1}$

ដោយ : $P_1 = P_2$

: $V_2 = \frac{V_1}{2}$

: $T_1 = ?$

- រកតម្លៃ $T_1 = ?$

តាមសមីការ (១) : $T_1 = \frac{P_1V_1}{nR} = \frac{P_1V_1 \times M_{N_2}}{m_{N_2} \times R}, n = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}}$

ដោយ : $P_1 = 200\text{kPa} = 2\times10^5\text{Pa}$

$: V_1 = 12.32\ \text{m}^3$

$: m_{N_2} = 10\ \text{kg}$

$: M_{N_2} = 28\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 28\times10^{-3}\ \text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_1 = \frac{2\times10^5 \times 12.32 \times 28\times10^{-3}}{10\times8.31}$

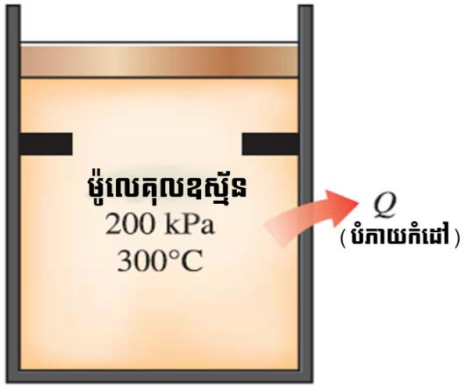
$= 8.30\times10^2\ \text{K}$

នោះ $T_2 = \frac{(P_1)\times(V_1/2)\times8.30\times10^2}{P_1\times V_1}$

$= 4.15\times10^2\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធស៊ីឡាំង គឺ $T_2 = 4.15\times10^2\ \text{K}$ ។

11. ស៊ីឡាំងមួយដែលមានចំណុចពីរ ដើម្បីទប់ការរំកិលចុះបន្តទៀតនៃពីស្តុង(ដូចរូបខាងក្រោម) ត្រូវបានផ្ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅខណៈដើម $(200\ \text{kPa}, 300\ ^o\text{C})$ ។ នៅពេលសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធខាងក្រៅធុងត្រូវបានថយចុះ ធុងក៏បំភាយថាមពលកម្តៅចេញក្រៅ ដែលសីតុណ្ហភាពនៃធុងត្រូវបានចុះត្រជាក់ ពីស្តុងក៏ត្រូវបានរអិលចុះក្រោមដែលធ្វើឲ្យបរិមាណមាឌរបស់ឧស្ម័នរបស់ធុងថយចុះអស់ 3ភាគ5 មកដល់ទីតាំងដែលវាឈប់ត្រង់ចំណុចពីរនោះ និងមានសម្ពាធ 100 kPa ។ គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័ន។



ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ន:

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1}$

ដោយ : $P_1 = 200\ \text{kPa} = 2\times10^5\ \text{Pa}$

$: P_2 = 100\ \text{kPa} = 10^5\ \text{Pa}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 300 = 573\ \text{K}$

$: V_2 = \left(\frac{3}{5}\right)V_1$

យើងបាន: $T_2 = \frac{10^5 \times \left(\frac{3}{5}\times V_1\right)\times 573}{2\times10^5 \times V_1}$

$= 171.9\ \text{K}$

ដូចនេះសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ន គឺ $T_2 = 171.9\ \text{K}$ ។

12. ស៊ីឡាំងមួយត្រូវបានផ្គុកទឹកចំនួន $0.005\ \text{m}^3$ និងចំហាយទឹកចំនួន $0.9\ \text{m}^3$ ដែលកំពុងស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាពលំនឹងជាមួយគ្នា $30\ ^\circ\text{C}$ និងមានសម្ពាធ $600\ \text{kPa}$ ។ នៅពេលដែលកម្តៅត្រូវបានផ្ទេរទៅឲ្យ

ប្រព័ន្ធនៃធុង នៅពេលនោះទឹកនិងចំហាយទឹកត្រូវបានរក្សាសម្ពាធថេរ ហើយមានសីតុណ្ហភាព $200\ ^{o}C$ ។

ក. គណនាម៉ាសសរុបប្រព័ន្ធទឹក និងចំហាយទឹក ។

ខ. គណនាមាឌស្រេចនៃប្រព័ន្ធ ។

គេឲ្យ៖ ម៉ាសមាឌទឹក គឺ $\rho_w = 1\,\text{kg/L}$ និងម៉ាសមាឌចំហាយទឹកគឺ $\rho_w = 0.089\,\text{g/L}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក គណនាម៉ាសសរុបប្រព័ន្ធទឹក និងចំហាយទឹក .

តាមរូបមន្ត : $m_t = m_{water} + m_{vapor}$ (១)

- រកម៉ាសទឹក $m_{water} = ?$

តាមរូបមន្ត : $\rho_{water} = \dfrac{m_{water}}{V_{water}}$

នាំឲ្យ : $m_{water} = \rho_{water} \times V_{water}$

ដោយ : $\rho_{water} = 1\,\text{kg/L}$

$: V_{water} = 0.005\,\text{m}^3 = 0.005\times 10^3\,\text{L} = 5.0\,\text{L}$

យើងបាន: $m_{water} = 1(\text{kg/L}) \times 5.0(\text{L}) = 5\,\text{kg}$

- រកម៉ាសចំហាយទឹក $m_{vapor} = ?$

តាមរូបមន្ត : $\rho_{vapor} = \dfrac{m_{vapor}}{V_{vapor}}$

នាំឲ្យ : $m_{vapor} = \rho_{vapor} \times V_{vapor}$

ដោយ : $\rho_{water} = 0.089\,\text{g/L} = 0.089\times 10^{-3}\,\text{kg/L}$

$: V_{vapor} = 0.09\,\text{m}^3 = 0.09\times 10^3\,\text{L} = 90.0\,\text{L}$

យើងបាន: $m_{vapor} = 0.089\times 10^{-3}(\text{kg/L}) \times 90(\text{L})$

$= 8.01\times 10^{-3}\,\text{L} = 0.008\,\text{kg}$

តាម(១) យើងបាន: $m_t = 5 + 0.008$

$= 5.008\ \text{kg}$

ដូចនេះម៉ាសសរុបប្រព័ន្ធទឹក និងចំហាយទឹកគឺ $m_t = 5.008\text{kg}$ ។

ខ. គណនាមាឌស្រេចនៃប្រព័ន្ធ

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$

ដោយ : $P_1 = P_2 = 600\ \text{kPa} = 6\times10^5\ \text{Pa}$

$: T_2 = 273 + t_2 = 273 + 200 = 473\ \text{K}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 30 = 303\ \text{K}$

$: V_1 = V_{water} + V_{vapor} = 5\ \text{L} + 90\ \text{L} = 95\times10^{-3}\ \text{m}^3$

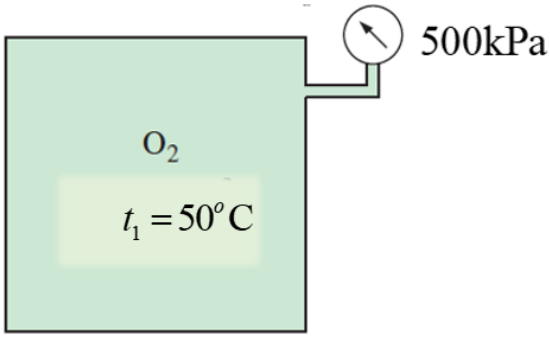
យើងបាន: $V_2 = \frac{6\times10^5 \times 95\times10^{-3} \times 473}{6\times10^5 \times 303}$

$= 148\times10^{-5}$

$= 1.48\times10^{-3}\ \text{m}^3$

ដូចនេះមាឌស្រេចនៃប្រព័ន្ធគឺ $V_2 = 1.48\times10^{-3}\ \text{m}^3$ ។

13. ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយត្រូវបានផ្ទុកនៅក្នុងធុងមួយមានមាឌ $2.5\ \text{m}^3$ និងមានសីតុណ្ហភាព $50\ ^\circ\text{C}$ ដែលមានឧបករណ៍វាស់សម្ពាធនៅដែលបង្ហាញតម្លៃ $500\ \text{kPa}$ សម្រាប់ខណៈដំបូងស្ថិតនៅផ្នែកខាងលើ (ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម) ។ គណនាមាឌរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលត្រូវតែហៀរចេញពីក្នុងធុង នៅពេលដែលវាសីតុណ្ហភាព $28\ ^\circ\text{C}$ និងសម្ពាធ $97\ \text{kPa}$ ។



ដំណោះស្រាយ

គណនាមាឌរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលត្រូវតែហៀរចេញពីក្នុងធុង

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$

ដោយ : $P_1 = 500\ \text{kPa} = 5\times10^5\ \text{Pa}$

$: P_2 = 97\ \text{kPa} = 0.97\times10^5\ \text{Pa}$

$: T_2 = 273 + t_2 = 273 + 28 = 301\ \text{K}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 50 = 333\ \text{K}$

$: V_1 = 2.5\ \text{m}^3$

យើងបាន: $V_2 = \frac{5\times10^5 \times 2.5 \times 301}{0.97\times10^5 \times 333}$

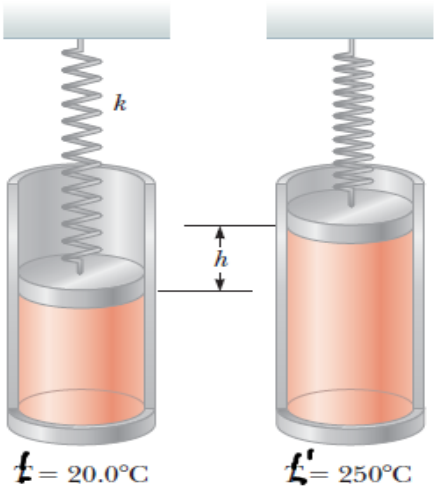
$= 11.64\ \text{m}^3$

យើងបានមាឌឧស្ម័នដែលហៀរចេញពីធុងគឺ $V' = V_2 - V_1 = 11.64 - 2.5 = 9.14\ \text{m}^3$

ដូចនេះមាឌរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនដែលត្រូវតែហៀរចេញពីក្នុងធុងគឺ $V' = 9.14\ \text{m}^3$ ។

14. ស៊ីឡាំងមួយត្រូវបានបិទជិតដោយពីស្តុងមួយដែលត្រូវបានភ្ជាប់ផ្នែកខាងលើទៅនឹងរ៉ឺស៊ុងដែលមានថេរកំរាញ $k = 2.00\times10^3\ \text{N/m}$ (ដូចក្នុងរូបខាងក្រោម) ។ រ៉ឺស៊ុងងាយរអិលចុះឡើង ដែលនៅខណៈដំបូងស៊ី

ឡាំងនោះត្រូវបានបំពេញដោយឧស្ម័ន $V_1 = 5\,\text{L}$ និងមានសម្ពាធ $P_1 = 1\,\text{atm}$ មានសីតុណ្ហភាព $t_1 = 20\ ^\circ\text{C}$ ។



ក. ប្រសិនបើពីស្តុងមានផ្ទៃមុខកាត់ $A = 0.01\,\text{m}^2$ និងមិនត្រូវបានគិតម៉ាស តើពីស្តុងនឹងលូតបានប្រវែងប៉ុន្មាននៅពេលដែលឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំងនោះមានសីតុណ្ហភាព $t_2 = 250\ ^\circ\text{C}$ ។

ខ. គណនាសម្ពាធស្រេចនៃប្រព័ន្ធនៅពេលដែលមានសីតុណ្ហភាព $t_2 = 250\ ^\circ\text{C}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្ពស់នៃការលូតរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំង

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2}$ ឬ $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

នាំឲ្យ : $V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1}$ (៣)

ដោយ : $P_1 = 1\,\text{atm} = 10^5\ \text{Pa}$

$: P_2 = ?$

$: T_2 = 273 + t_2 = 273 + 250 = 523\,\text{K}$

$: T_1 = 273 + t_1 = 273 + 20 = 293\,\text{K}$

$: \text{V}_1 = 5\text{L} = 5\times10^{-3}\ \text{m}^3$

- រក $P_2 = ?$

កម្លាំងសរុបដែលមានអំពើលើស៊ីឡាំងនៅខណៈស្រេច: $F_2 = F_1 + F\text{spring}$ ចែកអង្គទាំងពីរនឹងផ្ទៃ A

យើងបាន: $\frac{F_2}{A} = \frac{F_1}{A} + \frac{F\text{spring}}{A}$

$$P_2 = P_1 + \frac{kh}{A}$$
$$= 10^5 + \frac{2\times10^3 \times h}{0.01}$$
$$= 10^5 (1+2h)$$

តាម(៣) យើងបាន: $V_2 = \frac{10^5 \times 5\times10^{-3} \times 523}{10^5 (1+2h)\times 293}$

$$V_1 + Ah = \frac{8.92\times10^{-3}}{1+2h}$$
$$5\times10^{-3} + 0.01h = \frac{8.92\times10^{-3}}{1+2h}$$
$$(5\times10^{-3} + 0.01h)(1+2h) = 8.92\times10^{-3}$$
$$2h^2 + 2013h - 397 = 0$$

ដោះស្រាយសមីការយកតែតម្លៃវិជ្ជមានៈ

$$h = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
$$= \frac{-2013 + \sqrt{2013^2 - 4(2)(-397)}}{2(2)}$$
$$= 0.169\text{m}$$

ដូចនេះកម្ពស់នៃស៊ីឡាំងដែលលូតឡើងលើគឺ $h = 0.169$ m ។

ខ. គណនាសម្ពាធស្រេចនៃប្រព័ន្ធនៅពេលដែលមានសីតុណ្ហភាព $t_2 = 250\ ^oC$

យើងមានកន្សោម: $P_2 = 10^5 (1+2h)$

ដោយ : $h = 0.169$ m

យើងបាន: $P_2 = 10^5 (1+2\times0.169)$

$$= 1.34\times10^5 \text{ Pa}$$

ដូចនេះសម្ពាធនៃប្រព័ន្ធនៅពេលដែលមានសីតុណ្ហភាព $t_2 = 250\ ^oC$ គឺ $P_2 = 1.34\times10^5\ Pa$ ។

15. $6dm^3$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធត្រូវបានស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធថេរ $202.6\ kPa$ ។ ឧស្ម័ននេះត្រូវបានគេយកទៅដុតកម្តៅ ដូច្នេះវារីកមាឌ ដោយរក្សាសម្ពាធថេររហូតដល់ $12\ dm^3$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័ន។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត $W = P(V_2 - V_1)$

ដោយ : $P = 202.6kPa = 202.6\times10^3 Pa$

$: V_2 = 12\ dm^3 = 12\times10^{-3}\ m^3$

$: V_1 = 6\ dm^3 = 6\times10^{-3}\ m^3$

យើងបាន: $W = 202.6\times10^3\left(12\times10^{-3} - 6.0\times10^{-3}\right)$

$= 1.216\times10^3\ J$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នគឺ $W = 1.216\times10^3\ J$ ។

16. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចស្ថិតនៅក្រោមលំនាំមួយ ដែលថាមពលក្នុងរបស់វាមានការថយចុះ $500\ J$ ។ នៅក្នុងអំឡុងពេលដែលកម្មន្តដែលបានបំពេញទៅលើប្រព័ន្ធចំនួន $220\ J$ ។ គណនាថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរពីប្រព័ន្ធ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរពីប្រព័ន្ធ:

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $W = -500\ J$

: $\Delta U = -220\ J$

យើងបាន: $Q = -500 + (-220) = -720\ J$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរពីប្រព័ន្ធគឺ $Q = -720\ J$ ។

17. ប្រសិនបើកម្មន្ត $22\ J$ ត្រូវបានធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធ និងកម្តៅ $3.4\times10^{2}\ J$ ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ។ តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +3.4\times10^{2}\ J$

: $W = -22\ J$

យើងបាន: $\Delta U = +3.4\times10^{2} - (-22)$

$= 362\ J$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 362\ J$ ។

18. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ បើសិនជាបរិមាណនៃកម្តៅចំនួន $200J$ ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ដើម្បីផ្លាស់ប្តូរភាពរបស់វាតាមលំនាំ:

ក. អ៊ីសូករ។

ខ. អ៊ីសូទែម។

គ. អ៊ីសូបារ ដែលមានឧស្ម័នចំនួន 1mol ផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាពពី $25\,^{o}\text{C}$ ទៅ $350\,^{o}\text{C}$ ។

ឃ. សម្គាធកើនសមាមាត្រជាមួយនឹងមាឌ ដែល $P_1 = 1\text{atm}$, $V_1 = 1\text{L}$, $P_2 = 3\text{atm}, V_2 = 3\text{L}$ ដែលមាន $n = 1\text{mol}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ:

ក. អ៊ីសូករ

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +200\text{J}$

: $W = 0\text{J}$

យើងបាន: $\Delta U = +200 - 0 = +200\text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = +200\text{J}$ ។

ខ. អ៊ីសូទែម : $T_1 = T_2$

តាមរូបមន្ត : $\Delta u = \frac{3}{2} R \Delta T$

ដោយ : $\Delta T = T_2 - T_1 = 0,\ \text{T}_1 = T_2$

យើងបាន: $\Delta T = \frac{3}{2} R(0) = 0\text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta u = 0\text{J}$ ។

គ. អ៊ីសូបារ ដែលមានឧស្ម័នចំនួន 1mol ផ្លាស់ប្តូរសីតុណ្ហភាពពី 25^{0}C ទៅ 350^{0}C

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +200\text{J}$

: $W = P\Delta V = ?$

រកតម្លៃកម្មន្ត $W = ?$

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (២)ដក(១) : $P_2V_2 - P_1V_1 = nRT_2 - nRT_1$

(ព្រោះ $P = P_1 = P_2$)

នាំឲ្យ : $P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1)$

ឬ: $P\Delta V = nR\Delta T$

យើងបាន: $W = P\Delta V = nR\Delta T$

ដោយ : $n = 1\text{mol}$

: $R = 8.31\text{J/mol.K}$

: $\Delta T = T_2 - T_1 = (273+350) - (273+25) = 325\text{K}$

យើងបាន: $W = 1 \times 8.31 \times 325 = 2700.75\text{J}$

នោះ $\Delta U = 200 - 2700.75 = -2500.75\text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta u = -2500.75\text{J}$ ។

ឃ. សម្ពាធកើនសមាមាត្រជាមួយនឹងមាឌ

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +200\text{J}$

- រកតម្លៃកម្មន្ត $W = ?$

តាមរូបមន្ត: $W = P_1\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V$

ដោយ : $P_1 = 1\text{atm} = 10^5\text{Pa}$

: $V_1 = 1\text{L} = 10^{-3}\text{m}^3$

: $P_2 = 3\text{atm} = 3\times10^5\text{Pa}$

: $V_2 = 3\text{L} = 3\times10^{-3}\text{m}^3$

យើងបាន $W = 10^5\left(3\times10^{-3} - 10^{-3}\right) + \frac{1}{2}\left(3\times10^5 - 10^5\right)\left(3\times10^{-3} - 10^{-3}\right)$

$= 2\times10^2 + 2\times10^2 = 4\times10^2\text{J}$

នោះ $\Delta U = 200 - 400 = -200\text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = -200\text{J}$ ។

19. ប្រព័ន្ធមួយត្រូវបានស្រូបថាមពលកម្តៅ 100 J និង បានធ្វើកម្មន្ត 300 J ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

ខ. តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធថយចុះ ឬកើនឡើង?

គ. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធ បើសិនជាប្រព័ន្ធមានឧស្ម័នចំនួនមួយម៉ូល និងសីតុណ្ហ ភាពដើមមានតម្លៃ $20\ ^oC$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +100\text{ J}$

: $W = +300\text{ J}$

យើងបាន $\Delta U = +100 - (+300) = -200\text{ J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = -200\text{ J}$ ។

ខ. បង្ហែបង្ហួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធថយចុះ ព្រោះ $\Delta U = -200\ \text{J} < 0$ ។

គ. គណនាសីតុណភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធបើសិនជា សីតុណ្ហភាពដើមមានតម្លៃ $20\ ^{\circ}\text{C}$

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1)$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{2\Delta U}{3nR} + T_1$

ដោយ : $\Delta U = -200\ \text{J}$

: $n = 1\ \text{mol}$

: $R = 8.81\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $T_1 = 20 + 273 = 293\ \text{K}$

យើងបាន: $T_2 = \frac{2(-200)}{3\times 1\times 8.31} + 293 = 309\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធគឺ $T_2 = 309\ \text{K}$ ។

20. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានរុំព័ទ្ធនៅក្នុងស៊ីឡាំង មានពីស្នុងដែលអាចផ្លាស់ទីបាន ។ ពីស្នុងមានម៉ាស $8000\ \text{g}$ និងមានផ្ទៃ $5.00\ \text{cm}^2$ ហើយត្រូវបានផ្លាស់ទីឡើងលើ និងចុះក្រោមដោយយរក្សាសម្ពាធនៃថេរ ។

ក. គណនាកម្មន្តបានធ្វើនៅលើឧស្ម័ន $2\ \text{mol}$ ដើម្បីបង្កើនសីតុណ្ហភាពពី $20.0\ ^{\circ}\text{C}$ ទៅ $30.0\ ^{\circ}\text{C}$ ។

ខ. គណនាតម្លៃនៃកម្មន្តខាងលើទៅជា cal (កាឡូរី) ។

គ. គណនាមាឌដើម បើសិនជាបរិមាណមាឌស្រេចមានតម្លៃ $2\ \text{L}$ ។

គេឲ្យ: $1\text{J} = 4.2\ \text{cal}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តបានធ្វើនៅលើឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

រកតម្លៃ $P\Delta V = ?$

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (២)ដក(១) : $P_2V_2 - P_1V_1 = nRT_2 - nRT_1$

(ព្រោះ $P = P_1 = P_2$)

នាំឲ្យ : $P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1)$

ឬ: $P\Delta V = nR\Delta T$

យើងបាន:$W = P\Delta V = nR\Delta T$

ដោយ : $n = 2$ mol

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: \Delta T = T_2 - T_1 = (30+273) - (20+273) = 10\ \text{K}$

យើងបាន:$W = P\Delta V = 2\times 8.31\times 10 = 166.2\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើនៅលើឧស្ម័នគឺ $W = 166.2\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាតម្លៃនៃកម្មន្តខាងលើទៅជា cal (កាឡូរី) $1\ \text{J} = 4.2\ \text{cal}$

យើងមាន: $W = 83.1\ \text{J}$

ដោយ :$1\ \text{J} = 4.2\ \text{cal}$

យើងបាន: $W = 166.2\times 4.2 = 698.04\ \text{cal}$

ដូចនេះ កម្មន្តគិតជា cal គឺ $W = 698.04\ \text{cal}$ ។

គ. គណនាមាឌដើម បើសិនជាបរិមាណមាឌស្រេចមានតម្លៃ $2\ \text{L}$

តាមរូបមន្ត : $W = P(V_2 - V_1)$

នាំឲ្យ : $V_1 = V_2 - \dfrac{W}{P}$

ដោយ :$V_2 = 2\ \text{L} = 2\times 10^{-3}\ \text{m}^3$

$: W = 698.04\ \text{J}$

$: P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{8000\times10^{-3}\times10}{5.00\times10^{-4}} = 16\times10^{4}\ \text{Pa}$

យើងបាន: $V_1 = \frac{698.04}{16\times10^{4}} + 2\times10^{-3} = 6.37\times10^{-3}\ \text{m}^3$

ដូចនេះ មាឌដើមឧស្ម័នគឺ $V_1 = 6.37\times10^{-3}\ \text{m}^3$ ។

21. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ $1\ \text{mol}$ ត្រូវបានកម្តៅយឺតៗ ដើម្បីឱ្យវាចេញពីភាព $(P_i = 1\ \text{bar},\ V_i = 1\ \text{L})$ ទៅ $(P_f = 3\ \text{bar},\ V_f = 3\ \text{L})$ ។ តាមរយៈលំនាំ១ដែលមាន សម្គាធសមាមាត្រទៅនឹងមាឌរបស់វា។

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញនៅក្នុងលំនាំនេះ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ននៅខណៈដើម និង ខណៈស្រេច ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញនៅក្នុងដំណើរការនេះ

តាមរូបមន្ត: $W = P_1\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V = P_1(V_2 - V_1) + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)(V_2 - V_1)$

ដោយ : $P_1 = 1\ \text{ba} = 1\times133.32\ \text{Pa} = 133.32\ \text{Pa}$

$: V_1 = V_i = 1\ \text{L} = 10^{-3}\ \text{m}^3$

$: P_2 = P_f = 3\ \text{bar} = 3\times133.32\ \text{Pa} = 399.96\ \text{Pa}$

$: V_2 = V_f = 3\ \text{L} = 3\times10^{-3}\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 133.32\left(3\times10^{-3} - 10^{-3}\right)$

$$+\frac{1}{2}\left(399.96\times10^{5} - 133.32\times10^{5}\right)\left(3\times10^{-3} - 10^{-3}\right)$$

$$= 266.64\times10^{-3} + 266.63\times10^{-3}$$

$$= 533.28\ \text{J}$$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានបំពេញនៅក្នុងដំណើរការគឺ $W = 533.28\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ននៅខណៈដើម និង ខណៈស្រេច

- ចំពោះនៅខណៈដើម

តាមរូបមន្ត : $P_iV_i = nRT_i$

នាំឲ្យ : $T_i = \dfrac{P_iV_i}{nR}$

ដោយ : $P_i = 1\ \text{bar} = 133.32\ \text{Pa}$

$V_i = 1\ \text{L} = 1\times10^{-3}\ \text{m}^3$

$n = 1\ \text{mol}$

$R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_i = \dfrac{133.32\times1\times10^{-3}}{1\times8.31} = 16.04\times10^{-3}\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ននៅខណៈដើម គឺ $T_i = 16.04\times10^{-3}\text{K}$ ។

- ចំពោះនៅខណៈស្រេច

តាមរូបមន្ត: $P_fV_f = nRT_f$

នាំឲ្យ : $T_f = \dfrac{P_fV_f}{nR}$

ដោយ : $P_f = 3\ \text{bar} = 3\times133.32\ \text{Pa} = 399.96\ \text{Pa}$

$V_f = 3\ \text{L} = 1\times10^{-3}\ \text{m}^3$

$n = 1\ \text{mol}$

$R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_f = \dfrac{399.96\times3\times10^{-3}}{1\times8.31} = 144.40\times10^{-3}\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ននៅខណៈស្រេច គឺ $T_f = 144.40\times10^{-3}\ \text{K}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធ

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $W = 533.28\ \text{J}$

- រកតម្លៃបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង:

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$

ដោយ : $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $n = 1\ \text{mol}$

: $\Delta T = T_f - T_i = 144.40\times10^{-3} - 16.04\times10^{-3} = 128.56\times10^{-3}\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2} 1\times8.31\times128.56\times10^{-3} = 1.60\ \text{J}$

នោះ $Q = 533.28 + 1.60 = 534.88\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធគឺ $Q = 534.88\ \text{J}$ ។

22. គំរូឧស្ម័នអាសូត $2\ \text{mol}$ មានសីតុណ្ហភាពដើម $300\ \text{K}$ និង មានសម្ពាធ $0.40\ \text{atm}$ ត្រូវបានបណ្តែនតាមលំនាំអ៊ីសូទែមរហូតដល់សម្ពាធ $1.20\ \text{atm}$ ។ ចងចាំថា អាសូតគឺជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។

គណនា

ក. មាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័ន និង

ខ. កម្មន្តដែលធ្វើលើឧស្ម័ន។

គ. ថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយឧស្ម័ន

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាមាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័ន

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (១) ចែក(២): $\frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = 1$ ព្រោះ $T_1 = T_2$

នាំឲ្យ : $V_2 = \frac{P_2V_2}{P_1}$

ដោយ : $P_1 = 4\ \text{atm} = 4\times10^5\ \text{Pa}$

$: V_1 = ?$

$: P_2 = 1.2 \text{ atm} = 1.2\times10^5 \text{ Pa}$

រកតម្លៃ $V_1 = ?$

តាមសមីការ(១) : $V_1 = \dfrac{nRT_1}{P_1}$

ដោយ : $n = 2 \text{ mol}$

$: R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

$: T_1 = 300 \text{ K}$

$: P = 4 \text{ atm} = 4\times10^5 \text{ Pa}$

យើងបាន: $V_1 = \dfrac{2\times8.31\times300}{4\times10^5} = 1246.5\times10^{-5} = 0.012 \text{ m}^3$

នោះ $V_2 = \dfrac{4\times10^5\times0.012}{1.2\times10^5} = 4\times10^{-2} \text{ m}^3$

ដូចនេះ មាឌស្រេចរបស់ឧស្ម័នគឺ $V_2 = 4\times10^{-2} \text{ m}^3$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលធ្វើលើឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 2 \text{ mol}$

$: R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

$: T = 300 \text{ K}$

$: V_1 = 0.012 \text{ m}^3$

$: V_2 = 4\times10^{-2} \text{ m}^3$

យើងបាន: $W = 2\times8.31\times300\ln\left(\dfrac{4\times10^{-2}}{0.012}\right) = 6003 \text{ J}$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលធ្វើលើឧស្ម័នគឺ $W = 6003 \text{ J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយឧស្ម័ន

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0 \text{ J}$ (លំនាំអ៊ីសូទែម $\Delta T = 0 \text{ K}$)

$:W = 6003\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 6003 + 0 = 6003\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយឧស្ម័នគឺ $Q = 6003\ \text{J}$ ។

23. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូលមានសីតុណ្ហភាពដើម $300\ \text{K}$ បានរីក $1.0\ \text{m}^3$ ទៅ $3.0\ \text{m}^3$ តាមលំនាំអ៊ីសូបាដែលមានសម្ពាធ $2.50\ \text{kPa}$ និង ថាមពលកម្តៅ$12.5\ \text{kJ}$ ត្រូវបានស្រូបដោយឧស្ម័ន។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងឧស្ម័ននោះ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពចុងក្រោយឧស្ម័ននោះ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $Q = W + \Delta U$

នាំឲ្យ : $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +1.23\ kJ = 1.23\times10^3\ \text{J}$

$:W = ?$

រកតម្លៃកម្មន្ត : $W = ?$

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

ដោយ : $P = 2.50\ kPa = 2.50\times10^3\ \text{Pa}$

$: \Delta V = V_2 - V_1 = 3.0 - 1.0 = 2.0\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 2.50\times10^3 \times 2.0 = 5\times10^3\ \text{J}$

នោះ $\Delta U = 5\times10^3 - 1.23\times10^3 = 3.77\times10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងឧស្ម័នគឺ $\Delta U = 3.77\times10^3\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $P_2V_2 = nRT_2$

នាំឲ្យ : $T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR}$

ដោយ : $P_2 = P_1 = P = 2.50\times10^3$ Pa

: $V_2 = 3.0$ m^3

: $n = 1$ mol

:R=8.31 J/mol·K

យើងបាន: $T_2 = \frac{2.50\times10^3 \times 3.0}{1\times8.31} = 0.90\times10^3$ K

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពស្រេចឧស្ម័នគឺ $T_2 = 0.90\times10^3$ K ។

24. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូល មានកម្មន្ត 3000 J បានពង្រីកតាមលំនាំអ៊ីសូទែមទៅដល់ភាពស្រេច ដែលមានសម្ពាធ 1.00 atm និងមាឌ 30 cm^3 ។ គណនា៖

ក. មាឌដើម និង

ខ. សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបរិមាណមាឌដំបូង

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

នាំឲ្យ : $\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = \frac{W}{nRT} \Rightarrow V_1 = \frac{V_2}{e^{\left(\frac{W}{nRT}\right)}}$ ព្រោះ $\ln a = b \Rightarrow a = e^b$

ដោយ : $n = 1$ mol

: $R = 8.31$ J/mol·K

: $T = ?$

: $V_1 = 30$ cm^3=30×10^{-4} m^3

- រកតម្លៃ: $T = T_2$? (លំនាំអ៊ីសូទែម សីតុណ្ហភាពថេរ)

  តាមសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_2 V_2 = nRT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 V_2}{nR}$

  ដោយ : $P_2 = 1\ atm = 10^5$ Pa

$: V_2 = 30\ \text{cm}^3 = 30\times10^{-4}\ \text{m}^3$

$: n = 1\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

យើងបាន: $T_2 = \dfrac{10^5\times30\times10^{-4}}{1\times8.31} = 36.10\ \text{K}$

នោះ $V_1 = \dfrac{30\times10^{-4}}{e^{\left(\frac{3000}{1\times8.31\times36.1}\right)}} = 136.15\times10^{-4}\ \text{m}^3$

ដូចនេះ បរិមាណមាឌដើមគឺ $V_1 = 136.15\times10^{-4}\ \text{m}^3$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន

ដោយឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូថែម តាមចំណុច(ក)

យើងបាន $T = T_2 = 36.10\ \text{K}$

ដូចនេះ តម្លៃសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នគឺ $T = 36.10\ \text{K}$ ។

25. ប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នចំនួន $1\ \text{mol}$ ត្រូវបានស្រូបថាមពលពលកម្តៅ ដែលធ្វើឲ្យពីស្តុងផ្លាស់ទៅបាន ។

ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នត្រូវបានរីកមាឌបីដង និងរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ $300\ \text{K}$ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \dfrac{3}{2}nR\Delta T$

ដោយ : $n = 1\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: \Delta T = 0\ \text{K}$ (លំនាំអ៊ីសូថែម)

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}1\times 8.31\times(0) = 0\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 0\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 1\ \text{mol}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $T = 300\ \text{K}$

: $V_2 = 3V_1$

យើងបាន: $W = 1\times 8.31\times 300\ln\left(\frac{3V_1}{V_1}\right) = 2738.84\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃឧស្ម័នគឺ $W = 2738.84\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅ

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0\ \text{J}$

: $W = 2738.84\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 2738.84 + 0 = 2738.84\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅគឺ $Q = 2738.84\ \text{J}$ ។

26. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន $5\ \text{mol}$ ក្នុងស៊ីឡាំងនៅសីតុណ្ហភាព 27°C ត្រូវបានពង្រីកតាមលំនាំអ៊ីសូទែម ដោយផ្លាស់ប្តូរមាឌពី $5\ \text{L}$ ទៅ $10\ \text{L}$ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

ខ. តើឧស្ម័នត្រូវបានរងនូវកម្មន្តមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

គ. តើកម្តៅប៉ុន្មានត្រូវបានផ្ទេរទៅឲ្យឧស្ម័ន?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$

ដោយ : $n = 1 \text{ mol}$

: $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

: $\Delta T = 0 \text{ K}$ (លំនាំអ៊ីសូថែម)

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2} 1 \times 8.31 \times 0 = 0 \text{ J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 0 \text{ J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 1 \text{ mol}$

: $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

: $T = 273 + t = 273 + 27 = 300 \text{ K}$

: $V_1 = 5L = 5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

: $V_2 = 10L = 10 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

យើងបាន: $W = 1 \times 8.31 \times 300 \ln\left(\frac{10 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-3}}\right) = 1728.01 \text{ J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃឧស្ម័នគឺ $W = 1728.01 \text{ J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅ

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0 \text{ J}$

: $W = 2738.84 \text{ J}$

យើងបាន: $Q = 1728.01 + 0 = 1728.01 \text{ J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅគឺ $Q = 1728.01 \text{ J}$ ។

27. $4\ \text{mol}$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងស៊ីឡាំងដែលមានសីតុណ្ហភាព $27\ ^{o}\text{C}$ ត្រូវបានកើន នៅសម្ពាធថេរ $1\ \text{atm}$ រហូតដល់បរិមាណមាឌរបស់វាកើនឡើងទ្វេដង។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

ខ. តើឧស្ម័នបានបំពេញកម្មន្តប៉ុន្មាន?

គ. តើកម្តៅប៉ុន្មានត្រូវបានផ្ទេរទៅឱ្យឧស្ម័ន?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$

ដោយ : $\Delta T = 0\ \text{K}$ (លំនាំអ៊ីសូទែម)

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}R(0) = 0\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 0\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

រកតម្លៃ $P\Delta V = ?$

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពដើម : $P_1V_1 = nRT_1$ (១)

- សមីការភាពនៃឧស្ម័នសម្គាល់ភាពស្រេច : $P_2V_2 = nRT_2$ (២)

យកសមីការ (២)ដក(១) : $P_2V_2 - P_1V_1 = nRT_2 - nRT_1$

ព្រោះ $P = P_1 = P_2$

នាំឲ្យ : $P(V_2 - V_1) = nR(T_2 - T_1)$

ឬ: $P\Delta V = nR\Delta T$

យើងបាន: $W = P\Delta V = nR\Delta T$

ដោយ : $n = 4\ \text{mol}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $\Delta T = 27^{o}\text{C}=27\ \text{K}$

យើងបាន: $W = P\Delta V = 4\times 8.31\times 27 = 897.48\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើនៅលើឧស្ម័នគឺ $W = 897.48\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅ

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0\ \text{J}$

: $W = 897.48\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 897.48 + 0 = 897.48\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅគឺ $Q = 897.48\ \text{J}$ ។

28. ឧស្ម័នអេល្យូមចំនួន2 mol ត្រូវបានដាក់ក្នុងធុងស៊ីឡាំងមួយដែលមានស្តុងអាចចល័តបាន។ ឧស្ម័នគឺនៅស្ថិតនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពបន្ទប់ 25 អង្សាសេ និងស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធ3 atm។ នៅពេលសម្ពាធពីខាងក្រៅត្រូវបានថយចុះមកត្រឹមតែ 2 atm ខណៈពេលដែលរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរដូចគ្នានឹងសីតុណ្ហភាពក្នុងបន្ទប់ ។

ក.គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើលើឧស្ម័នក្នុងដំណើរការនោះ។

ខ. រកថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធរបស់ឧស្ម័ន និងបញ្ជាក់ថាតើប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នស្រូបឬបញ្ចេញកម្តៅ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$

ដោយ : $n = 2\ \text{mol}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $P_1 = 3\ \text{atm} = 3\times10^5\ \text{Pa}$

: $P_2 = 2\ \text{atm} = 3\times10^5\ \text{Pa}$

យើងបាន: $W = 2\times8.31\times298\ln\left(\frac{3\times10^5}{2\times10^5}\right) = 2008.17\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើនៅលើឧស្ម័នគឺ $W = 2008.17\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅ

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច : $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0\ \text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូថែម)

: $W = 2008.17\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 2008.17 + 0 = 2008.17\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅគឺ $Q = 2008.17\ \text{J}$ ហើយប្រព័ន្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នស្រូបកម្តៅព្រោះ $Q > 0$ ។

29. នៅក្នុងស៊ីឡាំងបិទជិតមួយមានផ្ទុកឧស្ម័ននីត្រូសែន $7.0\ \text{g}$ ។ គណនាកម្មន្តដើម្បីបណ្តែនម៉ូលេគុលនេះជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាពថេរ 80°C រហូតដល់បរិមាណមាឌរបស់ពីស្តុងត្រូវថយចុះអស់ពាក់កណ្តាល ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្មន្តដើម្បីបណ្តែនម៉ូលេគុលនេះជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាពថេរ

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 0.25\ \text{mol}$

: $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $T = 273 + t = 273 + 80 = 353\ \text{K}$

: $V_2 = \frac{1}{2}V_1$

យើងបាន: $W = 0.025\times 8.31\times 353\ln\left(\frac{\frac{1}{2}V_1}{V_1}\right)$

$= 508\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តដើម្បីបណ្ដែនម៉ូលេគុលនេះជាមួយនឹងសីតុណ្ហភាពថេរគឺ $W = 508\ \text{J}$ ។

30. នៅក្នុងធុងមួយត្រូវបានផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 1 mol ហើយម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននោះត្រូវបានលក្ខខណ្ឌលំនឹង។ បន្ទាប់ពីលំនឹងសម្ពាធនៃស្ទុងត្រូវបានថយចុះ $\frac{4}{3}$ ដូច្នេះឧស្ម័ននឹងមានសីតុណ្ហភាពថេរ $300\ \text{K}$ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។

ខ. រកកម្មន្តដែលបានបំពេញលើម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ។

គ. រកថាមពលកម្ដៅនៃប្រព័ន្ធរបស់ឧស្ម័ន និងបញ្ជាក់ថាតើប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នស្រូបឬបញ្ចេញកម្ដៅ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$

ដោយ : $\Delta T = 0\text{K}$ (លំនាំអ៊ីសូទែម)

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}R(0) = 0\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = 0\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$

ដោយ : $n = 1\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$: P_2 = \frac{4}{3}P_1$

យើងបាន: $W = 1\times 8.31\times 300\ln\left(\frac{P_1}{\frac{4}{3}P_1}\right)$=-717.20 J

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើទៅលើឧស្ម័នគឺ $W = -717.20$ J ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅ

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0$ J

: $W = -717.20$ J

យើងបាន: $Q = -717.20 + 0 = -717.20$ J

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅគឺ $Q = -717.20$ J ដែលថាមពលកម្តៅនេះត្រូវបញ្ចេញពីប្រព័ន្ធព្រោះ $Q < 0$ ។

31. ឧស្ម័នអេល្យូមត្រូវបានបន្ថយសីតុណ្ហភាពពី ២០ អង្សាសេទៅ ១០ អង្សាសេដោយពង្រីកសម្ពាធពី ៤0 atm ទៅ ១ atm ។

ក. ប្រសិនបើមានអេល្យូមមាន 1.4 mol តើមាឌស្រេចនៃអេល្យូមមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

ខ. គណនាបំរែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាមាឌស្រេចនៃអេល្យូម

តាមសមីការភាពឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_2V_2 = nRT_2$

នាំឲ្យ : $V_2 = \frac{nRT_2}{P_2}$

ដោយ : $P_2 = 2$ atm $= 2\times 10^5$ Pa

: $n = 1.4$ mol

: $R = 8.31$ J/mol.K

: $T_2 = 273 + t = 273 + 10 = 283$ K

យើងបាន: $V_2 = \frac{1.4\times 8.31\times 283}{2\times 10^5} = 16.46\times 10^{-3}\ \text{m}^3$

ដូចនេះ មាឌស្រេចនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ $V_2 = 16.46\times 10^{-3}\ \text{m}^3$ ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$

ដោយ : $R = 8.31\ \text{J/mol.K}$

: $\Delta T = T_f - T_i = (273+10) - (273+20) = -10\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}8.31\times(-10) = -124.65\ \text{K}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ $\Delta U = -124.65\ \text{J}$ ។

32. គំរូនៃឧស្ម័នត្រូវបានរុំព័ទ្ធដោយស៊ីឡាំងដែលមានពីស្តុងអាចចល័តបាន និងមានផ្ទៃរាងជារង្វង់ $150\ \text{cm}^2$ ។ នៅពេលថាមពលកម្តៅ $300\ \text{J}$ ត្រូវបានបញ្ចូលទៅក្នុងពីស្តុង បន្ទាប់មកឧស្ម័នបានពង្រីកមាឌ ដើម្បីរក្សាសម្ពាធថេរ $1.0\times 10^5\ \text{Pa}$ និងរុញពីស្តុងបានឲ្យផ្លាស់ទីបានប្រវែង $16\ \text{cm}$ តាមបណ្តោយស៊ីឡាំង។

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន និង

ខ. តើកំណើននៃថាមពលខាងក្នុងនៃឧស្ម័នមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

ដោយ : $P = 1.0\times 10^5\ \text{Pa}$

: $\Delta V = A\Delta x = 150\times 10^{-4} 16\times 10^{-2} = 24\times 10^{-4}\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 1.0\times 10^5 \times 25\times 10^{-4}$

$= 250\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័នគឺ $W = 250\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកំណើននៃថាមពលខាងក្នុងនៃឧស្ម័ន

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U = Q - W$

ដោយ : $Q = +300\ \text{J}$

: $W = 250\ \text{J}$

យើងបាន: $\Delta U = 300 - (250)$

$= 50\ \text{J}$

ដូចនេះ កំណើននៃថាមពលខាងក្នុងនៃឧស្ម័នមានតម្លៃ $50\ \text{J}$ ។

33. ដុំអាលុយមីញ៉ូម 1.00 គីឡូក្រាម ត្រូវបានទទួលកម្តៅនៅក្នុងបរិយាកាសដែលមានមាឌថេរ $0.2\ \text{cm}^3$ ដូច្នេះ សីតុណ្ហភាពកើនឡើងពី ទៅ $40\ ^\circ\text{C}$ ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់អាលុយមីញ៉ូម ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលអាលុយមីញ៉ូមបានធ្វើ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅរបស់ប្រព័ន្ធ។

ឃ. គណនាម៉ាសមាឌនៃឧស្ម័ន ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់អាលុយមីញ៉ូម

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$

ដោយ : $R = 8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

: $\Delta T = 40\ ^\circ C = 40\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2} 8.31 \times 40 = 496\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងគឺ $\Delta U = 496\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលអាលុយមីញ៉ូមបានធ្វើដោយឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូករ

ដូចនេះ តម្លៃកម្មន្តដែលឧស្ម័នបានបំពេញគឺ $W = 0\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅរបស់ប្រព័ន្ធ

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 496\ \text{J}$

: $W = 0\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 496 + 0 = 496\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅរបស់ប្រព័ន្ធគឺ $Q = 496\ \text{J}$ ។

ឃ. គណនាម៉ាសមាឌនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $\rho = \dfrac{m}{V}$

ដោយ : $m = 1\ \text{kg}$

: $V = 0.2\ \text{cm}^3 = 0.2 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$

យើងបាន: $\rho = \dfrac{1}{0.2 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$

ដូចនេះ តម្លៃម៉ាសមាឌនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ $\rho = 5 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$ ។

34. គេមានប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នដែលរងនូវបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិច ដូចដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងរូបភាពខាងក្រោម។

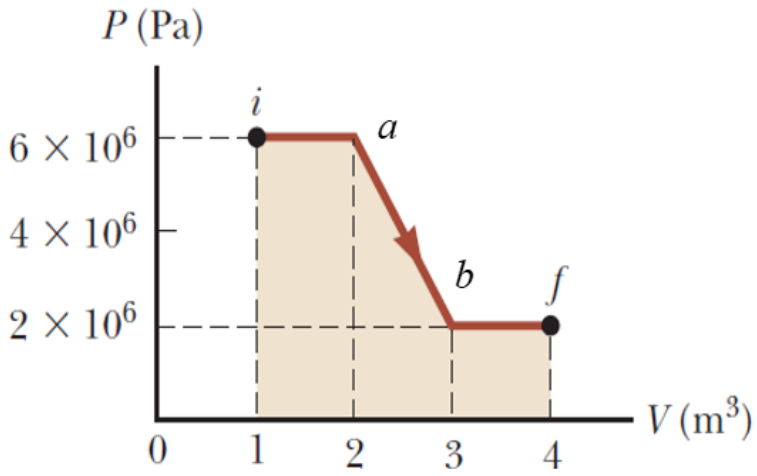
ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីពង្រីកពី i ទៅ a ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីបានបណ្ដោនពី a ទៅ b ។

គ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើពីចំណុចពី b ទៅ f ។

ឃ. គណនាកម្មន្តសរុបរបស់ប្រព័ន្ធពីចំណុចពី b ទៅ f ។

ង. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធសរុបនៃប្រព័ន្ធពី i ទៅ f បើសិនជានៅក្នុងការបំលែងនោះមាន $\Delta u = 10^5\ \text{J}$ ។



ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នដើម្បីពង្រីកពី i ទៅ a

តាមរូបមន្ត : $W_a = P\Delta V$

ដោយ : $P_a = 6\times10^6$ Pa

: $\Delta V = V_2 - V_1 = 2-1 = 1\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 6\times10^6 \times 1 = 6\times10^6$ J

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នពង្រីកពី i ទៅ a គឺ $W = 6\times10^6$ J ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើទៅលើឧស្ម័ននៅពេលដែលបានបណ្តែនពី a ទៅ b

តាមរូបមន្ត : $W = P_b\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V$

ដោយ : $P_b = 2\times10^6$ Pa

: $\Delta P = P_b - P_a = 2\times10^6 - 6\times10^6 = -4\times10^6$ Pa

: $\Delta V = V_b - V_a = 3-2 = 1\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W_{ab} = 2\times10^6(1) + \frac{1}{2}\left(-4\times10^6\right)(1) = 2\times10^6 - 2\times10^6 = 0$ J

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើទៅលើឧស្ម័ននៅពេលដែលបានបណ្តែនពី a ទៅ b គឺ $W_{ab} = 0$J ។

គ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើពីចំណុចពី b ទៅ f

តាមរូបមន្ត : $W_{bf} = P_b\Delta V$

ដោយ : $P_a = 2\times10^6$ Pa

: $\Delta V = V_f - V_b = 4-3 = 1\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 2\times10^6\times1 = 2\times10^6$ J

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នពង្រីកពី b ទៅ f គឺ $W = 2\times10^6$ J ។

ឃ. គណនាកម្មន្តសរុបរបស់ប្រព័ន្ធពីចំណុចពី i ទៅ f

ដោយសារកម្មសរុបពីចំណុចពី i ទៅ f មានបីដំណាក់កាលនោះ យើងបានកម្មន្តសរុបគឺ

$W_{total} = W_{ia} + W_{ab} + W_{bf}$

ដោយ : $W_{ia} = 6\times10^6$ J

: $W_{ab} = 0$J

: $W_{bf} = 2\times10^6$ J

នាំឲ្យ : $W_{total} = 6\times10^6 + 0 + 2\times10^6 = 8\times10^6$ J

ដូចនេះ កម្មន្តសរុបគឺ $W_{total} = 8\times10^6$ J ។

ង. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធសរុបនៃប្រព័ន្ធពី i ទៅ f បើសិនជានៅក្នុងការបំលែងនោះមាន $\Delta U = 10^5$ J

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

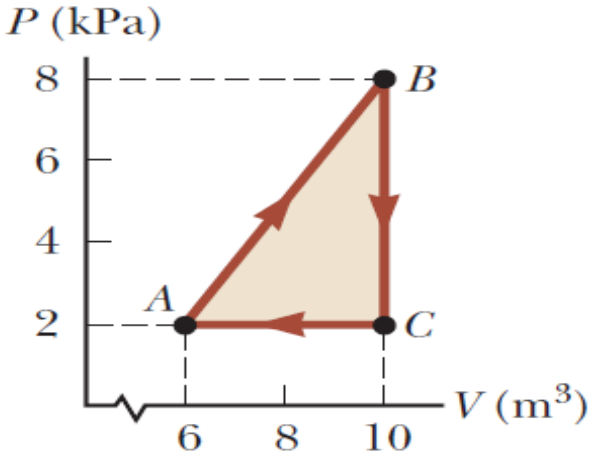
ដោយ : $\Delta U = 10^5$ J

: $W = 8\times10^6$ J

យើងបាន: $Q = 8\times10^6 + 10^5 = 80\times10^5 + 10^5 = 81\times10^5$ J

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធសរុបនៃប្រព័ន្ធពី i ទៅ f គឺ $Q = 81\times10^5$ J ។

35. ឧស្ម័នត្រូវបានរងនូវបម្លែងភាពចំនួន១សុិចបានពិពណ៌នាក្នុងរូបភាព ។



ក. រកថាមពលក្នុងសុទ្ធបានផ្លេរទៅប្រព័ន្ធដោយកម្តៅអំឡុងពេលមួយវដ្ត ។

ខ. ប្រសិនបើវដ្តនេះត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរបញ្ច្រាស់ពីដំណើរការតាមផ្លូវ $ACBA$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមួយវដ្ត។

ដំណោះស្រាយ

ក. រកថាមពលក្នុងសុទ្ធបានផ្លេរទៅប្រព័ន្ធដោយកម្តៅអំឡុងពេលមួយវដ្ត ។

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2} R\Delta T$

ដោយយើងគណនាក្នុងដំណើរការមួយវដ្តពេញគឺមានន័យថាចេញពីAទៅទៅCនិងត្រឡប់មកដល់ចំណុចAវិញ នោះ $\Delta T = T_A - T_A = 0\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2} 8.31(0) = 0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលក្នុងសុទ្ធបានផ្លេរទៅប្រព័ន្ធដោយកម្តៅអំឡុងពេលមួយវដ្តគឺ

$\Delta U = 0\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមួយវដ្ត

តាមរូបមន្ត : $\Delta U = \frac{3}{2} R\Delta T$

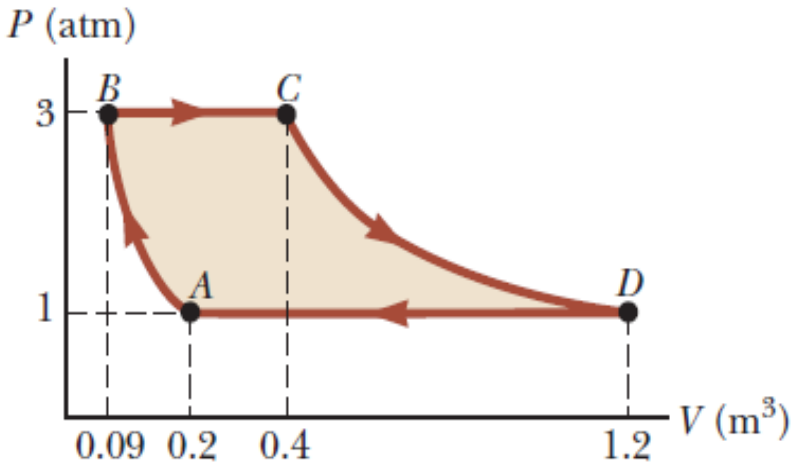
ដោយយើងគណនាក្នុងដំណើរការមួយវដ្តពេញគឺមានន័យថាចេញពីAទៅCទៅBនិងត្រឡប់មកដល់ចំណុច Aវិញ នោះ $\Delta T = T_A - T_A = 0\ \text{K}$

យើងបាន: $\Delta U = \frac{3}{2}8.31(0) = 0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលក្នុងសុទ្ធបានផ្ទេរទៅប្រព័ន្ធដោយកម្តៅអំឡុងពេលមួយវដ្តគឺ

$$\Delta U = 0\ \text{J}\ \text{។}$$

36. គំរូនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយបាន ដំណើរការបង្ហាញក្នុងរូបភាព ។ ពី A ដល់ B គឺដំណើរការដោយលំនាំអាដ្យាបាទិច ; ពី B ទៅ C គឺជាអ៊ីសូបាជាមួយនឹងការស្រូបកម្តៅ $345\ \text{kJ}$; ពី C ទៅ D គឺជាលំនាំអ៊ីសូទែម; និងពី D ដល់ A វាជាអ៊ីសូបារ ជាមួយនឹងការបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ $371\ kJ$ ចាកចេញពីប្រព័ន្ធ ។ កំណត់ផលសងថាមពលក្នុង $U_A - U_B$ ។



ដំណោះស្រាយ

កំណត់ផលសងថាមពលក្នុង $U_A - U_B$:

តាមគោលការណ៍បំលែងបិទ យើងបានផលបូកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងស្មើនឹងសូន្យ:

$$\Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{DA} = 0$$

នាំឲ្យ : $-\Delta U_{AB} = \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{DA}$

$$U_A - U_B = \Delta U_{BC} + \Delta U_{CD} + \Delta U_{DA} \qquad (1)$$

រកតម្លៃ: ΔU_{BC} , ΔU_{CD} , $\Delta U_{DA} = ?$

–ចំពោះបំលែងពីBទៅC:

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{BC} = W_{BC} + \Delta U_{BC} \Rightarrow \Delta U_{BC} = Q_{BC} - W_{BC}$

ដោយ : $Q_{BC}=+345\text{J}$ និង $W=?$

- រកតម្លៃ $W=?$

តាមរូបមន្ត : $W_{BC}=P_B\Delta V_{BC}$

ដោយ : $P_B=3\text{ atm}=3\times10^5\text{ Pa}$

: $\Delta V_{BC}=V_C-V_B=0.4-0.09=0.31\text{ m}^3$

គេបាន: $W_{BC}=3\times10^5(0.31)=0.93\times10^5\text{ J}$

យើងបាន: $\Delta U_{BC}=+345-0.93\times10^5=+345-93000=93655\text{ J}$

–ចំពោះបំលែងពីCទៅD:

តាមលំនាំអ៊ីសូទែមចំពោះការបំលែងពីCទៅD នោះ $\Delta U_{CD}=0\text{ J}$

–ចំពោះបំលែងពីDទៅA:

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{DA}=W_{DA}+\Delta U_{DA}\Rightarrow\Delta U_{DA}=Q_{DA}-W_{DA}$

ដោយ : $Q_{DA}=-371\text{ J}$ និង $W_{DA}=?$

- រកតម្លៃ $W_{DA}=?$

តាមរូបមន្ត : $W_{DA}=P_D\Delta V_{DA}$

ដោយ : $P_D=1\text{ atm}=1\times10^5\text{ Pa}$

: $\Delta V_{DA}=V_A-V_D=0.2-1.2=-1\text{ m}^3$

គេបាន: $W_{BC}=1\times10^5(-1)=-10^5\text{ J}$

យើងបាន: $\Delta U_{DA}=-371-10^5=-371+100000=-100371\text{ J}$

តាម(១) : $U_A-U_D=93655+0+(-100371)=-6716\text{ J}$

ដូចនេះ ផលសងថាមពលក្នុងគឺ $U_A-U_D=-6716\text{ J}$ ។

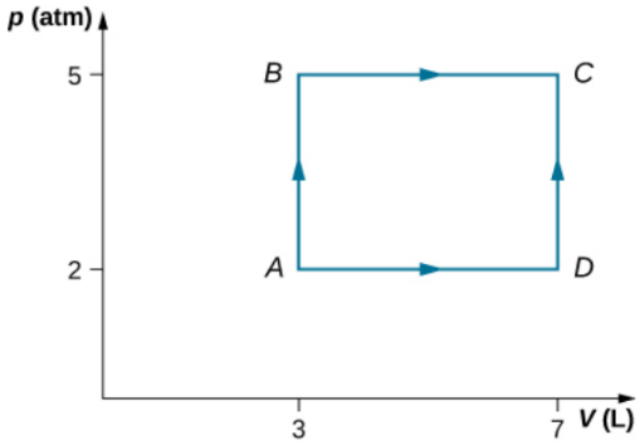
37.

38.

39.

40.

លំនាំផ្សេងៗការបម្លែងភាពនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច បានបង្ហាញខាងក្រោម។ ក្នុងដំណាក់កាល AB និង BC មានតម្លៃកម្តៅរៀងគ្នាគឺ $3600\ J$ និង $2400\ J$ ត្រូវបានបញ្ជូនទៅក្នុងប្រព័ន្ធ។



ក. គណនាកម្មន្តចំពោះលំនាំ AB, BC, AD ,និង DC ។

ខ. រកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃលំនាំ AB និងលំនាំ BC ។

គ. រកកម្មន្តសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងលំនាំ ADC និងលំនាំ ABC ។

ដំណោះស្រាយ

ក.គណនាកម្មន្តចំពោះលំនាំ AB, BC, AD ,និង DC

- ចំពោះលំនាំ AB:

ដោយលំនាំAB ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចផ្លាស់ប្តូរភាពរក្សាមាឌថេរ(លំនាំអ៊ីសូករ)

យើងបាន:$W_{AB}=0\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តចំពោះលំនាំ AB គឺ $W_{AB}=0\ \text{J}$ ។

- ចំពោះលំនាំ BC :

តាមរូបមន្ត : $W_{BC}=P_B\Delta V$

ដោយ : $P_B=P_C=5\ \text{atm}=5\times10^5\ \text{Pa}$

: $\Delta V=V_C-V_B=7\ \text{L}-3\ \text{L}=4\ \text{L}=4\times10^{-3}\ \text{m}^3$

យើងបាន:$W_{BC}=5\times10^5\times4\times10^{-3}=20\times10^2\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចលំនាំ BC គឺ $W_{BC}=20\times10^2\ \text{J}$ ។

- ចំពោះលំនាំ AD:

តាមរូបមន្ត : $W_{AD}=P_A\Delta V$

ដោយ : $P_A=P_D=2\ \text{atm}=2\times10^5\ \text{Pa}$

: $\Delta V=V_C-V_B=7\ \text{L}-3\ \text{L}=4\ \text{L}=4\times10^{-3}\ \text{m}^3$

យើងបាន:$W_{BC}=2\times10^5\times2\times10^{-3}=4\times10^2\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចលំនាំ AD គឺ $W_{BC}=4\times10^2\ \text{J}$ ។

- ចំពោះលំនាំ DC :

ដោយលំនាំ DC ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចផ្លាស់ប្តូរភាពរក្សាមាឌថេរ

យើងបាន:$W_{DC}=0\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តចំពោះលំនាំ DC គឺ $W_{DC}=0\ \text{J}$ ។

ខ. រកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃលំនាំ AB និងលំនាំ BC

– តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{AB}=W_{AB}+\Delta U_{AB}\Rightarrow \Delta U_{AB}=Q_{AB}-W_{AB}$

ដោយ : $Q_{AB}=3600\ \text{J}$ និង $W_{AB}=0\ \text{J}$

យើងបាន: $\Delta U_{AB}=3600-0=3600\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃលំនាំ AB គឺ $\Delta U_{AB}=3600\ \text{J}$ ។

–តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{BC}=W_{BC}+\Delta U_{BC}\Rightarrow \Delta U_{BC}=Q_{BC}-W_{BC}$

ដោយ : $Q_{BC}=+2400\ \text{J}$ និង $W_{BC}=4\times10^{2}\ \text{J}$

យើងបាន: $\Delta U_{BC}=2400+400=2800\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃលំនាំ BC គឺ $\Delta U_{BC}=2800\ \text{J}$ ។

គ. រកកម្មន្តសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងលំនាំ ADC និងលំនាំ ABC

- ចំពោះកម្មន្តសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងលំនាំ ADC

តាមរូបមន្ត : $W_{ADC}=W_{AD}+W_{DC}$

ដោយ : $W_{AD}=400\ \text{J}$

: $W_{DC}=0\ \text{J}$

យើងបាន: $W_{ADC}=400+0=400\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងដំណើរការ ADC គឺ $W_{ADC}=400\ \text{J}$ ។

- ចំពោះកម្មន្តសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងលំនាំ ABC

តាមរូបមន្ត : $W_{ABC}=W_{AB}+W_{BC}$

ដោយ : $W_{AB}=0\ \text{J}$

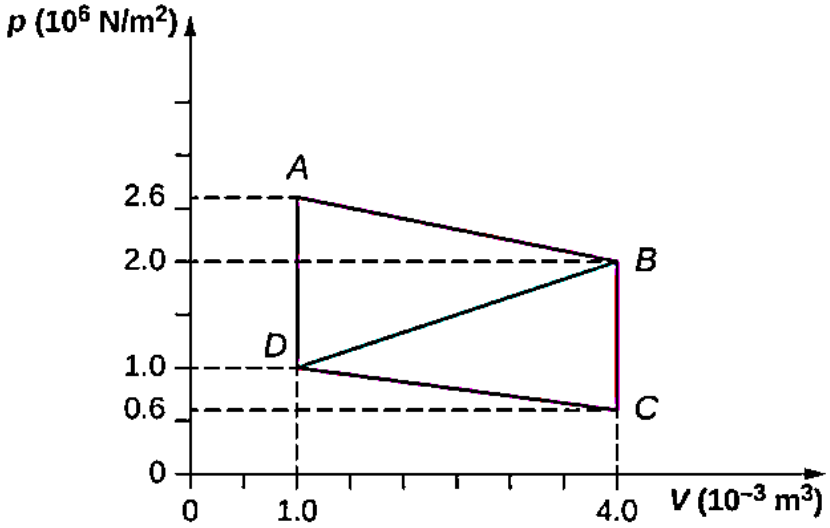
: $W_{BC}=20\times10^{2}\ \text{J}$

យើងបាន: $W_{ADC}=0+20\times10^{2}=20\times10^{2}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងដំណើរការ ABC គឺ

$W_{ABC} = 20\times10^{2}$ J ។

41. គេឲ្យប្រព័ន្ធមួយរងនូវបម្លាស់ប្តូរភាពដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោម៖



ក. គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ ABD ។

ខ. គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ AD ។

គ.គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ $ABCD$ ។

ឃ. តើកម្មន្តពីចំណុច A ទៅចំណុច D នៃបីលំនាំខាងលើមានតម្លៃស្មើគ្នាដែរឬទេ? ព្រោះអ្វី?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ ABD

តាមរូបមន្ត : $W_{ABD} = W_{AB} + W_{BD}$

ដោយ : $W_{AB} = P_B(V_B - V_A) + \frac{1}{2}(P_B - P_A)(V_B - V_A)$

$= 2\left(4\times10^{-3} - 1\times10^{-3}\right) + \frac{1}{2}(2-2.6)\left(4\times10^{-3} - 1\times10^{-3}\right)$

$= 6\times10^{-3} - 0.9\times10^{-3}$

$= 5.1\times10^{-3}$ J

$$:W_{BD}=P_D\left(V_D-V_B\right)+\frac{1}{2}\left(P_D-P_B\right)\left(V_D-V_B\right)$$

$$=1\left(1\times10^{-3}-4\times10^{-3}\right)+\frac{1}{2}\left(1-2\right)\left(1\times10^{-3}-3\times10^{-3}\right)$$

$$=-3\times10^{-3}+1\times10^{-3}$$

$$=4\times10^{-3}\ \text{J}$$

យើងបាន: $W_{ABD}=5.1\times10^{-3}+4\times10^{-3}=9.1\times10^{-3}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងដំណើរការ ABD គឺ

$$W_{ABD}=9.1\times10^{-3}\ \text{J}\ \text{។}$$

ខ. គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ AD

តាមរូបមន្ត : $W_{AD}=0\ \text{J}$ (ព្រោះមាឌថេរ)

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានស្រូបនៅក្នុងដំណើរការ AD គឺ $W_{AD}=0\ \text{J}$ ។

គ. គណនាកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំ $ABCD$

តាមរូបមន្ត : $W_{ABCD}=W_{AB}+W_{BC}+W_{CD}$

ដោយ $:W_{AB}=P_B\left(V_B-V_A\right)+\frac{1}{2}\left(P_B-P_A\right)\left(V_B-V_A\right)$

$$=2\left(4\times10^{-3}-1\times10^{-3}\right)+\frac{1}{2}\left(2-2.6\right)\left(4\times10^{-3}-1\times10^{-3}\right)$$

$$=6\times10^{-3}\text{-}0.9\times10^{-3}$$

$$=5.1\times10^{-3}\ \text{J}$$

$$:W_{BC}=0\ \text{J}$$

$$:W_{CD}=P_C\left(V_D-V_C\right)+\frac{1}{2}\left(P_D-P_C\right)\left(V_D-V_C\right)$$

$$=0.6\left(1\times10^{-3}-4\times10^{-3}\right)+\frac{1}{2}\left(1-0.6\right)\left(1\times10^{-3}-4\times10^{-3}\right)$$

$$=-1.8\times10^{-3}\text{-}0.6\times10^{-3}$$

$$=\text{-}2.4\times10^{-3}\ \text{J}$$

យើងបាន: $W_{ABCD}=5.1\times10^{-3}+0+\left(-2.4\times10^{-3}\right)=2.7\times10^{-3}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅសរុបដែលបានស្រូបនៅក្នុងដំណើរការ ABD គឺ

$$W_{ABCD}=400\ \text{J}\ \text{។}$$

ឃ. កម្មន្តពីចំណុច A ទៅចំណុច D នៃបីលំនាំខាងលើមានតម្លៃមិនស្មើគ្នាទេ ព្រោះកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័នគឺអាស្រ័យទៅនឹងលំនាំនីមួយៗទេ ។

42. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 1.0 mol ត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងប្រព័ន្ធមួយដែលមានសីតុណ្ហភាពថេរ $0\ ^{o}C$ ដែលត្រូវបានពង្រីកមាឌពី 3.0 L ទៅ10.0 L ។

ក. គណនាកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធនៅអំឡុងពេលពង្រីកមាឌនោះ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធ។

គ. បើសិនជាប្រព័ន្ធត្រូវបានត្រឡប់ទៅភាពដើមវិញតាមលំនាំអ៊ីសូបារ តើកម្មន្តមានតម្លៃប៉ុន្មានដែលធ្វើលើប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័ន ?

គេឲ្យ៖ $R = 8.31\ \text{J/mol.K}$

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តដែលធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធនៅអំឡុងពេលពង្រីកមាឌ

តាមរូបមន្ត : $W = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

ដោយ : $n = 1\ \text{mol}$

$: R = 8.31\ \text{J/mol.K}$

$: T = 273 + t = 273 + 0 = 273\ \text{K}$

$: V_2 = 10\ \text{L}$

$: V_1 = 3\ \text{L}$

យើងបាន: $W = 1\times 8.31\times 273\ln\left(\frac{10}{3}\right)$

$= 2.73\times 10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើទៅលើឧស្ម័នគឺ $W = 2.73\times 10^3\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធ

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = W + \Delta U$

ដោយ : $\Delta U = 0\ \text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូទែម)

$:W = 2.73\times10^{3}\ \text{J}$

យើងបាន: $Q = 0 + 2.73\times10^{3}\ \text{J}$

$= 2.73\times10^{3}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធគឺ $Q = 2.73\times10^{3}\ \text{J}$ ។

គ. គណនាកម្មន្តដែលធ្វើលើប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័ន

តាមរូបមន្ត : $W = P\Delta V$

$= P\left(V_f - V_i\right)$

ដោយ : $P = \dfrac{nRT_i}{V_i} = \dfrac{1\times8.31\times273}{10\times10^{-3}} = 226863\ \text{Pa}$

(ប្រើភាពដើមសម្រាប់រកសម្ពាធ ព្រោះមិនស្គាល់សីតុណ្ហភាពស្រេច)

$:V_i = 10\ \text{L} = 10\times10^{-3}\ \text{m}^3$

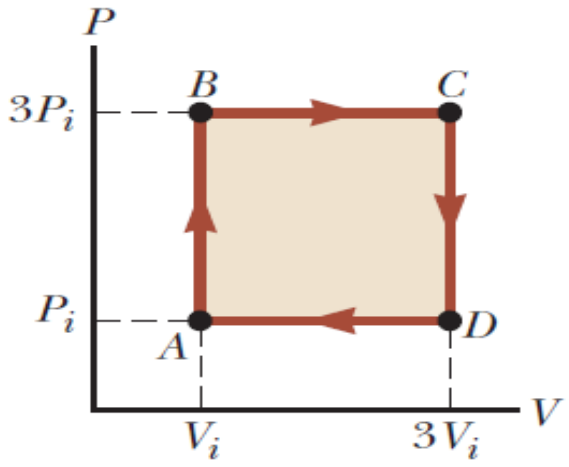
$:V_f = 3\ \text{L} = 3\times10^{-3}\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W = 226863\left(3\times10^{-3} - 10\times10^{-3}\right)$

$= -1.6\times10^{3}\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលធ្វើលើប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័នគឺ $W = -1.6\times10^{3}\ \text{J}$ ។

43. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយនៅខណៈដំបូងនៅ Pi , Vi និង Ti ត្រូវបានដំណើរការ១សុិច (ដូចរូប)។



ក. គណនាកម្មន្តធ្វើទៅលើឧស្ម័នក្នុងមួយវដ្តសម្រាប់ឧស្ម័ន $n = 1\ \text{mol}$ និងសីតុណ្ហភាពដំបូង

$t_i = 0\ ^{0}\text{C}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ននៅក្នុង១សុិច ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តធ្វើទៅលើឧស្ម័នក្នុងមួយវដ្តសម្រាប់ឧស្ម័ន $n=1\ \text{mol}$ និងសីតុណ្ហភាពដំបូង

$t_i=0\ ^0\text{C}$

តាមរូបមន្តកម្មន្តសរុបនៃប្រព័ន្ធសម្រាប់១សុិច៖ $W=W_{AB}+W_{BC}+W_{CD}+W_{DA}$

ដោយ : $W_{AB}=W_{CD}=0\ \text{J}$

$$:W_{BC}=P\Delta V=(3P_i)\left[(3V_i)-(V_i)\right]=6P_iV_i$$
$$:W_{DA}=P'\Delta V'=(P_i)\left[(V_i)-(3V_i)\right]=-2P_iV_i$$

យើងបាន: $W=0+6P_iV_i+0-2P_iV_i$

$$=4P_iV_i \qquad (1)$$

តាមសមីការឧស្ម័នរ៉ាសុទ្ធ: $P_iV_i=nRT_i$ ជំនួសក្នុងសមីការ(១)

នាំឲ្យ : $W=4nRT_i$

តែ: $n=1\ \text{mol}$

$$:R=8.31\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$$
$$:T_i=273+t_i=273+0=273\ \text{K}$$

នោះ $W=4\times1\times8.31\times273$

$$=9074.52\text{J}$$

ដូចនេះ កម្មន្តធ្វើទៅលើឧស្ម័នក្នុងមួយវដ្តគឺ $W=9074.52\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ននៅក្នុង១សុិច

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q=W+\Delta U$

ដោយ : $\Delta U=0\ \text{J}$ (លក្ខខណ្ឌបំលែងបិទ)

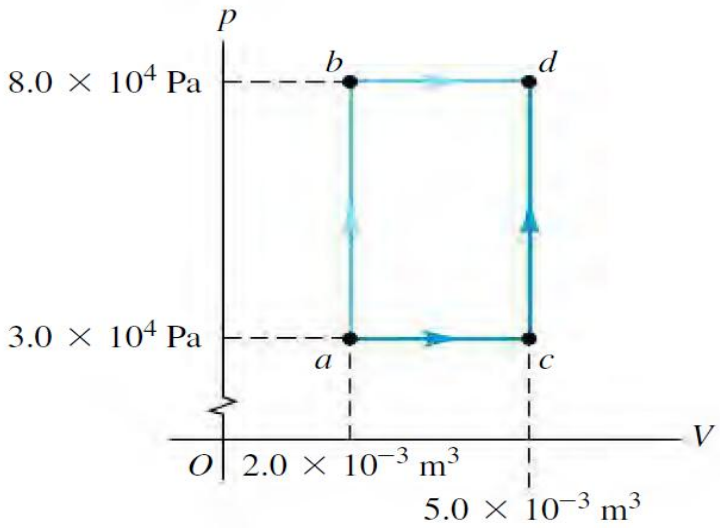
$$:W=9074.52\ \text{J}$$

យើងបាន: $Q=0+9074.52$

$$=9074.52\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធគឺ $Q = 9074.52\ \text{J}$ ។

44. គេមានក្រាបនៃសម្ពាធនិងមាឌ (PV) ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម ដែលបង្ហាញពីការវិវត្តន៍នៃដំណើរការនៃប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច ។ ចំពោះគន្លង ab ថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធគឺ $150\ \text{J}$ និងគន្លង bd ថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធគឺ $600\ \text{J}$ ។



ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង ab ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង abd ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅសរុបនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង acd ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង ab

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U_{ab} = Q_{ab} - W_{ab}$

ដោយ : $Q_{ab} = 150\ \text{J}$

: $W_{ab} = 0\ \text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូករក្សាមាឌថេរ)

យើងបាន: $\Delta U_{ab} = 150 - 0$

$= 0\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង ab គឺ $\Delta U_{ab} = 0\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង abd

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U_{abd} = Q_{abd} - W_{abd}$

ដោយ : $Q_{abd} = Q_{ab} + Q_{bd} = 150 + 600 = 750\ \text{J}$

$$:W_{abd} = W_{ab} + W_{bd} = 0 + P_{(b)\,or\,(d)}\left(V_d - V_b\right)$$
$$=8.0\times10^{4}\left(5.0\times10^{-3} - 2.0\times10^{-3}\right)=240\ \text{J}$$

យើងបាន: $\Delta U_{abd} = 750 - 240 = 510\ \text{J}$

$$= 510\ \text{J}$$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង abd គឺ $\Delta U_{abd} = 510\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅសរុបនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង acd

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{acd} = \Delta U_{acd} + W_{acd}$

ដោយ : $\Delta U_{acd} = \Delta U_{acd} = 510\ \text{J}$

(បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

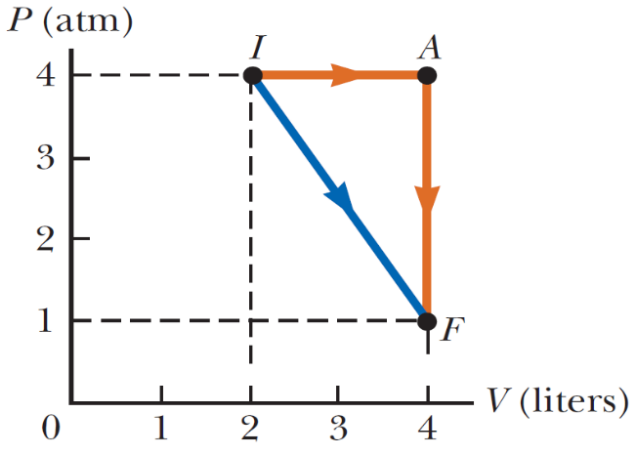
$$:W_{acd} = W_{ac} + W_{cd} = P_{(a)\,or\,(c)}\left(V_c - V_a\right)=3.0\times10^{4}\left(5.0\times10^{-3} - 2.0\times10^{-3}\right)+0=90\ \text{J}$$

យើងបាន: $Q_{acd} = 510 + 90$

$$= 600\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅសរុបនៃប្រព័ន្ធនៅលើគន្លង acd គឺ $Q_{acd} = 600\ \text{J}$ ។

45. ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមួយត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច ហើយត្រូវឆ្លងនូវបំលែងភាពពី I ទៅ F (ដូចបានបង្ហាញនៅក្នុងរូបខាងក្រោម)។ ថាមពលកម្តៅ $418\ \text{J}$ ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធនៅពេលដែលផ្លាស់ប្តូរពីចំណុច I ទៅ F (តាមគន្លងត្រង់) ។



ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IF ។

ខ. តើថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានដែលផ្តល់ឲ្យប្រព័ន្ធនៅពេលដែលដំណើរការនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IAF ?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IF

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U_{IF} = Q_{IF} - W_{IF}$

ដោយ : $Q_{IF}=418\ \text{J}$ (តាមសម្មតិកម្ម)

$$:W_{IF} = P_F \Delta V_{IF} + \frac{1}{2}\Delta P_{IF}\Delta V_{IF}$$

$$= P_F\left(V_F - V_I\right) + \frac{1}{2}\left(P_F - P_I\right)\left(V_F - V_I\right)$$

$$= 1\times10^5\left(4\times10^{-3} - 2\times10^{-3}\right) + \frac{1}{2}\left(1\times10^5 - 4\times10^5\right)\left(4\times10^{-3} - 2\times10^{-3}\right)$$

$$= 507\ \text{J}$$

យើងបាន: $\Delta U_{IF} = (418) - (507) = -88.5\ \text{J}$

ដូចនេះ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IF គឺ $\Delta U_{IF} = -88.5\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលផ្តល់ឲ្យប្រព័ន្ធនៅពេលដែលដំណើរការនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IAF

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{IAF} = \Delta U_{IAF} + W_{IAF}$

ដោយ : $\Delta U_{IAF} = \Delta U_{IF} = -507\ \text{J}$

(បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

$$\begin{aligned} : W_{IAF} &= W_{IA} + W_{AF} \\ &= P_{(I)\,or\,(F)}\left(V_F - V_I\right) \\ &= 4.0\times10^{5}\left(4.0\times10^{-3} - 2.0\times10^{-3}\right) + 0 \\ &= 810\ \text{J} \end{aligned}$$

យើងបាន: $Q_{IAF} = -507 + 810 = 303\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធតាមគន្លង IAF គឺ $Q_{IAF} = 303\ \text{J}$ ។

46. គេឲ្យបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នពី A ទៅ C (គន្លងកោងកាត់អង្កត់ផ្ចិតនៃចតុកោណ) ចំនួន $\Delta U = +800\ \text{J}$ និងកម្មន្តដែលប្រព័ន្ធឧស្ម័នបានធ្វើតាមគន្លង ABC មានចំនួន $W_{ABC} = +500\ \text{J}$ (ដូចរូបខាងក្រោម) ។

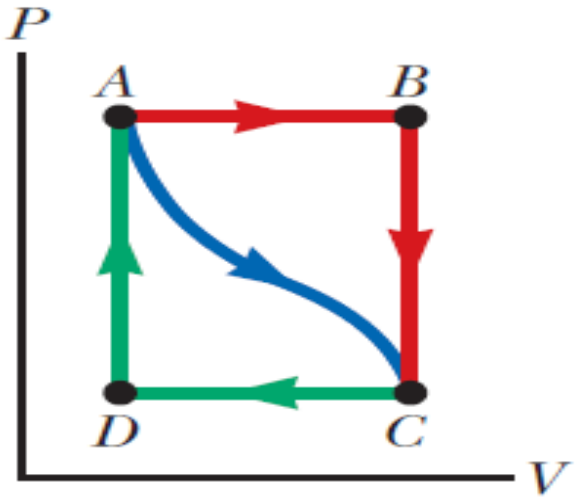
ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធតាមគន្លង (Q_{ABC}) ។

ខ. បើសិនជាសម្ពាធនៅចំណុច A ស្មើ 5 ដងនឹងសម្ពាធត្រង់ចំណុច C ។

គណនាកម្មន្តបានធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធនៅលើ ដំណើរការពី C ទៅ D ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅបានផ្លាស់ប្តូរ រវាងប្រព័ន្ធនិងជាមួយ និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ នៅក្នុងលំនាំពី C ទៅ A ?

ឃ. បើសិនជាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃលំនាំពីចំណុច D ទៅចំនុច A គឺ $500\ \text{J}$ ។ តើថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានត្រូវការចំបាច់សម្រាប់ផ្តល់ទៅឲ្យប្រព័ន្ធពីចំណុច C ទៅចំណុច D ។



ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធតាមគន្លង (Q_{ABC})

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{ABC}=\Delta U_{ABC}+W_{ABC}$

ដោយ : $\Delta U_{ABC}=\Delta U_{AC}=+800\ \text{J}$

(បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

: $W_{ABC}=+500\ \text{J}$ (តាមសម្មតិកម្ម)

យើងបាន: $Q_{ABC}=800+500$

$=1300\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធតាមគន្លង (Q_{ABC}) គឺ $Q_{ABC}=1300\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តបានធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធនៅលើដំណើរការពី C ទៅ D

តាមរូបមន្ត : $W_{CD}=P_C(V_D-V_C)$ (១)

គេមានកម្មន្តសរុបនៃលំនាំពី A ទៅ C: $W_{ABC}=W_{AB}+W_{BC}$

ដោយ: $W_{BC}=0\text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូការ មានមាឌថេរ)

: $W_{AB}=P_A(V_B-V_A)$

: $W_{ABC}=500\ \text{J}$

នាំឲ្យ: $500\ \text{J} = P_A(V_B - V_A)$ ឬ $P_A(V_B - V_A) = 500\ J$

តែ: $P_A = 5P_C$

$:V_A = V_D$

$:V_B = V_C$

គេបាន: $5P_C(V_C - V_D) = 500$

$$5P_C(V_D - V_C) = -500$$
$$P_C(V_D - V_C) = \frac{-500}{5}$$
$$= -100$$

តាម(១) $W_{CD} = -100\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធនៅលើដំណើរការពី C ទៅ Dគឺ $W_{CD} = -100\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅបានផ្លាស់ប្តូរ រវាងប្រព័ន្ធនិងជាមួយ និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ នៅក្នុងលំនាំពី C ទៅ A

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{CA} = \Delta U_{CA} + W_{CA}$

ដោយ : $\Delta U_{CA} = -\Delta U_{AC} = -800\ \text{J}$

$:W_{CA} = W_{CD} + W_{DA} = -100 + 0 = -100\text{J}$,$W_{DA} = 0\ \text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូករ)

យើងបាន: $Q_{CA} = -800 - 100$

$= -900\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅបានផ្លាស់ប្តូរ រវាងប្រព័ន្ធនិងជាមួយ និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ នៅក្នុងលំនាំពី C ទៅ A គឺ $Q_{CA} = -900\ \text{J}$ ។

ឃ. គណនាថាមពលកម្តៅត្រូវការចំបាច់សម្រាប់ផ្តល់ទៅឲ្យប្រព័ន្ធពីចំណុច C ទៅ D

តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{CD} = \Delta U_{CD} + W_{CD}$ (១)

ដោយ : $W_{CD} = -100\ \text{J}$

- រក $\Delta U_{CD} = ?$

តាមសម្មតិកម្ម: $\Delta U_{DA} = 500\ \text{J}$

យើងមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបពី C ទៅ A : $\Delta U_{CA} = \Delta U_{CD} + \Delta U_{DA}$

(បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

ដោយ : $\Delta U_{CA} = 800\ \text{J}$

: $\Delta U_{DA} = 500\ \text{J}$

យើងបាន: $800 = \Delta U_{CD} + 500$

$$\Delta U_{CD} = 800 - 500$$
$$= 300\ \text{J}$$

តាម(១) យើងបាន: $Q_{CD} = 300 - 100$

$$= 200\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅត្រូវការចំបាច់សម្រាប់ផ្តល់ទៅឲ្យប្រព័ន្ធពីចំណុច C ទៅ D គឺ

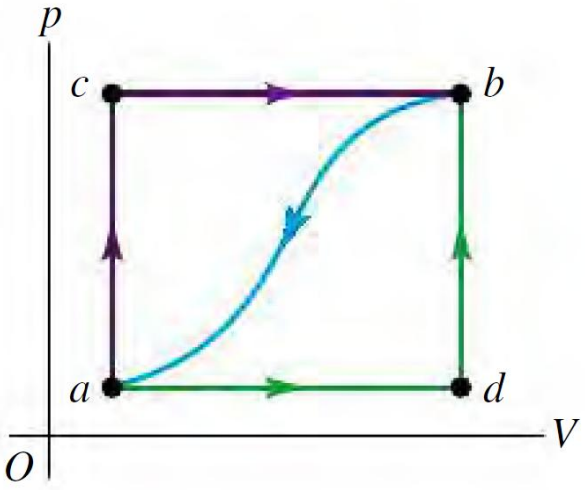
$Q_{CD} = 200\ \text{J}$ ។

47. នៅពេលដែលប្រព័ន្ធមួយត្រូវបានរងនូវបំលែងភាពដោយចាបផ្តើមពីចំណុច a ទៅចំណុច b ត្រូវបានចែកចេញជាពីរគន្លងគឺ គន្លង acb និងគន្លង adb (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម)។ ចំពោះគន្លង acb ថាមពលកម្តៅ $90.0\ \text{J}$ ត្រូវបានផ្តល់ទៅឲ្យប្រព័ន្ធ ដើម្បីធ្វើកម្មន្តបាន $60.0\ \text{J}$ ។

ក. តើត្រូវការថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានដើម្បីស្រូបដោយប្រព័ន្ធដើម្បីធ្វើកម្មន្ត $150\ \text{J}$ នៅតាមគន្លង ab ?

ខ. នៅពេលដែលប្រព័ន្ធត្រឡប់មកភាពដើមវិញ(ពី b ទៅ a) តាមគន្លងកោង និងបានបំពេញកម្មន្ត $35.0\ \text{J}$ ។ តើប្រព័ន្ធនោះស្រូបកម្តៅឬ បញ្ចេញកម្តៅ ? ហើយមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

គ. ប្រសិនជាថាមពលក្នុងត្រង់ចំណុច $a : U_a = 0\ \text{J}$ និងថាមពលក្នុងត្រង់ចំណុច $d : U_d = 8.0\ \text{J}$ ចូរគណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធនៃដំណើរការនៃប្រព័ន្ធចំពោះគន្លង ad និង db ។



ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធដើម្បីធ្វើកម្មន្ត 150 J នៅតាមគន្លង *ab*

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{ab} = \Delta U_{ab} + W_{ab}$ (១)

ដោយ : $W_{ab} = 500\ \text{J}$

- រក ΔU_{ab} =?

តាមរូបយើងបាន: $\Delta U_{ab} = \Delta U_{acb}$

(បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច: $\Delta U_{acb} = Q_{acb} - W_{acb}$

ដោយយោងតាមសម្មតិកម្ម: $W_{acb} = 60.0\ \text{J}$

$: Q_{acb} = 90.0\ \text{J}$

យើងបាន: $\Delta U_{acb} = 90.0 - 60.0$

$= 30.0\ \text{J}$

នោះ $\Delta U_{ab} = \Delta U_{acb} = 30.0\ \text{J}$

តាម(១)យើងបាន: $Q_{ab} = 30.0 + 500$

$= 530.0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធដើម្បីធ្វើកម្មន្ត 150 J នៅតាមគន្លង *ab* គឺ $Q_{ab} = 530.0\ \text{J}$ ។

ខ. ប្រព័ន្ធនោះស្រូបកម្តៅនៅពេលដែលប្រព័ន្ធត្រឡប់មកភាពដើមវិញ(ពី b ទៅ a) តាមគន្លងកោង

ព្រោះប្រព័ន្ធនេះបានបំពេញកម្មន្ត $35.0\ \text{J}$

- គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធ

  តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{ba} = \Delta U_{ba} + W_{ba}$

  ដោយយោងតាមសម្មតិកម្ម: $W_{ba} = 35.0\ \text{J}$

  តាមរូបយើងបាន: $\Delta U_{ba} = -\Delta U_{ab} = -30.0\ \text{J}$

  (បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមិនអាស្រ័យនឹងគន្លងនៃការវិវត្តន៍របស់ប្រព័ន្ធ)

  យើងបាន: $Q_{ba} = -30.0 + 35$

  $= 5.0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធគឺ $Q_{ba} = 5.0\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធនៃដំណើរការនៃប្រព័ន្ធចំពោះគន្លង ad និង db

តាមសម្មតិកម្មយើងបាន: $\Delta U_{ad} = U_d - U_a = 8.0 - 0 = 8.0\ \text{J}$

គេមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងសរុបពី a ទៅ b : $\Delta U_{ab} = \Delta U_{ad} + \Delta U_{db}$

នាំឲ្យ : $\Delta U_{db} = \Delta U_{ab} - \Delta U_{ad}$

$= 30.0 - 8.0$

$= 22.0\ \text{J}$

- ចំពោះគន្លង db

  តាមច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច: $Q_{db} = \Delta U_{db} + W_{db}$

  ដោយ: $W_{db} = 0\ \text{J}$ (លំនាំអ៊ីសូបារ)

  : $\Delta U_{db} = 22.0\ \text{J}$

  យើងបាន: $Q_{db} = 0 + 22.0$

  $= 22.0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធនៃដំណើរការនៃប្រព័ន្ធចំពោះគន្លង db គឺ

$Q_{db} = 22.0\ \text{J}$ ។

- ចំពោះគន្លង ad

តាមរូបថាមពលកម្តៅសរុបសម្រាប់បំលែងពី a ទៅ b : $Q_{ab} = Q_{ad} + Q_{db}$

នាំឱ្យ: $Q_{ad} = Q_{ab} - Q_{db}$

ដោយ : $Q_{ab} = -Q_{ba} = -5.0\ \text{J}$

: $Q_{db} = 22.0\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_{ad} = -5.0 - 22.0$

$= -27.0\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធនៃដំណើរការនៃប្រព័ន្ធចំពោះគន្លង ad គឺ

$Q_{ad} = -27.0\ \text{J}$ ។

ផ្នែកទី២៖ សំណួរជ្រើសរើស (មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. អ្វីទៅជា ប្រព័ន្ធ?

○ក. វត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលគេលើកយកមកសិក្សាធៀបទៅនឹងវត្ថុដ៏ទៃ

○ ខ. ឧបករណ៍ដែលគេប្រើសម្រាប់ធ្វើការពិសោធន៍

○ គ. ទំនាក់ទំនងរវាងឧបករណ៍មួយទៅមួយផ្សេងទៀតដែលគេប្រើក្នុងកពិសោធន៍

○ ឃ. វត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលគេប្រើសម្រាប់ផ្ទុកឧស្ម័ន

2. លំនាំអ៊ីសូបារគឺជាលំនាំដែលមាន . . . ថេរ?

○ក. មាឌ (V)

○ គ. ចំនួនម៉ូលេគុល (N)

○ ខ. សីតុណ្ហភាព (T)

○ ឃ. សម្ពាធ (P)

3. កម្មន្តក្នុងលំនាំអ៊ីសូបារមានរូបមន្ត៖

○ ក. $W = P\Delta V = 0$

○ គ. $W = P\Delta V$

○ ខ. $W = nRTln(V2/V1)$

○ ឃ. $W = P\Delta V$

4. លំនាំអ៊ីសូករមាន . . . ថេរ?

○ ក. សម្ពាធ (P)

○ គ. សីតុណ្ហភាព (T)

○ ខ. មាឌ (V)

○ ឃ. ចំនួនម៉ូលេគុល (N)

5. កម្មន្តក្នុងលំនាំអ៊ីសូករមានរូបមន្ត៖

○ ក. $W = Fdcos\theta$

○ គ. $W = P\Delta V$

○ ខ. $W = P\Delta V = 0$

○ ឃ. $W = nRTln(V2/V1)$

6. លំនាំអ៊ីសូទែមមាន . . . ថេរ?

○ ក. សម្ពាធ (P)

○ ខ. មាឌ (V)

○ គ. សីតុណ្ហ (T) ○ ឃ. ចំនួនម៉ូល (n)

7. ច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិចមានរូបមន្ត៖

○ ក. $Q=\Delta U+W$ ○ គ. $W=\Delta U+Q$

○ ខ. $\Delta U=Q+W$ ○ ឃ. $\Delta U=0$

8. ប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ៖

○ ក. $Q>0$ ○ គ. $Q\geq 0$

○ ខ. $Q<0$ ○ ឃ. $Q\leq 0$

9. ប្រព័ន្ធរងកម្មន្ត៖

○ ក. $W<0$ ○ គ. $W\geq 0$

○ ខ. $W\leq 0$ ○ ឃ. $W>0$

10. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងកើនឡើង៖

○ ក. $U>0$ ○ គ. $U<0$

○ ខ. $\Delta U>0$ ○ ឃ. $\Delta U<0$

11. ថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូមគឺ៖

○ ក. $U=\frac{3}{2}nRT$ ○ គ. $\Delta U=\frac{3}{2}nR\Delta T$

○ ខ. $U=\frac{2}{3}nRT$ ○ ឃ. $\Delta U=\frac{2}{3}nR\Delta T$

12. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម៖

○ ក. $U=\frac{3}{2}nRT$ ○ គ. $\Delta U=\frac{2}{3}nR\Delta T$

○ ខ. $U=\frac{2}{3}nRT$ ○ ឃ. $\Delta U=\frac{3}{2}nR\Delta T$

13. កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលមាឌ និងសម្ពាធកើនស្មើ៖

○ ក. $W = P_{av}\Delta V$

○ ខ. $W = P + \Delta V$

○ គ. $W = nRTln(V2/V1)$

○ ឃ. $W = Fdcos\theta$

14. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងស្មើសូន្យក្នុងលំនាំ៖

○ ក. អ៊ីសូទែម

○ ខ. អ៊ីសូបារ

○ គ. អ៊ីសូករ

○ ឃ. អាដ្យាបាទិច

15. កម្មន្តស្មើសូន្យនៅក្នុងលំនាំ៖

○ ក. អ៊ីសូបារ

○ ខ. អ៊ីសូករ

○ គ. អ៊ីសូទែម

○ ឃ. អាដ្យាបាទិច

ផ្នែកទី៣៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមានមាឌ 1000cm^3 នៅសីតុណ្ហភាព 40°C និងសម្ពាធ 1atm បានពង្រីកមាឌរបស់វារហូតដល់ 1500cm^3 និងសម្ពាធ $1.06\times10^5\text{Pa}$ ។ គណនា៖

   ក. ចំនួនម៉ូលអុកស៊ីសែនដែលមាន និង

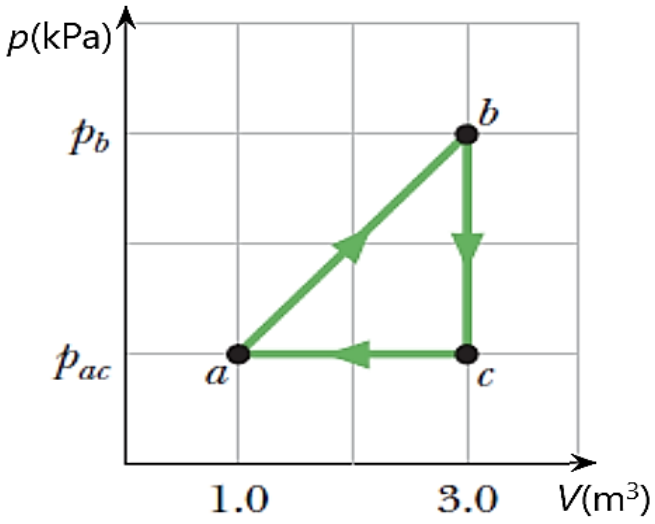
   ខ. សីតុណ្ហភាពចុងក្រោយនៃឧស្ម័ន។

2. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយបានរងការផ្លាស់ប្តូរភាពបានតាមលំនាំនៃបំលែងបិទដុចរូបខាងក្រោម។ អ័ក្សឈរត្រូវបានតាងឲ្យតម្លៃសម្ពាធ ដែល p_b =7.5 kPa និង $p_a = p_c$ = 2.5 kPa ។ នៅចំណុច a មានសីតុណ្ហភាព T_a =200 K ។

   ក .គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន។

   ខ .គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច b ។

   គ . គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅចំណុច c ។



3. ពពុះខ្យល់មាន 20cm^3 ស្ថិតនៅបាតបឹងជម្រៅ 40m មានសីតុណ្ហភាព 4.0°C បន្ទាប់ពពុះឡើងមកដល់ផ្ទៃទឹកខាងលើនៃបឹង វាមាននៅសីតុណ្ហភាព 20°C ។ ដោយយកសីតុណ្ហភាពពពុះនៃខ្យល់ដូចគ្នានឹងទឹកព័ទ្ធនៅជុំវិញវា។ គណនាមាឌនៃពពុះនៃខ្យល់នៅត្រង់ផ្ទៃទឹងនៃបឹង។

4. សំបកកង់រថយន្តមានមាឌ $0.015m^3$ ស្ថិតនៅក្នុងថ្ងៃ១ត្រជាក់ខ្លាំង ដែលនៅពេលនោះសីតុណ្ហភាពនៃខ្យល់នៅខាងក្នុងកង់ឡាននោះគឺ 5.0^oC និងសម្ពាធនៅក្នុងបរិយាកាសគឺ $1.02atm$ ។ នៅក្រោមលក្ខខណ្ឌទាំងនេះសម្ពាធដែលត្រូវបានវាស់ $1.70atm$ ។ បន្ទាប់ពីឡានបានធ្វើដំណើរអស់រយៈពេល $30min$ នៅលើផ្លូវហាយវេ សីតុណ្ហភាពនៃខ្យល់នៅក្នុងសំបកកង់បានកើនឡើងទៅដល់ 45^oC ហើយមាឌរបស់ខ្យល់បានកើនឡើងទៅដល់ $0.0159m^3$ ។ តើសម្ពាធនៅក្នុងសំបកកង់ឡានមានតម្លៃប៉ុន្មានបន្ទាប់ពីឡាននោះបានធ្វើដំណើរអស់រយៈពេល $30min$ ។

5. ប្រអប់លោហៈមានគម្របមួយមានចំណុះ $1.50L$ បានផ្ទុកឧស្ម័នអេតានៅសីតុណ្ហភាព $300K$ និងសម្ពាធប្រហាក់ប្រហែលនឹងសម្ពាធបរិយាកាស 1.013×10^5Pa ។ ម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័នអេតានគឺ $30.1g/mol$ ។ ប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័ននេះត្រូវបានកម្តៅរហូតដល់វាមានសីតុណ្ហភាព $490\ K$ ដែលធ្វើឲ្យវារៀបនឹងរបើកគម្រប។

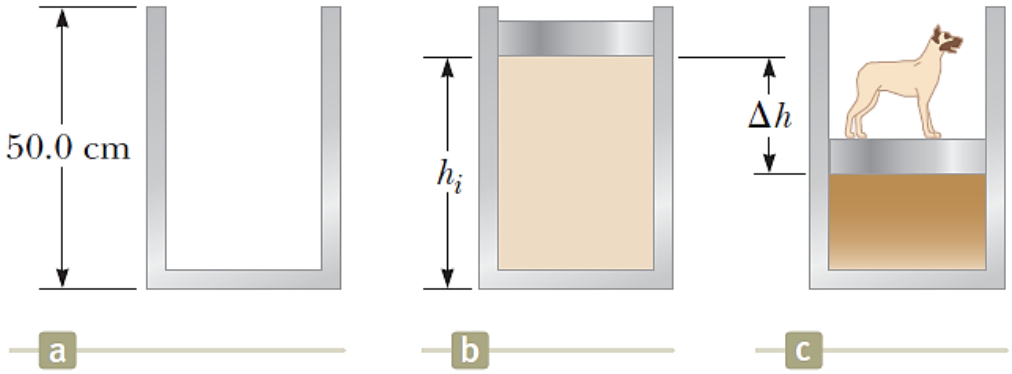
ក. គណនាសម្ពាធស្រេចនៃអេតាននៅក្នុងប្រអប់។

ខ. គណនាម៉ាសអេតាណុល(គិតជាក្រាម) ?

6. ស៊ីឡាំងមួយមានកាំ $40cm$ និងកម្ពស់ $50cm$ ត្រូវបានបំពេញដោយខ្យល់ 20.0^oC និង $1.00atm$ (ដូចរូបa) ។ ពីស្តុងមានទម្ងន់ $20kg$ ត្រូវបានដាក់ចូលទៅក្នុងស៊ីឡាំង បន្ទាប់មកវាបានបណ្តែនខ្យល់ដែលនៅខាងក្នុង រហូតដល់ខ្យល់មានលំនឹងនៅខាងក្នុងមានកម្ពស់ h_i (ដូចរូប b) ។ ទីបំផុតក៏មានសត្វឆ្កែមួយក្បាលមានទម្ងន់ $25kg$ បានលោតមកឈរនៅលើស្តុង ហើយបានធ្វើឲ្យខ្យល់កាន់តែរងការបណ្តែបន្ថែមទៀតរហូតដល់មានសីតុណ្ហភាព 20^oC និងបម្រែបម្រួលកម្ពស់ Δh (ដូចរូបc) ។

ក. ចូរគណនាកម្ពស់នៃពីស្តុងដែលធ្លាក់ចុះមកក្រោម (Δh) នៅពេលដែលឆ្កែលោតមកឈរលើពីស្តុង ។

ខ. តើឧស្ម័នគួរតែត្រូវបានផ្តល់កម្តៅទៅឲ្យឧស្ម័នមានសីតុណ្ហភាពប៉ុន្មានដើម្បីឲ្យពីស្តុងនិងឆ្កែត្រលប់ទៅទីតាំងដែលមានកម្ពស់ h_i វិញ(ដូចរូបb)?



7. ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិចមួយស្រូបកម្តៅ $3000\ \text{J}$ និងបានធ្វើកម្មន្ត $2500\ \text{J}$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

8. ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច១ស្រូបកម្តៅ $2000\ \text{J}$ និងបានធ្វើកម្មន្ត $2500\ \text{J}$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលខាងក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

9. ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិច១បានបញ្ចេញកម្តៅ $3000\ \text{J}$ និងបានធ្វើកម្មន្ត $2500\ \text{J}$ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលខាងក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

10. 3dm^3 នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធត្រូវបានស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធថេរ 202.6kPa ។ ឧស្ម័ននេះត្រូវបានគេយកទៅដុតកម្តៅ ដូច្នេះវាពង្រីកមាឌនៅសម្ពាធថេររហូតដល់ 6dm^3 ។ គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័ន។

11. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានស្រូបកម្តៅ និងពង្រីកដោយរក្សាសម្ពាធថេរពីសីតុណ្ហភាព 300K ទៅ 380K ។

ក. គូសដ្យាក្រាម $P-V$ ចំពោះការវិវត្តនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននេះ ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័ន។

12. ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 6mol ស្ថិតនៅក្នុងស៊ីឡាំងមួយដែលនៅចុងម្ខាងបិទជិតជាមួយពីស្តុងអាចចល័តបាន។ សីតុណ្ហភាពដំបូងនៃឧស្ម័នគឺ 27°C និងរក្សាសម្ពាធថេរនៅពេលវងនូវការផ្លាស់ប្តូរភាព។ គណនាសីតុណ្ហភាពចុងក្រោយនៃឧស្ម័នបន្ទាប់ពីវាបានបំពេញកម្មន្ត $2.40\times10^{3}\text{J}$ ។

13. ម៉ូលេគុលឧស្ម័នចំនួនពីរម៉ូល ត្រូវបានបណ្ដែននៅក្នុងស៊ីឡាំងដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ $65.0^{\circ}\mathrm{C}$ រហូតដល់សម្ពាធស្រេចរបស់វាកើនឡើងបីដង ។

ក .ចូរគូសក្រាប $P-V$ សម្រាប់ដំណើរការនេះ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើ។

14. ក្នុងអំឡុងពេល $0.305\mathrm{mol}$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធកំពុងរងនូវការបណ្ដែនតាមលំនាំអ៊ីសូទែមដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ $22.0^{\circ}\mathrm{C}$ និងបានទទួលកម្មន្តចំនួន $468\mathrm{J}$ ។

ក .ប្រសិនបើសម្ពាធស្រេចនៃប្រព័ន្ធគឺ $1.76\ \mathrm{atm}$ ចូរគណនាសម្ពាធដើមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

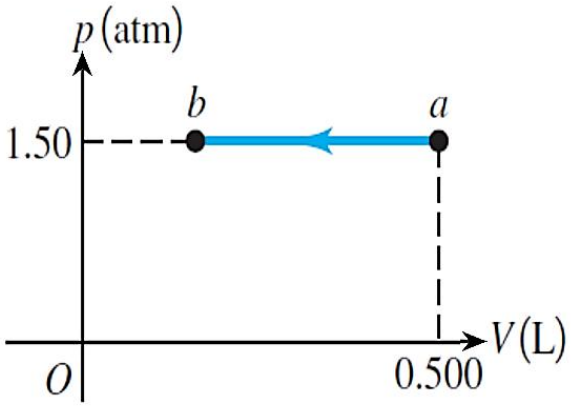
ខ .ចូរគូសក្រាប $P-V$ សម្រាប់ដំណើរការនេះ។

15. បំលែងទែម៉ូឌីណាមិចនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធចែកចេញជាពីរដំណាក់កាល។ ដំណាក់កាលទី១ ប្រព័ន្ធបានរក្សាមាឌថេរ $0.20\mathrm{m}^3$ ហើយសម្ពាធកើនឡើងពី $2.00\times10^5\,\mathrm{Pa}$ ទៅ $5.00\times10^5\,\mathrm{Pa}$ ។ ដំណើរកាលទី ២ ប្រព័ន្ធបានបង្រួមមាឌមកត្រឹមតែ $0.12\mathrm{m}^3$ និងបណ្ដែនដោយរក្សាសម្ពាធថេរ។

ក .ចូរគូសក្រាប $P-V$ សម្រាប់ដំណើរការទាំងពីរដំណាក់កាលទាំងពីរនេះ។

ខគណនាកម្មន្ត.សរុបធ្វើដោយឧស្ម័នក្នុងអំឡុងពេលដំណើរការទាំងពីរដំណាក់កាលទាំងពីរនេះ។

16. រូបភាពខាងក្រោមបង្ហាញពីក្រាប $P-V$ សម្រាប់ដំណើរការនៃការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ដែលសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតត្រង់ចំណុច b ស្មើនឹងមួយភាគបួននៃសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតត្រង់ចំណុច a ។



ក. តើមាឌរបស់ឧស្ម័នត្រង់ចំណុច b មានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ខ. តើកម្មន្តនៃឧស្ម័នត្រូវបានធ្វើដោយឧស្ម័ន ឬឧស្ម័នជាអ្នកទទួលកម្មន្ត មានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

គ. តើថាមពលខាងក្នុងនៃឧស្ម័នកើនឡើង ឬថយចុះ? តើអ្នកដឹងដោយរបៀបណា ?

ឃ. តើកម្តៅបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធនៃឧស្ម័ន? តើអ្នកដឹងដោយរបៀបណា?

17. ឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំងមួយបានពង្រីកមាឌពី 0.11m^3 ទៅ 0.32m^3 ។ កម្តៅដែលត្រូវការដើម្បីរក្សាសម្ពាធថេរ $1.65\times10^5\,\text{Pa}$ នៅអំឡុងពេលពង្រីក និងកម្តៅសរុបដែលប្រព័ន្ធបានស្រូបគឺ $1.15\times10^5\,\text{J}$ ។

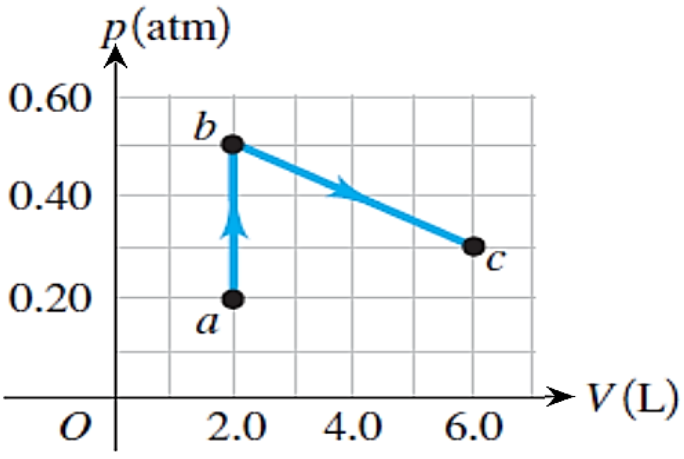
ក. គណនាកម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័ន។

ខ . រកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។

គ . តើឧស្ម័ននេះជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែរ ឬទេព្រោះអ្វី ?

18. ៥ ម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមូណូអាតូម១ដែលមានសីតុណ្ហភាពដំបូង 127°C និងចាប់ផ្តើមពង្រីកដោយស្រូបយកកម្តៅ 1200J ដើម្បីធ្វើកម្មន្ត 2100J ។ តើសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័នមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

19. គន្លង abc បង្ហាញក្នុងក្រាប $P-V$ នៃរូបភាពខាងក្រោមគឺបង្ហាញពីការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 0.0175mol ។



ក .តើសីតុណ្ហភាពទាបបំផុតនៃឧស្ម័នក្នុងដំណើរការនេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន? តើវាកើតឡើងនៅត្រង់ចំណុចណា?

ខ .គណនាកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធចំពោះបំលែងពី a ទៅ b និង b ទៅ c ។តើកម្មន្តទាំងពីរករណីនេះធ្វើដោយប្រព័ន្ធឧស្ម័ន ឬទទួលដោយប្រព័ន្ធ?

គ. ប្រសិនបើកម្តៅ $215J$ ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធឧស្ម័នក្នុងអំឡុងពេលការបំលែងភាពនៅលើគន្លង abc ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

20. ឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំងមួយត្រូវបានរងនូវបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច ដោយរក្សាសម្ពាធថេរ $1.80\times10^5\text{Pa}$ ហើយត្រូវបានចុះត្រជាក់ និងបង្រួមមាឌពី 1.70m^3 ទៅ 1.20m^3 ។ ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នថយចុះ $1.40\times10^5\text{J}$ ។

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានទទួលដោយឧស្ម័ន។

ខ. រកថាមពលកម្តៅដាច់ខាតនៃលំហូរចូល ឬចេញពីឧស្ម័ន។

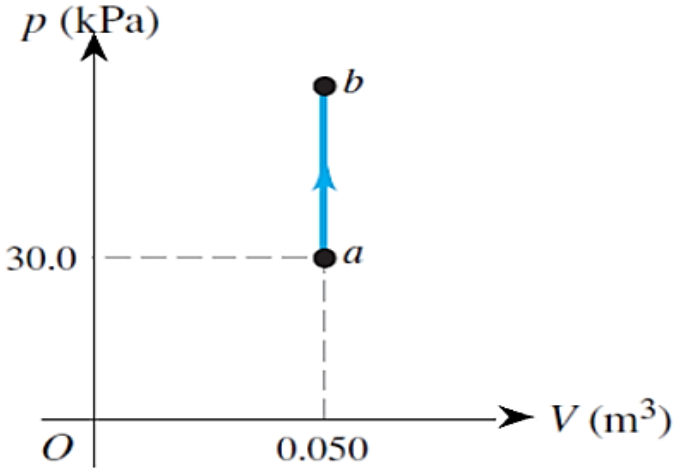
គ. តើវាមានបញ្ហាដែរឬទេ បើសិនជាឧស្ម័ននេះជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ? ហេតុអ្វី?

21. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច a ទៅចំណុច b ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម។នៅក្នុងអំឡុងពេលដំណើរការនេះ កម្តៅ $700J$ ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ និងសម្ពាធកើនឡើងទ្វេដង។

ក . តើមានកម្មន្តប៉ុន្មានធ្វើដោយ ឬទទួលដោយឧស្ម័ន? ពន្យល់។

ខ . ចូរប្រៀបធៀបសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នរវាងចំណុច a និងចំណុច b ។

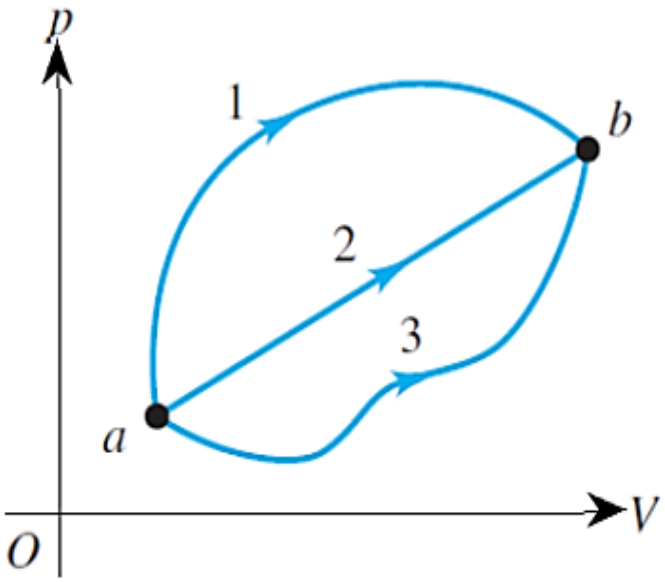
គ. ចូរប្រៀបធៀបថាមពលខាងក្នុងនៃឧស្ម័នរវាងចំណុច a និងចំណុច b ។



22. ប្រព័ន្ធមួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពពី a ទៅ b តាមគន្លងចំនួន ៣ ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម ។

ក .តើនៅតាមគន្លងណា កម្មន្តដែលធ្វើដោយឧស្ម័នច្រើនបំផុត និងតិចបំផុត។

ខ .ប្រសិនបើ $U_b > U_a$ តើតាមគន្លងណាមួយដែលតម្លៃដាច់ខាតនៃកម្តៅបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ មានតម្លៃធំបំផុត? សម្រាប់គន្លងនេះកម្តៅត្រូវបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធ?



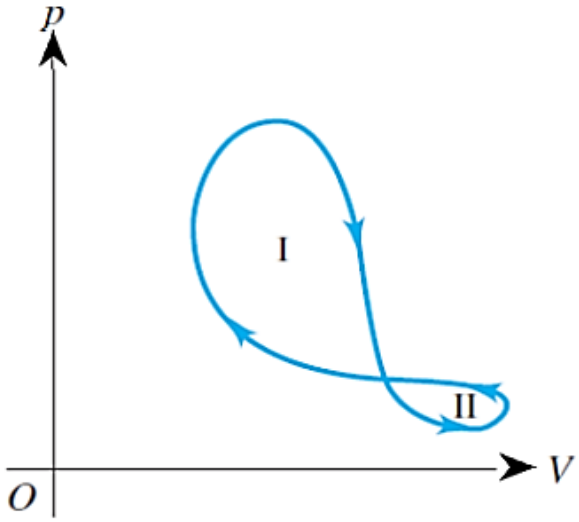
23. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចបានផ្លាស់ប្តូរភាពក្នុង១សុិចដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោម។ នៅក្នុងដំណើរការនៃការផ្លាស់ប្តូរភាពនេះ បានបង្កើតឲ្យមានវង់បិទចំនួនពីរ គឺ I និង II ។

ក. តើនៅក្នុងមួយវដ្តពេញនៃឧស្ម័ននេះ តើកម្មន្តដែលធ្វើប្រព័ន្ធធ្វើមានតម្លៃវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន?

ខ. នៅក្នុងវង់បិទនីមួយៗ(I និង II) តើកម្មន្តសរុបដែលធ្វើដោយប្រព័ន្ធមានតម្លៃវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន?

គ. តើនៅក្នុងមួយវដ្តពេញនៃឧស្ម័ននេះ តើថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយឧស្ម័ន?

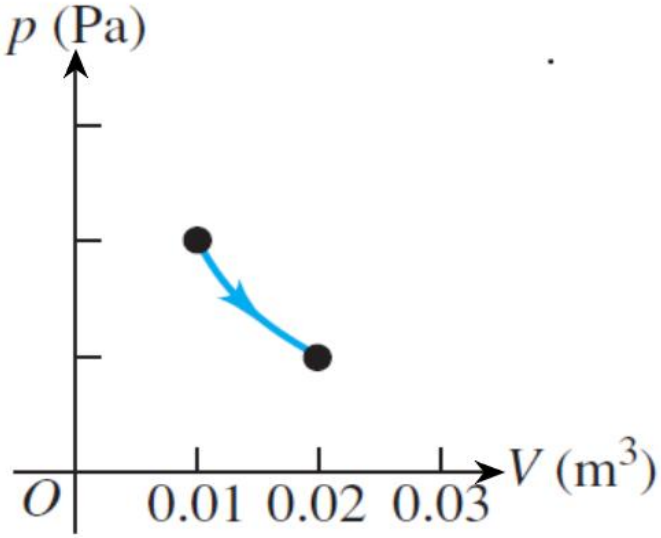
ឃ . នៅក្នុងវង់បិទនីមួយៗ(I និង II) តើថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយឧស្ម័ន?



24. ក្នុងក្រាប $P-V$ នៃរូបភាពខាងក្រោមគឺបង្ហាញពីការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធចំនួន 1.50mol តាមលំនាំអ៊ីសូថែមដោយរក្សាសីតុណ្ហភាព 15.0°C ។

ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ? ពន្យល់អំពីលទ្ធផល។

ខ. គណនាកម្មន្តធ្វើដោយ ឧស្ម័ន(ឬលើ)និងកម្តៅស្រូប ដោយឧស្ម័នក្នុងអំឡុងពេលពង្រីក (ឬបញ្ចេញ)មានេះ។

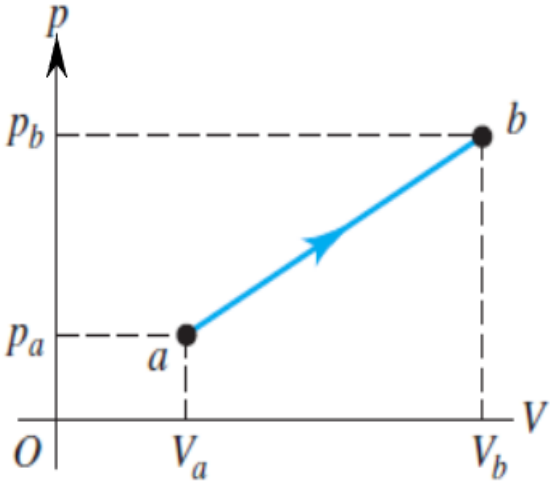


25. បរិមាណខ្យល់នៅត្រង់តំបន់មួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពពីចំណុច a ទៅចំណុច b តាមគន្លងដែលជាបន្ទាត់ត្រង់នៅក្នុងក្រាប $P-V$ នៃរូបភាពខាងក្រោម ។

ក .នៅក្នុងដំណើរការនេះ តើសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នកើនឡើង ឬថយចុះ ឬនៅដដែល? ពន្យល់។

ខ .ប្រសិនបើ $V_b = 0.70\text{m}^3, V_a = 0.11\text{m}^3, P_a = 1.0\times10^5\text{Pa}$ និង $P_b = 1.40\times10^5\text{Pa}$ ចូរគណនាកម្មន្ត បានធ្វើដោយឧស្ម័ននៅក្នុងដំ_

ណើរការនេះ? សន្មតថាឧស្ម័នអាចត្រូវបានចាត់ទុកជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។

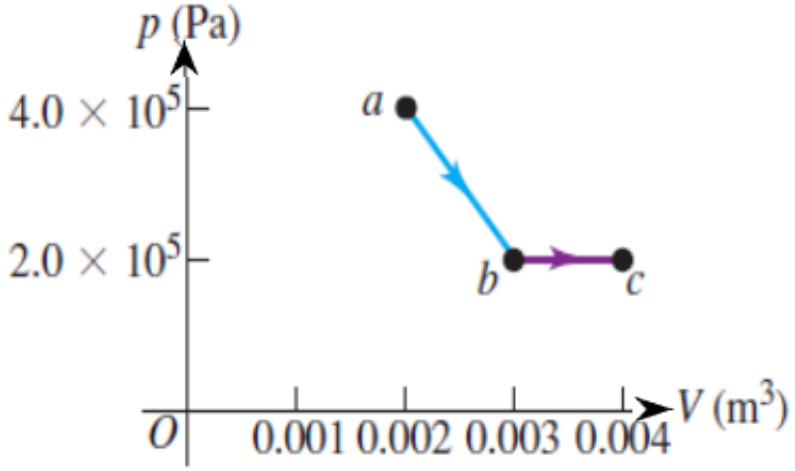


26. 1.5mol នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានយករងនូវបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចពីភាពដើមទៅភាពស្រេច $(a\to b\to c)$ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោម។ ។

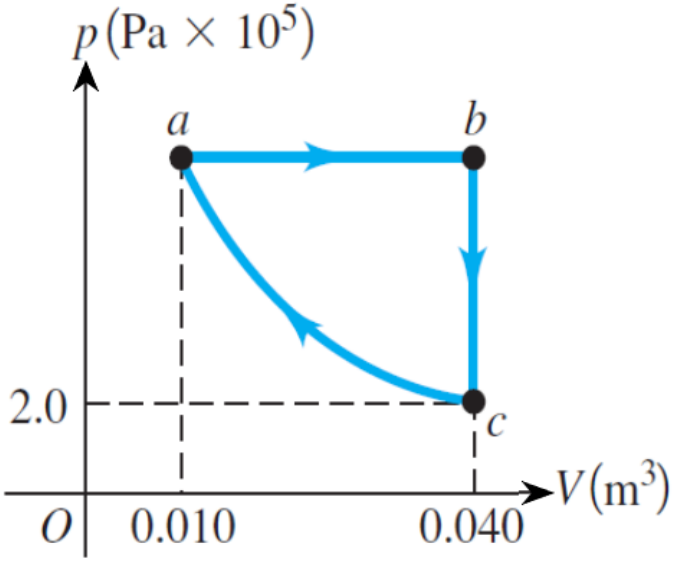
ក. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័ន។

ខ .គណនាកម្មន្តសរុបដែលបានធ្វើនៅលើ ឧស្ម័ន (ឬដោយ)។

គ. តើថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញពីប្រព័ន្ធ ឬស្រូបដោយប្រព័ន្ធអំឡុងពេលដំណើរការនេះ? និងមានតម្លៃ ប៉ុន្មាន? ចូរពន្យល់។



27. 3.5mol នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធអេល្យូមត្រូវបានយកឆ្លងកាត់វដ្តបិទមួយនៃខែម៉ូឌីណាមិចពីភាពដើមទៅភាពស្រេច $(a \to b \to c \to a)$ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោម។ គន្លង ca ឧស្ម័នផ្លាស់ប្តូរភាពតាមលំនាំអ៊ីសូថែម។



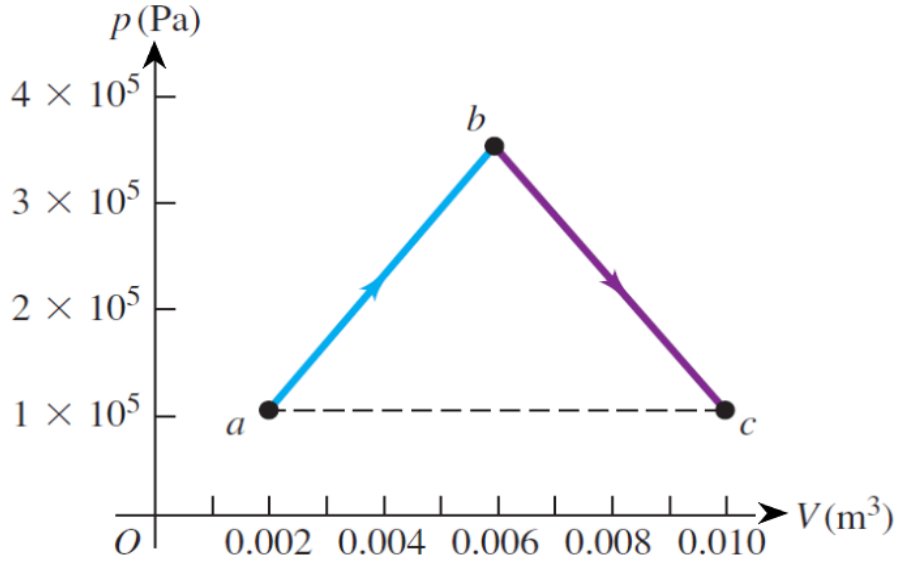
ក. រកសម្ពាធរបស់អេល្យូមនៅត្រង់ចំណុច a ។

ខ .រកសីតុណ្ហភាពនៃអេល្យូមនៅចំនុច a b និង c ។

គ. គណនាកម្តៅស្រូប ឬបញ្ចេញដោយឧស្ម័នអេល្យូមក្នុងអំឡុងពេលដែលវាផ្លាស់ប្តូរភាពតាមគន្លង ab, bc ,និង ca។ នៅក្នុងគន្លងនីមួយៗ តើកម្តៅបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធ?

ឃ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងចំពោះការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃអេល្យូមពី a ទៅ b , ពី b ទៅ c និងពី c ទៅ a ? បញ្ជាក់ថាតើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងទាំងនេះកើនឡើងឬថយចុះ។

28. ក .មួយភាគបីម៉ូលនៃឧស្ម័នរបស់អេល្យូមត្រូវបានរងនូវបំលែងខែម៉ូឌីណាមិចតាមគន្លង abc (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម)។ សន្មតថាឧស្ម័នអាចត្រូវបានចាត់ទុកថាជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។ តើកម្តៅប៉ុន្មានត្រូវបានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយឧស្ម័ន?



ខ. ប្រសិនបើឧស្ម័នជំនួសគន្លងនៃការផ្លាស់ប្តូរភាពនៃឧស្ម័នពី a ទៅ c ជាបន្ទាត់ដែលស្របនឹងអ័ក្សដេកវិញរាងដូច)បន្ទាត់ដាច់ ។ ផ្តេកនៅក្នុងរូបភពខាងក្រោម(តើថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានស្រូប ឬបញ្ចេញដោយឧស្ម័ន?

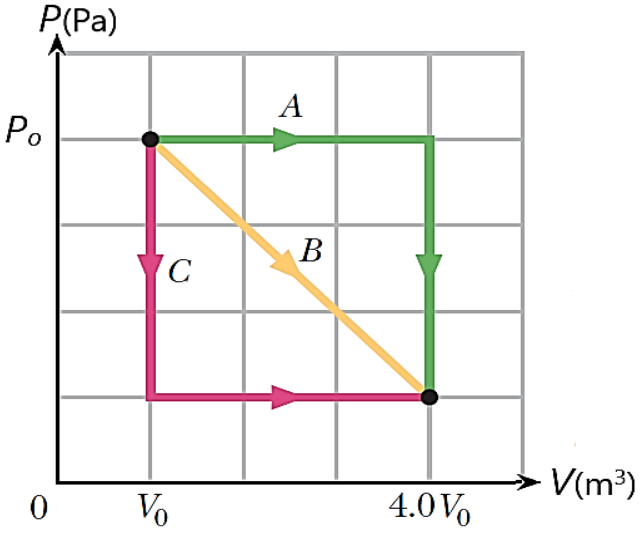
គ .តើថាមពលកម្តៅនៅចំណុច (ខ)និងចំណុច (ក)មានតម្លៃដូចគ្នាដែរឬទេ? ពន្យល់។

29. ក្នុងរូបភាពខាងក្រោមបង្ហាញពី ឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលពង្រីកពី V_0 ទៅ $4.0V_0$ ត្រូវនឹងសម្ពាធថយចុះពី P_o ទៅ $\frac{P_0}{4.0}$ ។ ប្រសិនបើ $V_0=1.0\text{m}^3$ និង $P_o=40\text{Pa}$ ។ ចូរគណនាកម្មន្តដែលត្រូវបានធ្វើដោយឧស្ម័ន ប្រសិនបើសម្ពាធរបស់វាផ្លាស់ប្តូរជាមួយនឹងមាឌតាម៖

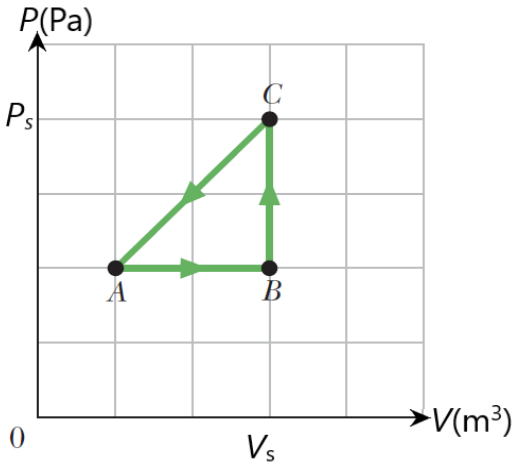
ក .គន្លង A

ខ .គន្លង B និង

គ គន្លង.C។



30. ប្រព័ន្ធខែម៉ូឌីណាមិចមួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពពីភាព A ទៅភាព B បន្តទៅភាព C និងត្រឡប់មកភាពA វិញ (ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប) ។ ចំពោះអ័ក្សឈរ ត្រូវបានតាងឲ្យអ័ក្សសម្ពាធ ដែលមានតម្លៃសម្ពាធ P_s=40Pa និងអ័ក្សដេកតាងឲ្យមាឌនៃឧស្ម័ន ដែលមាន $V_s = 4.0\text{m}^3$ ។



រូប(ក)

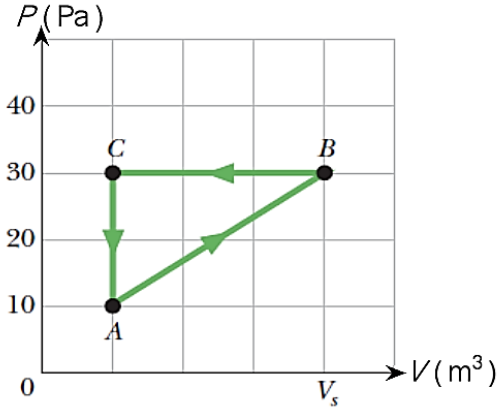
	Q	W	ΔU
$A \longrightarrow B$	(a)	(b)	+
$B \longrightarrow C$	+	(c)	(d)
$C \longrightarrow A$	(e)	(f)	(g)

រូប(ខ)

ក (a) (b) (c) (d) (e) (f) ចូរបំពេញជំនួសទីតាំងនៃ .និង(g) សញ្ញាបូក និងសញ្ញាដក ឬ សូន្យនៅក្នុងក្រឡានីមួយៗ។

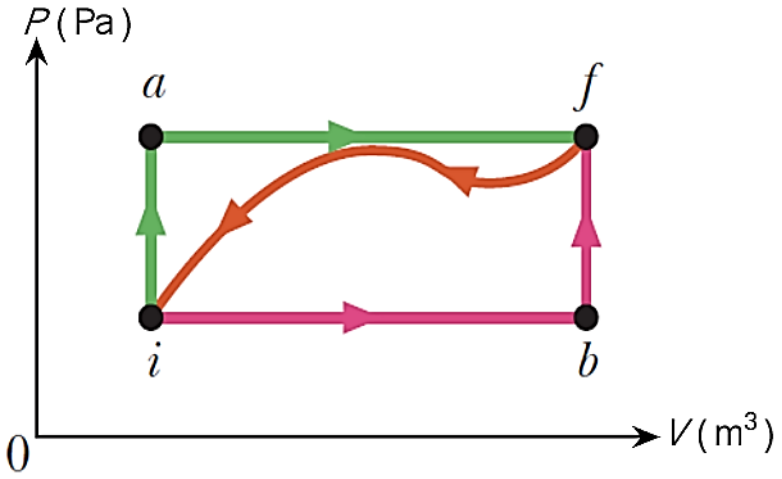
ខ .តើកម្មន្តសរុបដែលធ្វើដោយប្រព័ន្ធ នៅក្នុង១សុិច ABCA មានតម្លៃប៉ុន្មាន?

31. ឧស្ម័នមួយត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងបន្ទប់បិទជិត ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពក្នុង១សុិច ដូចបង្ហាញក្នុងដ្យាក្រាម p-Vនៃរូបភាពខាងក្រោម ។ អ័ក្សដេកត្រូវបានតាងឲ្យមាឌ ដែលមាន $V_s = 4.0\text{m}^3$ ។ គណនាថាមពលកម្តៅដែលបានបន្ថែមទៅប្រព័ន្ធក្នុង១សុិចពេញ។



32. ឧបមាថាកម្មន្តដែលបានធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធមួយ $200J$ និង $70.0cal$ នៃកម្តៅត្រូវបានផ្ទេរចេញពីប្រព័ន្ធ។ ប្រើច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិច ចូរកំណត់តម្លៃ៖ W (ក) (ខ) Q និង ΔU (គ)។

33. នៅពេលដែលប្រព័ន្ធមួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពពី i ទៅភាព f (ដូចរូបខាងក្រោម)។ តាមបណ្តោយនៃគន្លង iaf មាន $Q = 50cal$ និង $W = 20J$ ។ នៅតាមបណ្តោយនៃគន្លង ibf មាន $Q = 36cal$ ។



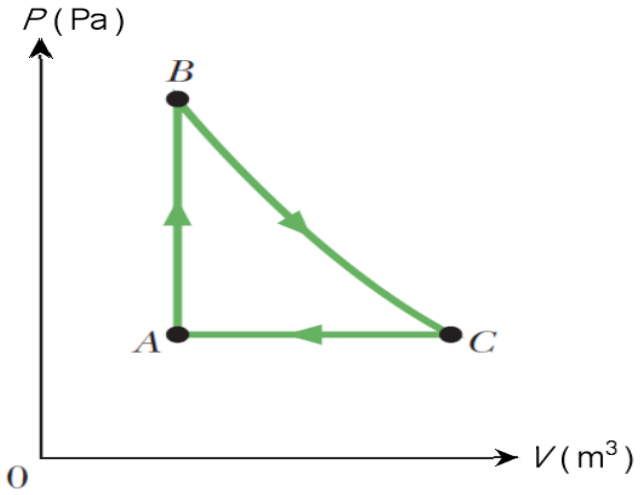
ក.គណនាកម្មន្ត តាមបណ្តោយនៃគន្លង ibf ។

ខ. ប្រសិនបើ $W = -13cal$ គឺជាកម្មន្តដែលប្រព័ន្ធបានរងដើម្បីត្រឡប់ពី f មក i វិញ(គន្លងកោង) ចូរគណនាតម្លៃ Q សម្រាប់គន្លងនេះ?

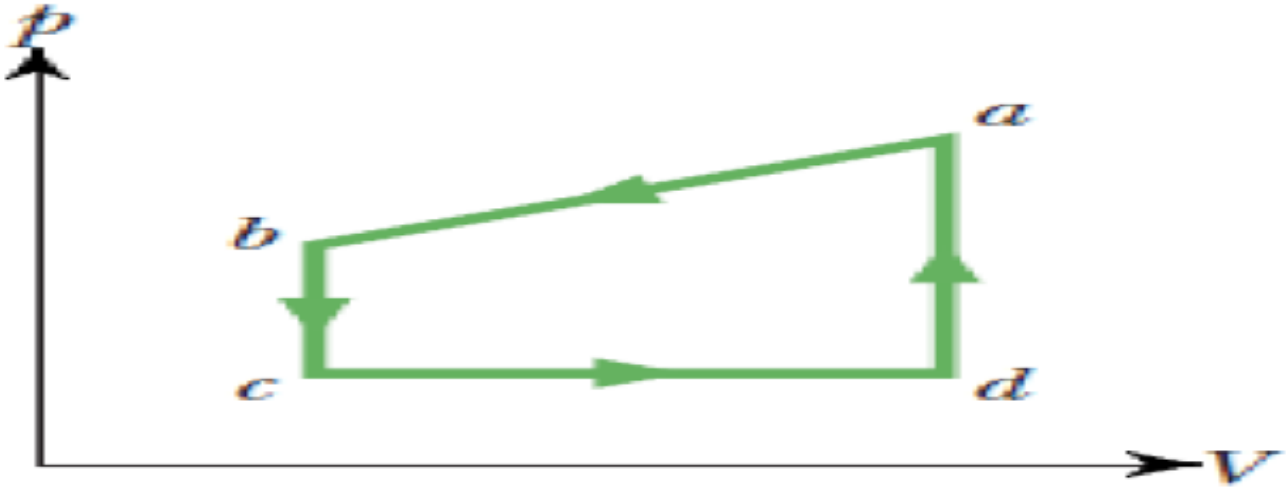
គ. ប្រសិនបើ $U_i = 10cal$ ចូរគណនា U_f ? ស

ឃ .ប្រសិនបើ $U_b = 22cal$ ចូរគណនា Q ចំពោះគន្លង ib និង bf ។

34. ឧស្ម័នត្រូវបានរក្សាទុកនៅក្នុងបន្ទប់បិទជិត និងបានរងនូវបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច ក្នុង១សុិច ដូចបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោម ។ គណនាថាមពលពលកម្តៅបានបញ្ចេញដោយប្រព័ន្ធក្នុងអំឡុងពេលសម្ពាធថេរនៃគន្លង CA ប្រសិនបើថាមពលកម្តៅកម្តៅក្នុងអំឡុងពេលលំនាំដែលមានមាឌថេរ(AB) គឺ $Q_{AB} = 20.0\ J$ និងគ្មានថាមពលកម្តៅនៃប្រព័ន្ធត្រូវបានផ្ទេរទេ អំឡុងពេលដំណើរការ BC ហើយកម្មន្តសរុបបានធ្វើដោយឧស្ម័នក្នុង១សុិចគឺ $15.0J$ ។



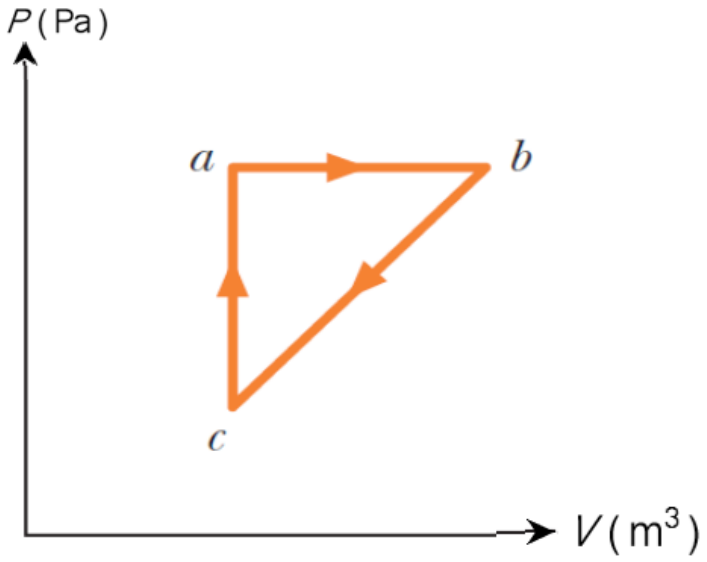
35. នៅក្នុងរូបភាពខាងក្រោមតាងឲ្យបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចក្នុងវដ្តបិទនៃឧស្ម័ន ដែលនៅក្នុងរូបមិនបានបង្ហាញតម្លៃនៃទិន្នន័យទេ។ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន នៅពេលវាផ្លាស់ប្តូរភាពពី a ទៅ c នៅតាមគន្លង abc គឺ $200\ J$ ។ នៅពេលដែលវាផ្លាស់ប្តូរភាពពី c ទៅ d ថាមពលកម្តៅផ្ទេរទៅឲ្យឧស្ម័នគឺ $180\ J$ ។ ម្យ៉ាងទៀតនៅពេលវាផ្លាស់ប្តូរភាពពី d ទៅ a ថាមពលកម្តៅដែលប្រព័ន្ធស្រូបគឺ $80\ J$ ។ តើកម្មន្តប៉ុន្មានដែលធ្វើទៅលើប្រព័ន្ធឧស្ម័ននៅពេលវាផ្លាស់ប្តូរភាពពី c ទៅ d ?



36. គំរូឧស្ម័នមួយត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរភាពតាមវដ្ត $abca$ ដូចបានបង្ហាញនៅក្នុងP- Vដ្យាក្រាមនៃរូបភាពខាងក្រោម ។ កម្មន្តសរុបដែលបានធ្វើគឺ $+1.2J$ ។ នៅក្នុងគន្លង ab បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង $+3.0J$ និងមានតម្លៃកម្មន្តដែលបានធ្វើគឺ $5.0J$ ។ នៅក្នុងគន្លង ca ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធឧស្ម័នគឺ $+2.5J$ ។ គណនាថាមពលកម្តៅដែលត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធឧស្ម័នចំពោះគន្លង៖

ក $_{ab}$. និង

ខ $_{bc}$. ។



មេរៀនទី៣ ម៉ាស៊ីន (Engine)

បន្ទាប់ពីសិក្សារួចមកអំពីច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច អំពីទំនាក់ទំនងនៃការស្រូប ឬបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ ដែលបង្កើតឲ្យប្រព័ន្ធមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង និងធ្វើ ឬទទួលកម្មន្តនៃប្រព័ន្ធ ។ នៅក្នុងមេរៀននេះ យើងនឹងសិក្សាអំពីការអនុវត្តនៃច្បាប់ទីមួយខែម៉ូឌីណាមិច គឺម៉ាស៊ីន ។ ម៉ាស៊ីន គឺពិតជាមានសារៈប្រយោជន៍ណាស់សម្រាប់ជាជីវភាពប្រចាំថ្ងៃ ដែលវាអាចជួយបង្កើតកម្មន្ត ជំនួយការប្រើប្រាស់កម្លាំងរបស់យើងទៅធ្វើកម្មន្តដោយផ្ទាល់ ។ កម្មន្តដែល ត្រូវបានបង្កើតដោយសារតែថាមពលកម្តៅនៅក្នុងស៊ីឡាំងរបស់ម៉ាស៊ីន ។ ជាដំបូងនៃមេរៀននេះប្អូននឹងសិក្សាទ្រឹស្តីនៃការបង្កើតម៉ាស៊ីនដំបូងគេ និងទិន្នផលដែលបង្កើតបាននៃម៉ាស៊ីនកាកណូរបស់លោក សាឌីកាកណូ ។ បន្ទាប់មកទៀត គឺផ្តោតទៅលើដំណើរការ និងទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅជំនាន់ក្រោយ គឺម៉ាស៊ីនប្រើឥន្ធនៈ(សាំង និងម៉ាស៊ូត) ។

I. លំនាំអាដ្យាបាទិច

លំនាំដែលប្រព័ន្ធមិនផ្លាស់ប្តូរកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅមានតម្លៃថេរ ត្រូវបានគេឲ្យឈ្មោះថា ជា លំនាំអាដ្យាបាទិច ។ ដែលជាញឹកញាប់គេតែងសង្កេតឃើញលំនាំនេះ កើតមានឡើងនៅក្នុងប្រព័ន្ធត្រម៉ោច (ប្រព័ន្ធដែលនៅដាច់តែឯង)។

យើងមាន: $Q = W + \Delta U$ ដោយ $Q = 0$

ដូច្នេះ $\boxed{W = -\Delta U}$ ។

II. ស៊ីឃកាកណូ



រូបទី១៖ លោកសាឌីកាកណូ

លោក សាឌីកាកណូ (1796 – 1832) ជារូបវិទូជនជាតិ បារាំង ផ្នែកមូលដ្ឋានគ្រឹះទែម៉ូឌីណាមិច ។ នៅឆ្នាំ 1824 លោកបានពណ៌នាពីទ្រឹស្តីនៃម៉ាស៊ីនកាកណូ ឬ ម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់ (ជាម៉ាស៊ីនដែលដំណើរការដោយប្រើកម្តៅដែលវាស្រូបកម្តៅពីប្រភពដែលក្តៅ បន្ទាប់មកបញ្ចេញកម្តៅទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ រួមជាមួយនិងកម្មន្ត) ដែលមានសារៈសំខាន់ចំពោះការអនុវត្តន៍ និង ទ្រឹស្តី ។

- ដើម្បីកំណត់ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនផ្សេងៗ គេត្រូវប្រៀបធៀបទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននោះទៅជាមួយនឹងទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ។

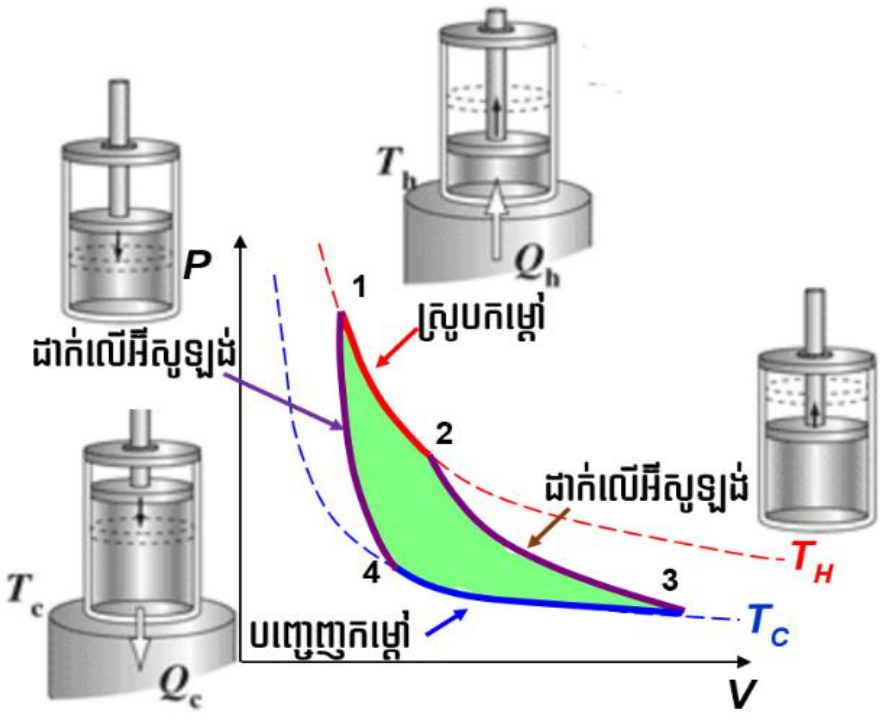
❖ ដំណើរការនៃស៊ិចកាកណូ:

ក. នៅក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានផ្ទុកឧស្ម័ន និងខណ្ឌដោយពីស្តុងអាចចល័តបាន។ គេយកស៊ីឡាំងនោះទៅដាក់នៅលើប្រភពកម្តៅ ។ ឧស្ម័នបានស្រូបយកថាមពលកម្តៅហើយរីកមាឌតាមលំនាំអ៊ីសូទែម និងតំហយសម្ពាធដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី២(គន្លង1ទៅ2) ។

ខ. បន្ទាប់មកគេយកស៊ីឡាំងនោះទៅបញ្ឈរលើទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់។ ឧស្ម័ននៅតែបន្តរីកមាឌ តាមលំនាំអាដ្យាបាទិច និងបន្តយសម្ពាធយ៉ាងទាប(គន្លង2 ទៅ 3)។

គ. គេយកស៊ីឡាំងនោះទៅដាក់នៅលើប្រភពត្រជាក់។ឧស្ម័នក៏ត្រូវបានបញ្ចេញកម្តៅពីស្តុងដែលធ្វើឲ្យពីស្តុងធ្លាស់ទីចុះក្រោម តាមលំនាំអ៊ីសូទែម (គន្លង3 ទៅ 4)។

ឃ. គេយកស៊ីឡាំងនោះទៅដាក់លើទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់។ ឧស្ម័នត្រូវបានបណ្តែនរហូត តាមលំនាំ អាដ្យាបាទិចរហូតដល់ភាពដើមវិញ (គន្លង 4ទៅ 1)។



រូបទី២: បង្ហាញពីដំណើរការស៊ិចកាកណូ

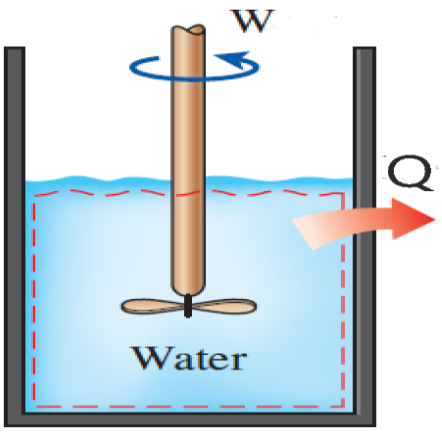
ក. ទ្រឹស្តីភាគល្អ

- ចំពោះម៉ូទ័រប្រើកម្តៅដែលទាក់ទងទៅនឹងប្រភពកម្តៅ និងប្រភពត្រជាក់ នោះទិន្នផលមានតម្លៃអតិបរមា កាលណាភ្នាក់ងារកម្តៅវិវត្តតាមវដ្តស៊ីប ។
- ទិន្នផលមានតម្លៃអតិបរមា មិនអាស្រ័យនឹងប្រភេទនៃភ្នាក់ងារកម្តៅ និងរបៀបនៃវិវត្តនៃសិចវដ្តស៊ីប។
- ទិន្នផលអតិបរមាអាស្រ័យតែសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតនៃប្រភពក្តៅ និងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតនៃប្រភពត្រជាក់។

ខ. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ

យើងបានសិក្សារួចមកហើយនៅទំនាក់ទំនងរវាងកម្មន្ត និងថាមពលកម្តៅ នៃប្រព័ន្ធឧស្ម័ន នៅក្នុងច្បាប់ទី១ទែម៉ូឌីណាមិច។ ដែលជាទូទៅកម្មន្តអាចបំលែងទៅជាថាមពលផ្សេងៗបាន (ថាមពលស៊ីនេទិច ថាមពលប៉ូតង់ស្យែល ថាមពលកម្តៅ.....) ប៉ុន្តែថាមពលទាំងនោះមិនអាចបំលែងទៅជាកម្មន្តបានដោយផ្ទាល់បានទេ ។

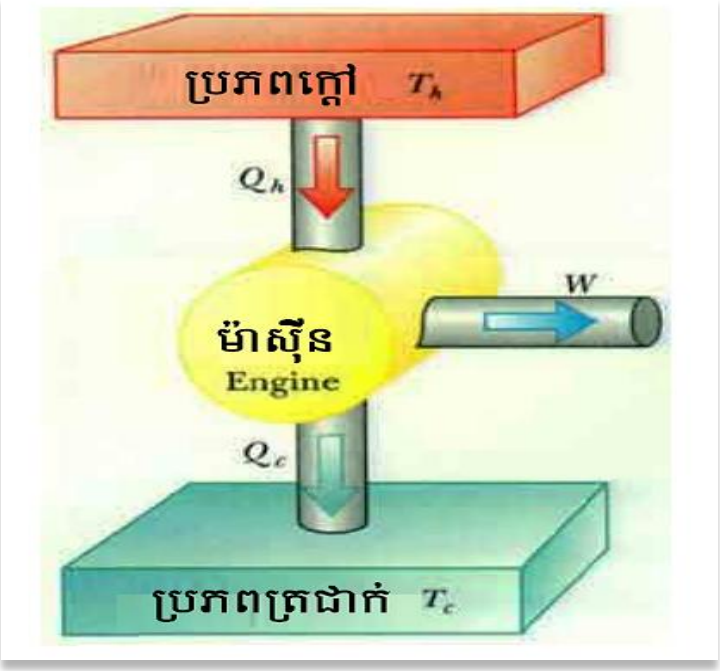
ឧទាហរណ៍: ប្រព័ន្ធមេកានិចដូចបង្ហាញនៅក្នុងរូបទី៣ ផ្តល់កម្មន្តទៅឲ្យប្រព័ន្ធដោយបង្វិលដងរបស់ស្លាបនោះ បន្ទាប់មកម៉ូលេគុលរបស់ទឹកបានកើនឡើងសីតុណ្ហភាព(បង្កើនថាមពលក្នុង) បន្ទាប់មកទឹកនោះបានបញ្ចេញកម្តៅទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ។ ប៉ុន្តែបើសិនជាគេផ្តល់កម្តៅទៅឲ្យទឹកនោះ ទឹកនោះមិនអាចបង្កើតបានជាកម្មន្តបានវិញទេ ។



រូបទី៣: ការបំលែងកម្មន្តទៅជាថាមពលកម្តៅដោយផ្ទាល់

ឆ្លងតាមការស្រាវជ្រាវរបស់អ្នកវិទ្យាសាស្ត្រ ដើម្បីបំលែងថាមពលកម្តៅ ទៅជាកម្មន្ត គេត្រូវប្រើប្រាស់ឧបករណ៍មួយដែលមានឈ្មោះថា **ម៉ាស៊ីនកម្តៅ**។ ដែលដ្យាក្រាមថាមពល តាងម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះត្រូវបានតាងដោយគំនូសដូចរូបទី៤ និងមានលក្ខណៈសម្គាល់ដូចជា៖

- ដំណើរការដោយ ទទួលថាមពលកម្តៅ (Q_h) ពីប្រភពកម្តៅ(ការដុតកម្តៅ) ដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ (T_h)។
- បំលែងថាមពលកម្តៅនេះទៅជាកម្មន្ត (W) ។
- បញ្ចេញថាមពលកម្តៅ (Q_c)ទៅប្រភពត្រជាក់(បរិយាកាសទឹកទន្លេ សមុទ្រ .....) ដែលការពារការកើនឡើងកម្តៅខ្លាំងពេកនៅពេលដំណើរការ ដែលនាំឲ្យមានការខូចខាត ។



រូបទី៣៖ ដ្យាក្រាមថាមពលម៉ាស៊ីនកម្តៅ

ម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះបានបង្កើតកម្មន្ត (W) ដោយទទួលថាមពលកម្តៅ(Q_h) ពីប្រភពកម្តៅ និងមានការខាតបង់ថាមពលកម្តៅ (Q_c) ។ នោះយើងបានទិន្នផល(e) នៃម៉ាស៊ីននេះត្រូវបានតាងដោយផលធៀបរវាងកម្មន្ត (W) និងថាមពលកម្តៅ(Q_h) នៃប្រភពដែលផ្តល់ឲ្យម៉ាស៊ីន។

គេបាន: $\boxed{e=\frac{W}{Q_h}}$ (១)

ដោយ : $Q_h=W+Q_c \Rightarrow W=Q_h-Q_c$ យកជំនួសក្នុងសមីការ(១)

យើងបាន: $\boxed{e=\frac{Q_h-Q_c}{Q_h}=1-\frac{Q_c}{Q_h}}$ (២)

យោងតាមការសំណើររបស់លោក កែលវិន $(Lord\ Kalvin)$ ចំពោះប្រភពនៃកម្តៅ និងអនុគមន៍នៃសីតុណ្ហភាពនៃប្រភពក្តៅ និងប្រភពត្រជាក់ នោះសីតុណ្ហភាពដាច់ខាតទែម៉ូឌីណាមិច

(Thermodynamic Temperature scale) គឺ $\boxed{\frac{Q_h}{Qc}=\frac{T_h}{T_c}}$ (៣)

តាមសមីការ(២) ៖ $\boxed{e=1-\frac{T_c}{T_h}}$ (៤)

ដូចនេះ ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅគឺ $\boxed{e=\frac{W}{Q_h}}$ ឬ $\boxed{e=1-\frac{Q_c}{Q_h}}$ ឬ$\boxed{e=1-\frac{T_c}{T_h}}$ ។

- e: ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ $(\%)$
- W : កម្មន្តនៃម៉ាស៊ីន (J)
- Q_h : ថាមពលកម្តៅប្រភពក្តៅ (J)
- Q_h : ថាមពលកម្តៅប្រភពត្រជាក់ (J)
- $T_h=273+t_h$: សីតុណ្ហភាពប្រភពក្តៅ(K)
- $T_c=273+t_c$: សីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់(K)

ឧទាហរណ៍ទី១ នៅក្នុងអំឡុងពេលម៉ាស៊ីនមួយបានដំណើរអស់រយៈពេលមួយវដ្ត វាបានស្រូបថាមពលកម្តៅពីប្រភពក្តៅ $2.00\times10^3 J$ និងបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ $1.50\times10^3 J$ ទៅប្រភពត្រជាក់ ។

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះ ។

ខ. តើម៉ាស៊ីនេះមានលទ្ធភាពអាចផលិតកម្មន្តបានប៉ុន្មាន?

គ. គណនាអានុភាពមធ្យមដែលម៉ាស៊ីនផលិតបានចំនួនបួនវដ្ត បើដំណើរការមួយវដ្តចំណាយពេល 2.50s ។

ចម្លើយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

  យើងត្រូវចងចាំនៅក្នុងចិត្តថា ម៉ាស៊ីនកម្តៅគឺជាម៉ាស៊ីនមួយដែលដំណើរការនៅចន្លោះប្រភពកម្តៅ និងប្រភពត្រជាក់ ដោយស្រូបយកថាមពលកម្តៅពីប្រភពក្តៅសម្រាប់ដំណើរការ និងបញ្ចេញថាមពលកម្តៅមួយចំនួនទៅប្រភពត្រជាក់ ដើម្បីផលិតបាននូវកម្មន្ត ។ ម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះមានទិន្នផលដែលត្រូវបានកំណត់ដោយផលធៀបកម្មន្តដែលវាបង្កើតបាន ជាមួយនឹងថាមពលកម្តៅដែលវាស្រូបពីប្រភពកម្តៅ ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

  ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះយើងត្រូវប្រើរូបមន្តមួយចំនួនដូចជា៖

  - ទំនាក់ថាមពលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ: $Q_h = W + Q_c$
  - ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ: $e = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Qh}$
  - អានុភាពមធ្យម: $P_{av} = \frac{W}{t}$

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $e = 1 - \frac{Q_h}{Q_c}$

ដោយ: $Q_C = 1.50 \times 10^3 \text{J}$

: $Q_h = 2.00 \times 10^3 \text{J}$

យើងបាន: $e = 1 - \frac{1.50 \times 10^3 \text{J}}{2.00 \times 10^3 \text{J}}$

$= 0.25$

$= 25.0\%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ គឺ $e = 25\%$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $Q_h = W + Q_C$

នាំឲ្យ : $W = Q_h - Q_C$

ដោយ : $Q_C = 1.50\times10^3\,\text{J}$

: $Q_h = 2.00\times10^3\,\text{J}$

យើងបាន: $W = 2.00\times10^3\,\text{J} - 1.50\times10^3\,\text{J}$

$= 5.00\times10^2\,\text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ គឺ $W = 5.00\times10^2\,\text{J}$ ។

គ. គណនាអានុភាពមធ្យមដែលម៉ាស៊ីនផលិតបានចំនួនបួនវដ្ត

តាមរូបមន្ត : $P_{av} = \dfrac{W}{t}$

ដោយ: $W = 5.00\times10^2\,\text{J}$ និង : $t = 2.50\text{s}$

យើងបាន: $P_{av} = \left(\dfrac{5.00\times10^2\,\text{J}}{2.50\text{s}}\right)\times 4\,\text{វដ្ត} = 8.00\times10^2\,\text{W}$

ដូចនេះ អានុភាពមធ្យមដែលម៉ាស៊ីនផលិតបាន គឺ $P_{av} = 8.00\times10^2\,\text{W}$ ។

- ***ដំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការគណនារួចមក ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះមានតម្លៃ 25% ដែលជាចម្លើយអាចទទួលយកបាន ព្រោះកម្តៅដែលស្រូបសម្រាប់ដំណើរការម៉ាស៊ីនត្រូវបានបញ្ចេញចោលទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ ហើយផលិតបានថាមពលបានការរបស់វាដែលត្រូវតាងដោយកម្មន្ត។ ដូចនេះ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា នៅក្នុងដំណើរការនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅក្នុងមួយវដ្ត វាមិនអាចផលិតថាមពល

ធំជាង ថាមពលដែលវាបានប្រើប្រាស់បានទេ ពីព្រោះថាមពលមួយចំនួនត្រូវបានខាតបង់នៅក្នុងអំឡុងពេលនោះ ។

III. ម៉ាស៊ីនសាំង

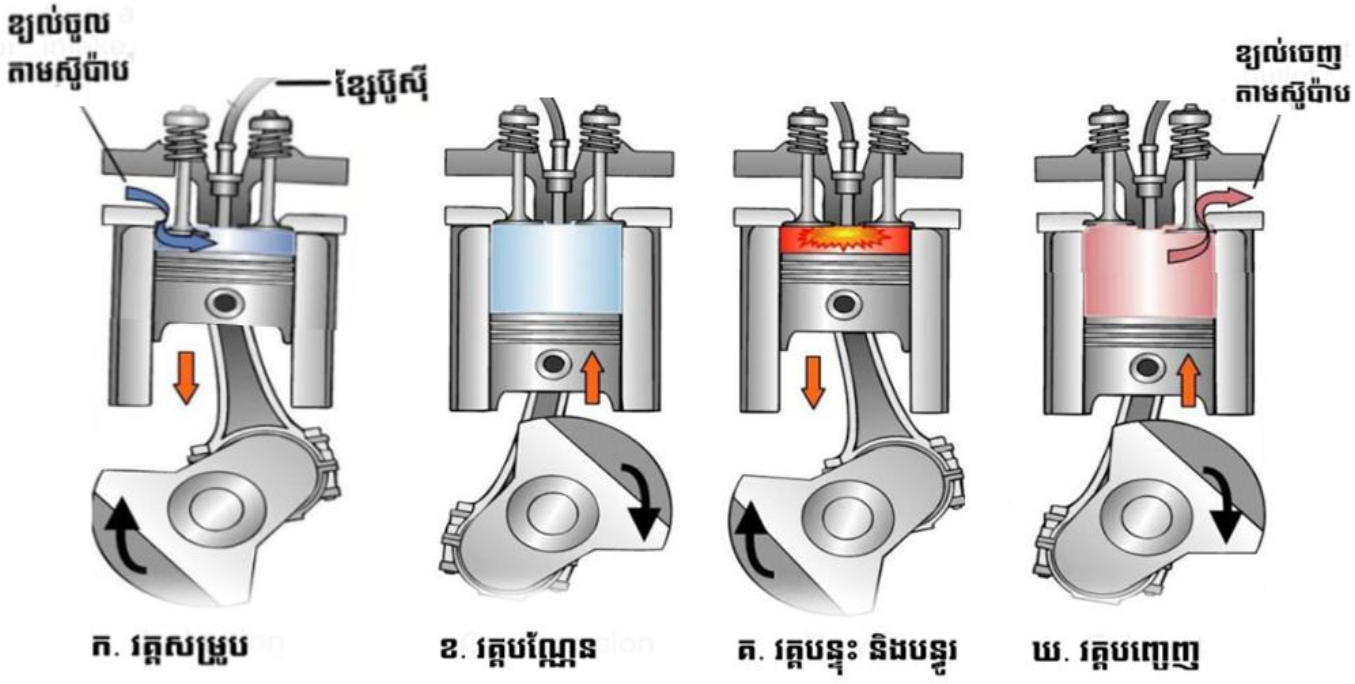
- ម៉ូទ័រកម្តៅ គឺជាឧបករណ៍ដែលប្រើប្រាស់សម្រាប់បម្លែងថាមពលកម្តៅទៅជាកម្មន្ត។

យើងបានដឹងហើយថាចំហេះនៅក្នុងម៉ាស៊ីនអាចប្រព្រឹត្តទៅបានលុះត្រាតែ មានល្បាយនៃឥន្ធនៈខ្យល់ ប៉ុន្តែចំហេះត្រូវបានចែកចេញជាពីរប្រភេទគឺ

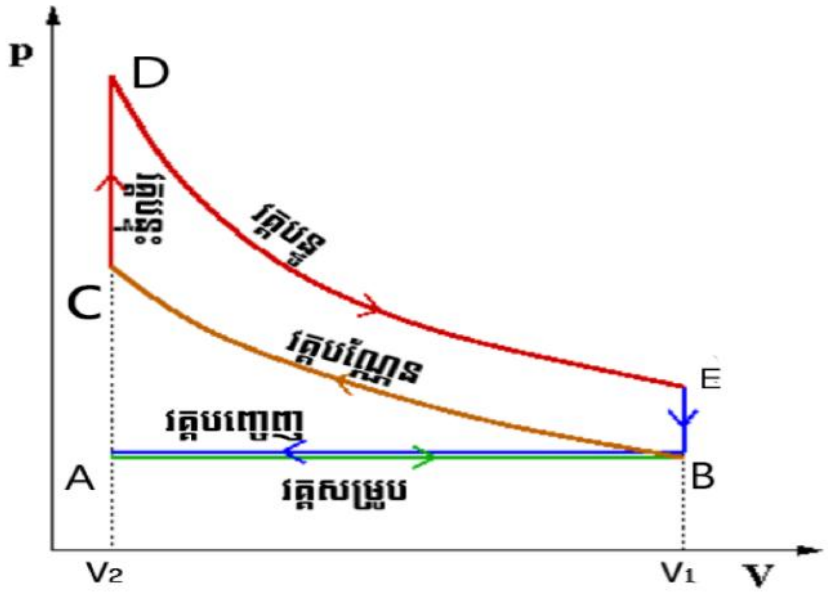
- **ម៉ូទ័រចំហេះក្នុង** : ចំហេះកើតមាននៅខាងក្រៅកន្លែងនៃការបំលែងកម្តៅទៅជាកម្មន្ត ។
- **ម៉ូទ័រចំហេះក្នុង** : ចំហេះកើតមាននៅខាងក្នុងកន្លែងនៃការបំលែងកម្តៅទៅជាកម្មន្ត ។

១. ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ៤វគ្គៈ

វគ្គទាំងបួននៃម៉ូទ័រនៃម៉ាស៊ីនបន្ទុះ៤វគ្គ មានដូចខាងក្រោម ៖



រូបទី៤៖ ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ៤វគ្គ



រូបទី៥៖ ដ្យាក្រាមនៃម៉ាស៊ីននៃម៉ូទ័របន្ទុះ៤

i. **វគ្គសម្រួប៖**ស៊ូប៉ាបចំហ ហើយពីស្តុងធ្លាក់ចុះក្រោម ពេលនោះល្បាយឥន្ធនៈនិងខ្យល់ នៅក្នុងកាប៊ុយទ័រ(បេន) បានបញ្ចូលទៅក្នុងស៊ីឡាំង នាំមាឌរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំងកើនឡើងដូចបង្ហាញនៅលើខ្សែកោង AB ដូចដ្យាក្រាមបង្ហាញនៅក្នុងរូបទី៥។

ii. **វគ្គបណ្តែន៖**ស៊ូប៉ាបត្រូវបានបិទ រីឯពីស្តុងធ្លាស់ទីឡើងលើ ដែលធ្វើឲ្យមាឌនៃលំហានៃឧស្ម័នថយចុះមកដល់កន្លែងដើម(ខ្សែកោង BC) នៅពេលដែលពីស្តុងធ្លាស់ទីឡើងលើ ធ្វើឲ្យរង្វិលនៃភ្លៅម៉ូទ័រវិលបានកន្លះជុំ(ពីក្រោមមកលើ)។

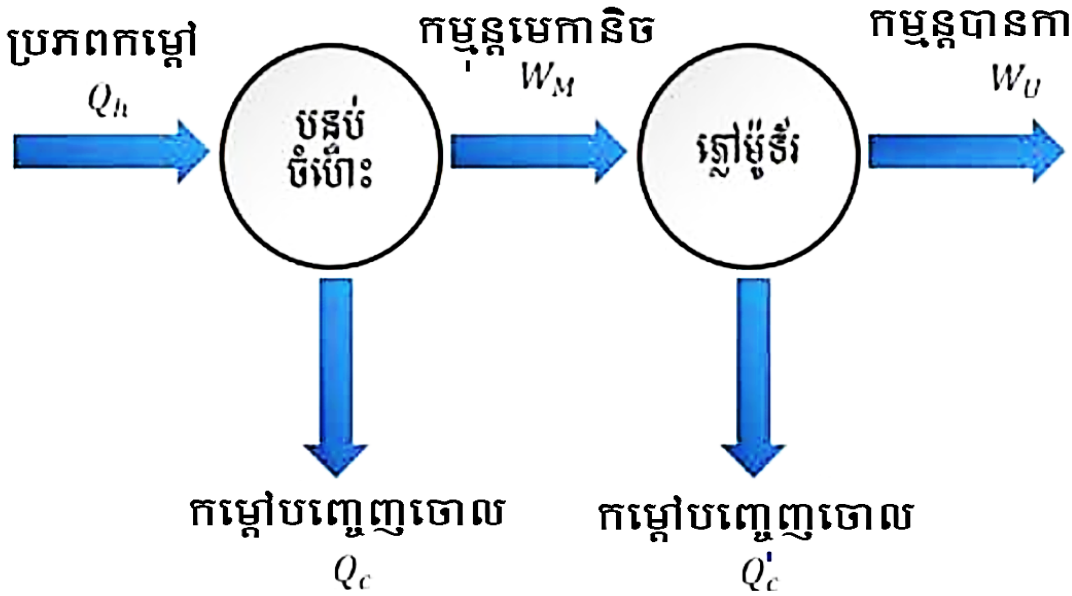
iii. **វគ្គបន្ទុះ និងបន្ទរ៖** ប៊ូស៊ីត្រូវបានបញ្ចេញផ្កាភ្លើង ហើយបានធ្វើអោយល្បាយនៃឥន្ធនៈឆេះ ហើយសីតុណ្ហភាពកើនឡើងយ៉ាងឆាប់រហ័ស(ប្រហែល $2000^0 C$) ដែលបណ្តាលអោយសម្ពាធនៅក្នុងនោះកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំង(ប្រហែល $25\times10^5 atm$) ដូចបង្ហាញនៅក្នុងខ្សែកោង CD) ។ បន្ទាប់មកទៀតឧស្ម័ននៅក្នុងបន្ទប់ នោះត្រូវបានរុញច្រានពីស្តុងចុះក្រោមវិញ នៅចុងនៃវគ្គនេះមានសម្ពាធប្រហែល 2 ទៅ $3\times10^5 atm$ និង សីតុណ្ហភាពប្រហែល $800^0 C$ ។ នៅក្នុងវគ្គនេះ ភ្លៅម៉ូទ័រវិលចុះទៅក្រោមវិញបានកន្លះជុំបន្ថែមទៀត (ខ្សែកោង DE) ។

iv. **វគ្គបញ្ចេញ:** នៅក្នុងវគ្គនេះស៊ីឡាំងម្ខាងទៀត(ខាងស្តាំ) ត្រូវបានបើកចំហ និងធ្វើឲ្យពីស្តុងដែលបានរំលឆ្លាក់ចុះក្រោមនោះ រំលមកលើវិញបានកន្លះជុំបន្ថែមទៀត រីឯឧស្ម័ននៅក្នុងនោះបានបញ្ចេញទៅក្នុងបរិយាកាស (ខ្សែកោងEDA) ។

➢ នៅក្នុងវគ្គទាំង៤ **វគ្គទី៣បានបង្កើតកម្មន្តមេកានិច** ដែលកើតឡើងដោយចំហេះ បានបម្លែងទៅជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃបម្លាស់ទីរបស់ពីស្តុង ហើយបានបញ្ជូនទៅអោយភ្លៅម៉ូទ័រ ក្នុងទម្រង់ជាថាមពលស៊ីនេទិចនៃរង្វិល។

២. ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ

នៅពេលម៉ាស៊ីនដំណើរការ ចំហេះល្បាយឧស្ម័ននិងសាំង ផ្តល់កម្តៅហើយបានបំលែងទៅជាកម្មន្តមេកានិច និងថាមពលកម្តៅបញ្ចេញទៅបរិយាកាស ឬប្រភពត្រជាក់។ បន្ទាប់មកទៀតកម្មន្តមេកានិចនោះបានបំលែងទៅជាកម្មន្តបានការតាមរយៈភ្លៅម៉ូទ័រ ព្រមទាំងខាតបង់ថាមពលដោយការកកិតម្តងទៀត (ដូចរូបទី៦) ។



រូបទី៦: ខ្សែថាមពលនៃម៉ូទ័រចំហេះក្នុង

– ថាមពលកម្តៅធុងក្តៅ : $\boxed{Q_h = W_m + Q_c}$ **(៥)**

–ទិន្នផលកម្តៅ ឬទិន្នផលរបស់ម៉ូទ័រ : $\boxed{e_c = \frac{W_m}{Q_h}}$ **(៦)**

–កម្មន្តមេកានិច : $\boxed{W_m = Q_c' + W_u}$ **(៧)**

– ទិន្នផលមេកានិច ឬទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន : $\boxed{e_m = \frac{W_u}{W_m}}$ **(៨)**

– ទិន្នផលបានការ ឬទិន្នផលសរុប : $\boxed{e = e_c \times e_m = \frac{W_u}{Q_h}}$ **(៩)**

➢ **<u>ចំណាំ:</u>** *ចំពោះទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនសាំង ឬម៉ាស៊ូតមិនអាចប្រើរូបមន្ត* $\frac{Q_c}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$ *ឬ* $e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

បានទេព្រោះ វាមានកំហុតបង់ខ្ពស់ ។

ឧទាហរណ៍ទី២ ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូតមួយក្នុងចំណោមម៉ាស៊ីនកម្តៅដែលមានប្រសិទ្ធភាពបំផុតដែលប្រតិបត្តិការដោយស្រូបថាមពលកម្តៅ 10×10^5J និងបញ្ចេញថាមពលទៅបរិយាកាស 3×10^5J ។

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅអតិបរមារបស់ម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. ប្រសិនបើម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផបានការ 30% ចូរគណនាទិន្នផលមេកានិចនៃម៉ាស៊ីន ។

ចម្លើយ

➢ ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

នៅក្នុងប្រតិបត្តការនៃម៉ាស៊ីម៉ាស៊ូត ត្រូវបានដំណើរការតាមពីរដំណាក់កាល គឺដំណាក់កាលទី ១ វាផលិតទិន្នផលកម្តៅ e_c និងដំណាក់កាលទី២ វាផលិតទិន្នផលមេកានិច e_m ដែលក្នុងដំណាក់កាលនីមួយៗ វាត្រូវបានខាតបង់ថាមពលជាបន្តបន្ទាប់ទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ ។ ដូចនេះ ទិន្នផលបានការត្រូវបានកំណត់ដោយ $e_u = e_c \times e_m$ ។

➢ ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះ យើងត្រូវប្រើរូបមន្តដូចខាងក្រោម:

– ទិន្នផលកម្តៅ: $e_c = \frac{W_m}{Q_h}$ និង

– ទិន្នផលបានការ: $e_u = e_c \times e_m$ ។

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. គណនាទិន្នផលម៉ាស៊ូតអតិបរមានៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$

ដោយ: $Q_c = 3\times10^5 \text{J}$

: $Q_h = 10\times10^5 \text{J}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{3\times10^5 \text{J}}{10\times10^5 \text{J}}$

$= 67.77\%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបានធ្វើគឺ $e_c = 67.77\%$ ។

ខ.គណនាទិន្នផលមេកានិច

តាមរូបមន្ត : $e_u = e_c \times e_m$

នាំឲ្យ : $e_m = \frac{e_u}{e_c}$

ដោយ : $e_u = 30\% = 0.30$

: $e_c = 67.77\% = 0.6777$

យើងបាន: $e_m = \frac{0.30}{0.6777}$

$= 0.44$

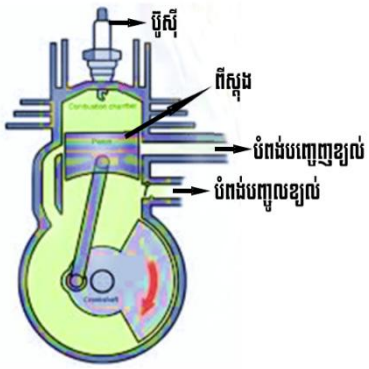
$= 44\%$

ដូចនេះ ទិន្នផលមេកានិច គឺ $e_m = 44\%$ ។

➢ ***ដំហានទី៤ ផ្ទៀងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមការគណនាយើងសង្កេតឃើញថា ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីម៉ាស៊ូតមានតម្លៃទាប ជាងទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ ព្រោះវាមានកំហាតថាមពលច្រើន (ខាតពីរដំណាក់កាល) ។

៣. ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ២ឥន្ធនៈ



រូបទី៧៖បង្ហាញពីដំណើរការនៃម៉ូទ័របន្ទុះពីរវគ្គ

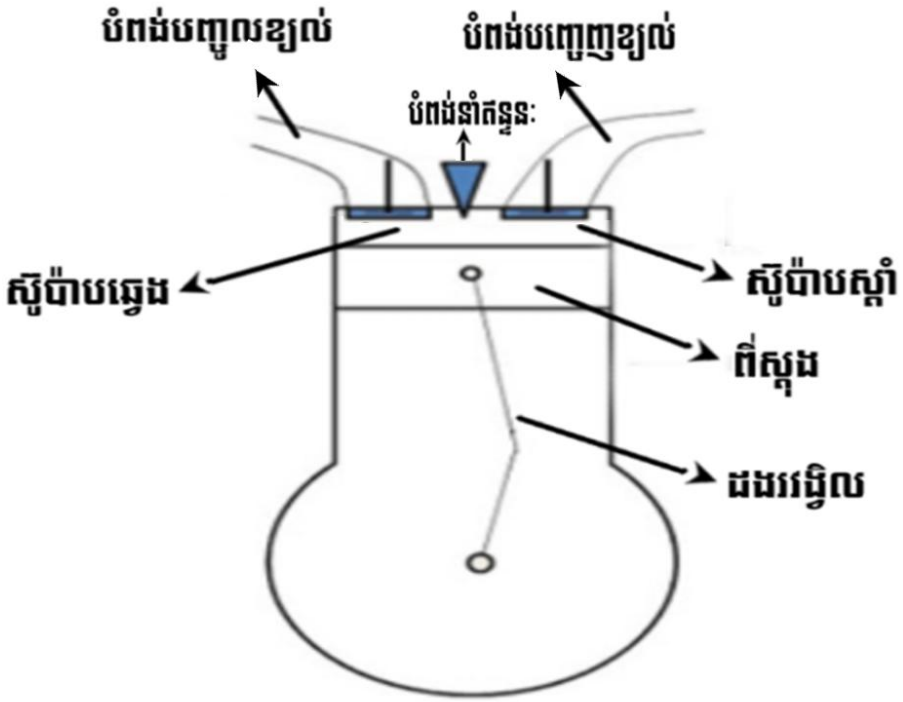
i. **<u>វគ្គបណ្ដែន និងបន្ទុះ:</u>** ពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើ ល្បាយ(សាំង និងខ្យល់) ត្រូវបានបណ្ដែនក្នុងបន្ទប់ចំហេះ និងស៊ូប៉ាប់បិទរន្ធបញ្ចេញ បន្ទាប់មកប៊ូស៊ីបញ្ចេញផ្កាភ្លើង ដែលធ្វើឲ្យកើតមានចំហេះ។

ii. **<u>វគ្គសម្រួប និងបញ្ចេញ:</u>** ពីស្តុងត្រូវបានផ្លាស់ទីចុះក្រោមយ៉ាងលឿន ដែលធ្វើឲ្យល្បាយ(សាំង និងខ្យល់) ស្រូបចូលម្តងទៀត បន្ទាប់មកពីស្តុងបិទរន្ធរបស់ឧស្ម័នចូល រីឯឧស្ម័ននៅក្នុងវគ្គទី១ ក៏បានផ្លាស់ទីចេញទៅបរិយាកាស ចំណែកឯឧស្ម័ន ដែលទើបនឹងស្រូបចូលនោះក៏បានបណ្ដែន និងបង្កើតបានជាចំហេះម្តងទៀតនៅពេលប៊ូស៊ីបញ្ចេញផ្កាភ្លើង ។

IV. ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត

ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូតមានទិន្នផល 39%នៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ ប៉ុន្តែម៉ាស៊ីនសាំងមានទិន្នផល30%នៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ ។

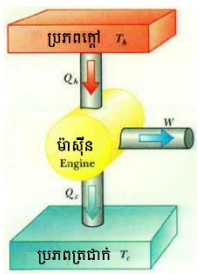
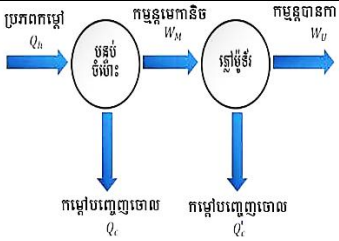
- ដំណើរការទាំងបួនរបស់ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត



រូបទី៨៖បង្ហាញពីដំណើរការនៃម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត

1. **វគ្គសម្រួប** : ស៊ូប៉ាបើកត្រូវបានស្រូបខ្យល់ចូល ពីស្តុងផ្លាស់ទីចុះក្រោមហើយមាឌខ្យល់ក្នុងស៊ីឡាំង កើនក្រោមជាមួយនឹងការរក្សាសម្ពាធថេរនៅក្នុងស៊ីឡាំង ។
2. **វគ្គបណ្ដែន** : ពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើវិញ ស៊ូប៉ាបស្រូបខ្យល់ចូលត្រូវបានបិទ ។ នៅពេលនោះខ្យល់ត្រូវបានបណ្ដែនក្នុងស៊ីឡាំងសម្ពាធត្រូវបានកើនឡើងទៅដល់ 40 atm និងសីតុណ្ហភាព 600 °C ។
3. **វគ្គបន្ទុះ និងបន្ធូរ** : នៅទីបញ្ចប់នៃវគ្គបណ្ដែន ពីស្តុងផ្លាស់ទីមកដល់ចំណុចដើម ខ្យល់ត្រូវបានបណ្ដែនយ៉ាងខ្លាំង និងមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់នៅពេលនោះ ប្រេងម៉ាស៊ូតក៏ត្រូវបានបាញ់ចូលទៅក្នុងស៊ីឡាំង ។
4. **វគ្គបញ្ចេញ** : នៅចុងវគ្គទី៣ ស៊ូប៉ាបញ្ចេញ និងស៊ូប៉ាបស្រូបត្រូវបានបិទ។ មាឌរបស់ឧស្ម័ននៅក្នុងស៊ីឡាំងត្រូវបានថយចុះ ដែលពេលនោះស៊ូប៉ាប់ស្តាំចំហ ហើយឧស្ម័នក៏ត្រូវបញ្ចេញមកបរិយាកាស។

ការប្រៀបធៀបលក្ខណៈម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់(ម៉ាស៊ីនទ្រីស្តឺ) និងម៉ាស៊ីនពិត(ម៉ាស៊ីនសាំង ឬម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត)

	ម៉ាស៊ីនទ្រីស្តឺ	ម៉ាស៊ីនពិត
ដ្យាក្រាមថាមពល		
ដំណើរការ	បង្កើតទិន្នផលអតិបរមាអាស្រ័យនៃ សីតុណ្ហភាពប្រភពក្តៅ និងប្រភពត្រជាក់។	ទិន្នផលត្រូវបានបង្កើតនៅវគ្គទី៣ (វគ្គបន្ទុះ និងបន្ទរ ។
កម្មន្តមេកានិច	$W = Q_h - Q_c$	$W_m = Q_h - Q_c$
កម្មន្តបានការ		$W_u = W_m - Q_c'$
ទំនាក់ទំនងរវាងសីតុណ្ហភាព និងកម្តៅ	$\frac{Q_c}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$	$\frac{Q_c}{Q_h} \neq \frac{T_c}{T_h}$
ទិន្នផលកម្តៅ	$e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$	$e_c = \frac{W_m}{Q_h}$
ទិន្នផលមេកានិច		$e_m = \frac{W_u}{W_m}$
ទិន្នផលបានការ	$e = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$	$e_u = \frac{W}{Q_h} = e_c \times e_m$

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. ម៉ាស៊ីនកម្តៅដំណើរការរវាងអាងស្តុកទឹកនៅសីតុណ្ហភាព $25.0\ ^{o}C$ និងមួយនៅ $375\ ^{o}C$ ។ គណនាទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះអាចធ្វើទៅបាន។

ដំណោះស្រាយ

គណនាទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 25 + 273 = 298\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 375 + 273 = 648\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{298}{648} = 0.54$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះគឺ $e_c = 0.54$ ។

2. ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយក្នុងចំណោមម៉ាស៊ីនកម្តៅដែលមានប្រសិទ្ធភាពបំផុតដែលប្រតិបត្តិការចន្លោះសីតុណ្ហភាព $180\ ^{o}C$ និង $430\ ^{o}C$ ។

ក. គណនាទិន្នផលអតិបរមារបស់ម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. ប្រសិនបើម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលបានការ 30% ។ គណនាកម្មន្តមេកានិចនៅពេលដែលថាមពលកម្តៅផ្តល់ឱ្យម៉ាស៊ីនមាន $1.40\times10^{5}\ \text{J}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលម៉ាស៊ូតអតិបរមានៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 180 + 273 = 453\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 430 + 273 = 713\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{453}{713} = 0.36 = 36\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបានធ្វើគឺ $e_c = 36\ \%$ ។

ខ.គណនាកម្មន្តមេកានិច

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $W = e_c \times Q_h$

ដោយ : $e_c = 30\ \% = 0.30$

: $Q_h = 1.40 \times 10^5\ \text{J}$

យើងបាន: $W = 0.30 \times 1.40 \times 10^5 = 0.42 \times 10^5\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តមេកានិច គឺ $W = 0.42 \times 10^5\ \text{J}$ ។

3. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយបានបញ្ចេញអានុភាពទៅបរិយាកាស 150 kW ក្នុងមួយវិនាទី ។ ម៉ាស៊ីននេះត្រូវបានដំណើរការរវាងអាងស្តុកទឹកពីរដែលមានសីតុណ្ហភាព $20.0\ ^\circ\text{C}$ និង $500\ ^\circ\text{C}$ ។

ក. គណនាថាមពលកម្តៅម៉ាស៊ីនដែលម៉ាស៊ីននេះស្រូប ក្នុងមួយម៉ោង?

ខ. តើថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញទៅអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពត្រជាក់មានតម្លៃប៉ុន្មាន ក្នុងមួយម៉ោង?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះ

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_h = Q_c \left(\frac{T_h}{T_c} \right)$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 20 + 273 = 293\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 500 + 273 = 773\ \text{K}$

: $Q_c = P_c \times t = 150 \times 10^3 \times 1 = 150 \times 10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_h = 150\times10^3\left(\frac{293}{773}\right) = 395.73\times10^3\ \text{J}$

នោះយើងបានបរិមាណកម្តៅស្រូបក្នុងមួយម៉ោងគឺ

$$Q_h\left(1h\right) = 395.73\times10^3\times3600 = 1424628\times10^3\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះក្នុងមួយម៉ោងគឺ

$Q_h\left(1h\right) = 1424628\times10^3\ \text{J}$ ។

ខ.គណនាថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញទៅអាងស្តុកទឹកត្រជាក់

– ថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញទៅអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពត្រជាក់ក្នុង១វិនាទីគឺ

$150\times10^3\ \text{J}$ (១)

– ថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញទៅអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពត្រជាក់ក្នុង១ម៉ោងគឺ $Q_c\left(1h\right)$

(២)

យក(១)ចែក(២)៖ $\frac{1\ \text{s}}{3600\ \text{s}} = \frac{150\times10^3}{Q_c\left(1h\right)}$, 1 h=3600 s

$$\text{នាំឲ្យ}: \quad Q_c\left(1\ \text{h}\right) = \frac{150\times10^3\ \text{J}\times3600\ \text{s}}{1\ \text{s}} = 540000\times10^3\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅត្រូវបញ្ចេញទៅអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពត្រជាក់ក្នុងរយៈពេល១

ម៉ោងគឺ $Q_c\left(1\ \text{h}\right) = 540000\times10^3\ \text{J}$ ។

4. គណនាទិន្នផលម៉ាស៊ូតទិន្នផលមេកានិច និងទិន្នផលបានការ ដែលម៉ាស៊ីនអាចធ្វើបាននៅពេលវាដំណើរការនៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព $23\ ^\circ\text{C}$ និង $127\ ^\circ\text{C}$ បានធ្វើកម្មន្តមេកានិច $1100\ \text{J}$ និង កម្មន្តបានការ $1000\ \text{J}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាទិន្នផលមេកានិចនៃម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូតនេះ

តាមរូបមន្ត : $e_m = \frac{W_u}{W_m}$

ដោយ : $W_m = 1100\ \text{J}$

: $W_u = 1000\ \text{J}$

យើងបាន: $e_m = \frac{1000}{1100} = 0.91$

ដូចនេះ ទិន្នផលមេកានិចនៃម៉ាស៊ីននេះគឺ $e_m = 0.91$ ។

គណនាទិន្នផលបានការ

តាមរូបមន្ត : $e = e_c \times e_m$ (១)

ដោយ : $e_m = 0.91$

រកតម្លៃ $e_c = ?$

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 23 + 273 = 300\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 127 + 273 = 400\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{300}{400} = 0.25$

យកជំនួសក្នុងសមីការ(១)

យើងបាន: $e_u = 0.25 \times 0.91 = 0.22$

ដូចនេះ ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 0.22$ ។

5. គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកាកណូ ដែលធ្វើឲ្យវាដំណើរការនៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព $23°\text{C}$ និង $22\ °\text{C}$ ព្រមទាំងបញ្ចេញបរិមាណកម្តៅទៅបរិយាកាស $1000\ \text{J}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាបរិមាណដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកាកណូ

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{Q_c \times T_h}{T_c}$

ដោយ: $Q_c = 1000\ \text{J}$

$:T_c = t_c + 273 = 22 + 273 = 295\ \text{K}$

$:T_h = t_h + 273 = 23 + 273 = 296\ \text{K}$

យើងបាន: $Q_h = \frac{1000 \times 296}{295} = 1000.39\ \text{J}$

ដូចនេះ បរិមាណដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកាកណូគឺ $Q_h = 1000.39\ \text{J}$ ។

6. តើមានកម្មន្តប៉ុន្មាន ដើម្បីអោយម៉ាស៊ីនកាកណូមួយបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ $1\ \text{J}$ ពីធុងនៃម៉ាស៊ីន ដែលដំណើរការចន្លោះធុងពីរគឺ នៅសីតុណ្ហភាព $4\ \text{K}$ និង នៅសីតុណ្ហភាព $(293\ \text{K})$។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកាកណូ

តាមរូបមន្ត : $W = Q_h - Q_c$

ដោយ : $Q_c = 1\ \text{J}$

- រកតម្លៃ $Q_h = ?$

  តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

  នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{Q_c \times T_h}{T_c}$

  ដោយ: $Q_c = 1\ \text{J}$

  $:T_c = 4\ \text{K}$

  $:T_h = 293\ \text{K}$

  យើងបាន: $Q_h = \frac{1 \times 293}{4} = 73.25\ \text{J}$

នោះ $W = 73.25 - 1 = 72.35\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកាកណូគឺ $W = 72.35\ \text{J}$ ។

7. ឆាងចក្រថាមពលដើរដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅដែលមានទិន្នផលកម្តៅ 32.0 % ក្នុងអំឡុងពេលរដូវក្តៅនៅពេលដែលទឹកសមុទ្រ ដែលត្រូវបានប្រើនៅធុងដែលធ្វើឲ្យម៉ាស៊ីនត្រជាក់មានសីតុណ្ហភាព 20 °C ។ ឆាងចក្រនេះប្រើប្រាស់ចំហាយទឹក 350 °C ដើម្បីធ្វើអោយម៉ាស៊ីននោះដំណើរការ។ ប្រសិនបើម៉ាស៊ីននេះបានបំពេញកម្មន្ត 30000J តើម៉ាស៊ីននេះត្រូវប្រើប្រាស់ប្រភពកម្តៅ និងប្រភពត្រជាក់មានតម្លៃប៉ុន្មាន ។

ដំណោះស្រាយ

- គណនាថាមពលកម្តៅប្រភពកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $e=\frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h=\frac{W}{e}$

ដោយ : $e=32.0\%=0.32$

: $W=30000\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_h=\frac{30000}{0.32}=93750\ \text{J}$

- គណនាថាមពលកម្តៅប្រភពត្រជាក់

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c}=\frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_c=\frac{Q_h\times T_c}{T_h}$

ដោយ: $Q_h=93750\ \text{J}$

: $T_c=t_c+273=273+20=293\ \text{K}$

: $T_h=t_h+273=273+350=623\ \text{K}$

យើងបាន: $Q_c=\frac{93750\times 293}{623}=44091\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលផ្តល់ដោយប្រភពក្តៅគឺ $Q_h=93750\ \text{J}$ និងបរិមាណដែលបញ្ចេញទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់គឺ $Q_c=44091\ \text{J}$ ។

8. ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយមានទិន្នផល $65.0\ \%$ នៅពេលដំណើរការរវាងធុងពីរ មានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា ។

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពធុងក្តៅ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពត្រជាក់មានសីតុណ្ហភាព $20\ ^{\circ}C$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់ នៅពេលដែលសីតុណ្ហភាពក្តៅមានសីតុណ្ហភាព $80\ ^{\circ}C$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពធុងក្តៅ

តាមរូបមន្ត : $e=1-\frac{T_c}{T_h}$

នាំឲ្យ : $e-1=-\frac{T_c}{T_h}$ ឬ $T_h=-\frac{T_c}{e-1}$

ដោយ : $T_c=273+t_c=273+20=293\text{K}$

: $e=65\%=0.65$

យើងបាន: $T_h=-\frac{293}{0.65-1}=837.14\text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពធុងក្តៅគឺ $T_h=837.14\text{K}$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់

តាមរូបមន្ត : $e=1-\frac{T_c}{T_h}$

នាំឲ្យ : $e-1=-\frac{T_c}{T_h}$ ឬ $T_c=-T_h(e-1)$

ដោយ : $T_h=t_h+273=80+273=353\ \text{K}$

: $e=65\%=0.65$

យើងបាន: $T_c=-353(0.65-1)=123.55\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់គឺ $T_c=123.55\ \text{K}$ ។

9. ម៉ាស៊ីនកម្តៅកាកណូមួយបានដំណើរការរវាងចន្លោះសីតុណ្ហភាព T_h និង T_c ។

ក. ប្រសិនបើ $T_h=\ 500\ \text{K}$ និង $T_c=\ 350\ \text{K}$ ។ គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. បើសិនជាកម្តៅដែលបញ្ចេញទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ $2000\ \text{J}$ គណនាកម្តៅដែលស្រូបពីប្រភពកម្តៅដោយម៉ាស៊ីន ។

គ. គណនាអានុភាពដែលបំពេញដោយម៉ាស៊ីននេះក្នុងរយៈពេល $20\,\text{min}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 350 + 273 = 623\ \text{K}$

: $T_h = 273 + t_h = 273 + 500 = 773\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{623}{773} = 0.20 = 20\%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបានធ្វើគឺ $e_c = 20\%$ ។

ខ. គណនាកម្តៅដែលស្រូបពីប្រភពកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_h = Q_c\left(\frac{T_h}{T_c}\right)$

ដោយ : $Q_c = 2000\ \text{J}$

: $T_c = t_c + 273 = 350 + 273 = 623\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 500 + 273 = 773\ \text{K}$

យើងបាន: $Q_h = 2000\left(\frac{773}{623}\right) = 2481.54\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្តៅដែលស្រូបពីប្រភពកម្តៅគឺ $Q_h = 2481.54\ \text{J}$ ។

គ. គណនាអានុភាពដែលបំពេញដោយម៉ាស៊ីននេះក្នុងរយៈពេល $20\,\text{min}$ ។

តាមរូបមន្ត : $P = \frac{W}{t}$

ដោយ : $t = 20\,\text{min} = 20 \times 60\ \text{s} = 120\ \text{s}$

រកតម្លៃ: $W = ?$

តាមរូបមន្ត : $W = Q_h - Q_c$

ដោយ: $Q_h = 2481.54\ \text{J}$

: $Q_c = 2000\ \text{J}$

យើងបាន: $W = 2481.54 - 2000 = 481.54\ \text{J}$

គេបាន: $P = \dfrac{481.54}{120} = 16.10\ \text{W}$

ដូចនេះ អានុភាពដែលម៉ាស៊ីននេះបានបំពេញគឺ $P = 16.10\ \text{W}$ ។

10. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយត្រូវបានដំណើរការនៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព $T_h = 850\ \text{K}$ និង $T_c = 300\ \text{K}$ ។ ម៉ាស៊ីននេះបានបំពេញកម្មន្ត $1200\ \text{J}$ ក្នុងវដ្តនីមួយៗ ដែលរយៈពេលមួយវដ្តគឺ $0.25\ \text{s}$ ។

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះ ។

ខ. គណនាអានុភាពមធ្យមនៃម៉ាស៊ីននេះ ។

គ. គណនាបរិមាណដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនពីប្រភពកម្តៅ ។

ឃ. គណនាបរិមាណដែលបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីនទៅប្រភពត្រជាក់ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \dfrac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = 300\ \text{K}$

: $T_h = 850\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \dfrac{300}{850}$

$= 0.65$

$= 65\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនកាកណូនេះគឺ $e_c = 65\ \%$ ។

ខ. គណនាអានុភាពមធ្យមនៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $P_{avg} = \frac{W}{t}$ (១)

ដោយ : $W = 1200\ \text{J}$

: $t = 0.25\ \text{s}$

យើងបាន: $P_{avg} = \frac{1200}{0.25} = 4800\ \text{W}$

ដូចនេះ អានុភាពមធ្យមនៃម៉ាស៊ីនកាកណូនេះគឺ $P_{avg} = 4800\ \text{W}$

គ. គណនាបរិមាណដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនពីប្រភពកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $e = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{W}{e}$

ដោយ : $e = 0.65$

: $W = 1200\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_h = \frac{1200}{0.65} = 1855\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលផ្តល់ដោយប្រភពក្តៅគឺ $Q_h = 1855\ \text{J}$ ។

ឃ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលផ្ទេរទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់:

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_c = \frac{Q_h \times T_c}{T_h}$

ដោយ : $Q_h = 1855\ \text{J}$

: $T_c = 300\ \text{K}$

: $T_h = 850\ \text{K}$

យើងបាន: $Q_c = \frac{1855 \times 300}{850}$

$= 655 \text{ J}$

ដូចនេះ បរិមាណដែលបញ្ចេញទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់គឺ $Q_c = 655 \text{ J}$ ។

11. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយត្រូវបានដំណើរការដោយ អាងស្តុកទឹកមានសីតុណ្ហភាពទាប $17\ ^{o}\text{C}$ និងមានទិន្នផល $40\ \%$ ។ តើសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់មានតម្លៃច្រើនជាមុនប៉ុន្មាន ដើម្បីបង្កើនប្រសិទ្ធភាពទៅដល់តម្លៃ $50\ \%$?

ដំណោះស្រាយ

គណនាសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់

- ចំពោះទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន $40\ \%$

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

នាំឲ្យ : $T_h = \frac{T_c}{1-e}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

: $e_c = 40\ \% = 0.40$

យើងបាន: $T_h = \frac{290}{1-0.40}$

$= 483 \text{ K}$

- ចំពោះទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន $50\ \%$

តាមរូបមន្ត : $e_c^{'} = 1 - \frac{T_c}{T_h^{'}}$

នាំឲ្យ : $T_h^{'} = \frac{T_c}{1-e_c^{'}}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 17 + 273 = 290 \text{ K}$

: $e_c^{'} = 50\ \% = 0.50$

យើងបាន: $T_h = \frac{290}{1-0.50}$

$= 580\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពដែលបង្កើតតាងដោយ : $T_h' - T_h = 580\ \text{K} - 483\ \text{K} = 97\ \text{K}$ ។

12. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយត្រូវបានទទួលយកកម្តៅ $52\ \text{kJ}$ និងបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ $36\ \text{kJ}$ ក្នុងវដ្ត នីមួយៗ។ គណនា៖

ក. ទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីន និង

ខ. កម្មន្តបានធ្វើក្នុងមួយវដ្តគិតជាគីឡូស៊ូល។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$

ដោយ : $Q_h = 52\ \text{kJ} = 52\times10^3\ \text{J}$

: $Q_h = 36\ \text{kJ} = 36\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{36\times10^3}{52\times10^3}$

$= 0.31$

$= 31\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីនគឺ $e_c = 31\ \%$

ខ. គណនាកម្មន្តបានធ្វើក្នុងមួយវដ្តគិតជាគីឡូស៊ូល

តាមរូបមន្ត : $W = Q_h - Q_c$

ដោយ : $Q_h = 52\ \text{kJ} = 52\times10^3\ \text{J}$

: $Q_h = 36\ \text{kJ} = 36\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $W = 52\ \text{kJ} - 36\ \text{kJ}$

$= 16\ \text{kJ}$

ដូចនេះ កម្មន្តបានធ្វើក្នុងមួយវដ្តគិតជាគីឡូស៊ូលគឺ $W = 16\ \text{kJ}$ ។

13. ម៉ាស៊ីនមួយដែលមានទិន្នផល $22\ \%$ ។ វាបានដំណើរការរវាងអាងស្តុកទឹកពីរមានសីតុណ្ហភាពថេរខុសគ្នា ចំនួន $75.0\ ^{o}\text{C}$ ។ ចូរគណនាសីតុណ្ហភាព៖

ក. អាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង និង

ខ. អាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបជាង?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = \frac{T_h - T_c}{T_h}$

ដោយ : $e = 22\ \% = 0.22$

តាមសម្មតិកម្ម: $T_h - T_c = 75^{o}\text{C} = 75\text{K}$ (១)

យើងបាន: $0.22 = \frac{75}{T_h}$

នាំឲ្យ : $T_h = \frac{75}{0.22}$

$= 341\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាងគឺ $T_h = 341\ \text{K}$ ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ជាង

តាម(១) យើងបាន: $T_c = T_h - 75\ \text{K} = 341\ \text{K} - 75\ \text{K} = 266\ \text{K}$

ដូចនេះ សីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបជាងគឺ $T_c = 266\ \text{K}$ ។

14. នៅក្នុងរ៉ែអាក់ទ័រលាយនុយក្លេអ៊ែរប្រតិកម្មប្រែងតន្ទន:(បន្ទប់សម្រាប់ដុតរំលាយ) នៃឧស្ម័នឌីធីរីយ៉ូម(deuterium) មានសីតុណ្ហភាព $7\times10^{8}\ \text{K}$ ។ បើឧស្ម័ននេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់ដើម្បីប្រតិបត្តិការម៉ាស៊ីនកាកណូ មានសីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់ $T_c=100\ ^{\circ}\text{C}$ តើម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលប៉ុន្មាន ?

ដំណោះស្រាយ

គណនាទិន្នផលម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត : $e_c=1-\frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c=t_c+273=100+273=373\ \text{K}$

: $T_h=7\times10^{8}\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c=1-\frac{273}{7\times10^{8}}$

$=0.99$

$=99\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះគឺ $e_c=99\ \%$ ។

15. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយ ដំណើរការរវាងសីតុណ្ហភាព $235\ ^{\circ}\text{C}$ និង $115\ ^{\circ}\text{C}$ ហើយបានស្រូបយកថាមពលកម្តៅ $6.30\times10^{4}\ \text{J}$ ពីប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ក្នុងមួយវដ្ត ។

ក. តើម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលប៉ុន្មាន ?

ខ. តើមានកម្មន្តប៉ុន្មាន ដែលម៉ាស៊ីននេះបានធ្វើក្នុងមួយវដ្ត?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត : $e_c=1-\frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c=t_c+273=115+273=388\ \text{K}$

$: T_h = t_h + 273 = 235 + 273 = 508 \text{ K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{388}{508}$

$= 0.24$

$= 24\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះគឺ $e_c = 24\ \%$ ។

ខ. គណនាកម្មន្តដែលម៉ាស៊ីននេះបានធ្វើក្នុងមួយវដ្ត

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $W = e_c \times Q_h$

ដោយ : $e_c = 0.236$

: $Q_h = 6.30 \times 10^4 \text{ J}$

យើងបាន: $W = 0.236 \times 6.30 \times 10^4$

$= 1.49 \times 10^4 \text{ J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះគឺ $W = 1.49 \times 10^4 \text{ J}$ ។

16. ដំណើរការម៉ាស៊ីនកាកណូមួយមានពីរដំណាក់កាល នៅដំណាក់កាលទី១ ថាមពលកម្តៅត្រូវបានស្រូប Q_1 នៅសីតុណ្ហភាព T_1 និងបានបំពេញកម្មន្ត W_1 ហើយបានបញ្ចេញថាមពលកម្តៅកម្តៅ Q_2 ទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ដែលមានសីតុណ្ហភាពទាប T_2 ។ នៅដំណាក់កាលទី២ ស្រូបយកថាមពលកម្តៅ Q_2 និងធ្វើកម្ម W_2 និងបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ Q_3 ទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ដែលនៅសីតុណ្ហភាពទាប T_3 ។ ចូរបង្ហាញថាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 1 - \frac{T_3}{T_1}$ ។

ដំណោះស្រាយ

បង្ហាញថាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 1 - \frac{T_3}{T_1}$

តាមសម្មតិកម្មកម្មន្តសរុបទាំងពីរដំណាក់កាលនៃម៉ាស៊ីនគឺ $W = W_1 + W_2$ និងថាមពលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននោះបានប្រើប្រាស់ដើម្បីដំណើរការគឺ Q_1

យើងបានទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនគឺ $e = \dfrac{W_1 + W_2}{Q_1}$

ដោយ : $W_1 = Q_1 - Q_2$ និង $W_2 = Q_2 - Q_3$

នាំឲ្យ : $e = \dfrac{(Q_1 - Q_2) + (Q_2 - Q_3)}{Q_1}$

$= \dfrac{Q_1 - Q_3}{Q_1}$

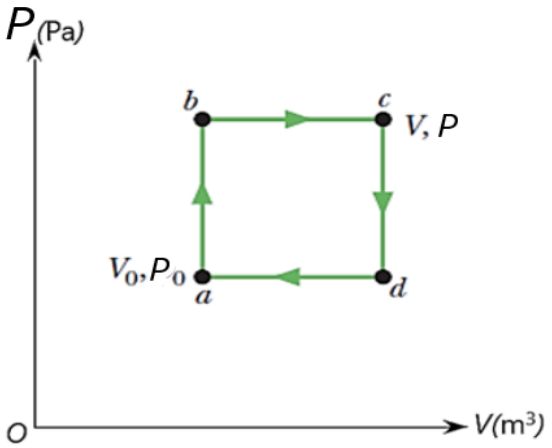
$= 1 - \dfrac{Q_3}{Q_1}$

តែ: $\dfrac{Q_3}{Q_1} = \dfrac{T_3}{T_1}$

ដូចនេះ ទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 1 - \dfrac{T_3}{T_1}$ ពិតមែន ។

17.រូបភាពខាងក្រោមបង្ហាញពី ដំណើរការក្នុងមួយវដ្តតាមរយៈការប្រើប្រាស់ឧស្ម័ននៅក្នុងបន្ទប់ចំហោះចំនួន $1.00\ \text{mol}$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

សន្មតថា $P = 2P_0,\ V = 2V_0,\ P_0 = 10^5\ \text{Pa}$ និង $V_o = 0.0225\ \text{m}^3$ ។



ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងវដ្ត ។

ខ. បើសិនជាថាមពលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះត្រូវការដើម្បីបន្ថែមទៅឲ្យឧស្ម័ននៅពេលក្នុងពេលវា បញ្ចេញ គឺ $Q=14.8\ \text{kJ}$ ចូរគណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះ ។

ឃ. តើទិន្នផលនៃប្រតិបត្តិការរបស់ម៉ាស៊ីនដោយផ្អែកលើទំនាក់ទំនងរវាងប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបដែលកើតឡើងនៅក្នុងវដ្តមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ង. តើតម្លៃទិន្នផលដែលរកឃើញនៅចំណុច(គ) និង(ឃ) មានតម្លៃដូចគ្នាដែរឬទេ ? ព្រោះអ្វី ?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងវដ្ត

កម្មន្តនៃឧស្ម័នត្រូវបានតាងដោយក្រឡាផ្ទៃនៃឧស្ម័នដែលបង្កើតឡើងដោយផ្សាក្រាមរវាងអ័ក្ស សម្ពាធ និងអ័ក្សមាឌ: $W=(P-P_o)(V-V_o)$

ដោយ : $P=2P_0$ និង $V=2V_0$

នោះ $W=(2P_o-P_o)(2V-V_o)$

$=P_oV_o$

ហើយ : $P_0=10^5\ \text{Pa}$ និង $V_o=0.0225\ \text{m}^3$

យើងបាន: $W=10^5\times0.0225$

$=2.25\times10^3\ \text{kJ}$

ដូចនេះ កម្មន្តដែលបានធ្វើក្នុងវដ្តគឺ $W=2.25\times10^3\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត : $e=\frac{W}{Q}$

ដោយ :$W=2.25\times10^3\ \text{J}$

:$Q=14.8\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $e=\frac{2.25\times10^3}{14.8\times10^3}$

$= 0.154$

$= 15.4\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនគឺ $e = 15.4\ \%$ ។

ឃ. រកទិន្នផលនៃប្រតិបត្តិការរបស់ម៉ាស៊ីនដោយផ្អែកលើទំនាក់ទំនងរវាងប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ និងប្រភពដែលមានសីតុណ្ហភាពទាបដែលកើតឡើងនៅក្នុងវដ្ត

តាមរូបមន្ត : $e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = \frac{p_o V_o}{nR}$ (សីតុណ្ហភាបទាប)

$: T_h = \frac{p\,V}{nR} = \frac{2p_0 \times 2V_0}{nR} = 4 \times \frac{p_0 V_0}{nR}$ (សីតុណ្ហភាពខ្ពស់)

យើងបាន: $e = 1 - \frac{\frac{p_0 V_0}{nR}}{4 \times \frac{p\,V}{nR}}$

$= 1 - \frac{1}{4}$

$= 75\ \%$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 75\ \%$ ។

ង. តម្លៃទិន្នផលដែលរកឃើញនៅចំណុច(គ) និង(ឃ) មានតម្លៃមិនដូចគ្នា ព្រោះនៅក្នុងចំណុច(ក) ថាមពលកម្តៅដែលត្រូវបានផ្តល់ឲ្យម៉ាស៊ីនក្នុងមួយវដ្តគឺត្រូវបានភាយទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅខ្លះដែលធ្វើឲ្យទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីនមានតម្លៃតូច ជាងនៅចំណុច(ឃ)។

18. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយមានអានុភាព $500\ \text{W}$ បានដំណើរការដោយរវាងអាងស្តុកទឹកពីរដែលមានសីតុណ្ហភាព $100\ ^{\circ}\text{C}$ និង $60.0\ ^{\circ}\text{C}$ ។ ចូរគណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូប និងថាមពលដែលបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១វិនាទី ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាថាមពលកម្តៅដែលស្រូប និងថាមពលដែលបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១វិនាទី

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 60.0 + 273 = 333\ \text{K}$

: $T_h = t_h + 273 = 100 + 273 = 373\ \text{K}$

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{333}{373} = 0.107$

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h = W / e_c$

ដោយ : $e_c = 0.107$

: $W = P \times t = 500 \times 1 = 500\text{J}$

យើងបាន: $Q_h = \frac{500}{0.107} = 4670\ \text{J}$

តែ: $Q_c = Q_h - W = 4670 - 500 = 4170\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១វិនាទីគឺ $Q_h = 4670\ \text{J}$ និងថាមពលដែលបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១វិនាទីគឺ $Q_c = 4170\ \text{J}$ ។

19. ទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីនឡានមួយគឺ $25\ \%$ នៅពេលម៉ាស៊ីនបានធ្វើកម្មន្ត $8.2\ \text{kJ}$ ក្នុងមួយវដ្ត។ សន្មតថាដំណើរការនៃម៉ាស៊ីននេះគឺរ៉ៃស៊ីប(អាចត្រឡប់វិញបានដដែលៗ) ។

ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនទទួលបានក្នុងមួយវដ្តបានមកពីចំហោះឥន្ធនៈ ។

ខ. គណនាថាមពលកមម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបាត់បង់ក្នុងមួយវដ្តមាន។

គ. ប្រសិនបើគេបង្កើនទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះទៅដល់ $31\ \%$ និងរក្សាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយម៉ាស៊ីននៅដដែល ចូរគណនាថាមពលកម្តៅដែលត្រូវបានស្រូប និងបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីន ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនទទួលបានក្នុងមួយវដ្តបានមកពីចំហោះឥន្ធនៈ

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{W}{e_c}$

ដោយ : $e_c = 0.25$

: $W=8.2\ \text{kJ}=8.2\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_h = \frac{8.2\times10^3}{0.25} = 33\times10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១សុីចគឺ $Q_h = 33\times10^3\ \text{J}$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបាត់បង់ក្នុងមួយវដ្តមាន

តាមរូបមន្ត : $Q_h = W + Q_c$

នាំឲ្យ : $Q_c = Q_h - W$

ដោយ : $Q_h = 33\times10^3\ \text{J}$

: $W = 8.2\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_c = 33\times10^3 - 8.2\times10^3 = 24.8\times10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលដែលបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១សុីចគឺ $Q_c = 24.8\times10^3\ \text{J}$ ។

គ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលត្រូវបានស្រូប និងបញ្ចេញដោយម៉ាស៊ីន

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{W}{e_c}$

ដោយ : $e_c = 31\ \% = 0.31$

: $W = 8.2\ \text{kJ} = 8.2\times10^3\ \text{J}$

យើងបាន: $Q_h = \frac{25\times10^3}{0.31} = 26\times10^3\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនក្នុង១សិចគឺ $Q_h = 26\times10^3$ J ។

20. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធត្រូវបានផ្ទុកនៅក្នុងធុងនៃម៉ាស៊ីនកាកណូ ហើយបានដំណើរការ១សិច ។ វាត្រូវបានពង្រីកតាមលំនាំអ៊ីសូទែមនៅសីតុណ្ហភាព $T_h = 250\ ^\circ C$ និងបណ្តែនរហូតដល់សីតុណ្ហភាព $T_c = 50\ ^\circ C$ ។ ឧស្ម័នត្រូវបានស្រូបបរិមាណកម្តៅពីធុងក្តៅ 1.2×10^3 J ។ គណនា:

ក. ថាមពលកម្តៅត្រូវបានបញ្ចេញនៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ។

ខ. កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ននៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាថាមពលកម្តៅត្រូវបានបញ្ចេញនៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_h}{Q_c} = \frac{T_h}{T_c}$

នាំឲ្យ : $Q_c = Q_h\left(\frac{T_c}{T_h}\right)$

ដោយ : $Q_c = 1.2\times10^3$ J=1200 J

: $T_c = t_c + 273 = 50 + 273 = 323$ K

: $T_h = t_h + 273 = 350 + 273 = 623$ K

យើងបាន: $Q_h = 1200\left(\frac{323}{623}\right) = 1488.92$ J

ដូចនេះ កម្តៅដែលស្រូបដោយប្រភពនៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ គឺ $Q_h = 2488.92$ J ។

ខ. គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ននៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ

តាមរូបមន្ត : $W = Q_h - Q_c$

ដោយ : $Q_h = 2488.92$ J

: $Q_c = 1.2\times10^3$ J=1200 J

យើងបាន: $W = 2499.92 - 1200 = 1299.92$ J

ដូចនេះ កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ននៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ គឺ $W = 1299.92$ J ។

21. រោងចក្រថាមពលអគ្គិសនីមួយដើរដោយចំហាយទឹកបានប្រើសីតុណ្ហភាពនៅក្នុងតំបន់មាត់សមុទ្រ ។ ប្រព័ន្ធនៃម៉ាស៊ីននេះត្រូវដំណើរការរវាងសីតុណ្ហភាព $t_h = 120\ ^oC$ (សីតុណ្ហភាពទឹកលើដី) និង $t_c = 5\ ^oC$ (សីតុណ្ហភាពទឹក នៅជម្រៅប្រហែល 1 គីឡូម៉ែត្រ) ។

ក. គណនាទិន្នផលបានការរបស់ប្រព័ន្ធនេះ។

ខ. បើសិនជារោងចក្រផលិតអគ្គិសអគ្គិសនីនេះផលិតបានអានុភាព $P_e = 75.0$ MW ។ គណនាថាមពលកម្តៅដែលទទួលដោយធុងក្តៅក្នុងមួយម៉ោង។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលបានការរបស់ប្រព័ន្ធនេះ

តាមរូបមន្ត : $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 5 + 273 = 283$ K

: $T_h = t_h + 273 = 120 + 273 = 393$ K

យើងបាន: $e_c = 1 - \frac{283}{393} = 0.30$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបានធ្វើគឺ $e_c = 0.30$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលទទួលដោយធុងក្តៅក្នុងមួយម៉ោង

តាមរូបមន្ត : $e_c = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h = \frac{W}{e_c}$

ដោយ : $W = Pt = 75 \times 10^6 \times 3600 = 270000 \times 10^6$ J, $(t = 1\text{ h} = 3600\text{ s})$

: $e_c = 0.30$

យើងបាន: $Q_h = \frac{270000\times10^6}{0.30} = 900000\times10^6 = 9\times10^{11}\ \text{J}$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលទទួលដោយធុងក្តៅក្នុងមួយម៉ោងគឺ $Q_h = 9\times10^{11}\ \text{J}$ ។

22. ម៉ាស៊ីនកម្តៅដំណើរការក្នុង១សុិចដូចជាម៉ាស៊ីនកាកណូ(Carnot)រវាងសីតុណ្ហភាព $80\ ^oC$ និង $350\ ^oC$ ។ វាស្រូបយកថាមពលកម្តៅពីធុងក្តៅ $21000\ \text{J}$ ពីអាងស្តុកទឹកក្តៅ។ រយៈពេលនៅក្នុង១សុិចគឺ $1\ \text{s}$ ។

ក. គណនាអានុភាពមេកានិចនៅក្នុងរយៈពេល១សុិចនៃម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. គណនាកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅក្នុង១សុិច។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអានុភាពមេកានិចនៅក្នុងរយៈពេល១សុិចនៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $P_m = \frac{W_m}{t}$ (១)

ដោយ : $t = 1\ \text{s}$

- រក $W_m = ?$

តាមរូបមន្ត : $e = \frac{W_m}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $W_m = eQ_h$

ដោយ : $e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

: $Q_h = \frac{T_h}{T_c}Q_c$

យើងបាន: $W_m = \left(1-\frac{T_c}{T_h}\right)\left(\frac{T_h}{T_c}Q_c\right)$

$$= \left(\frac{T_h}{T_c} - \frac{T_c}{T_h}\times\frac{T_h}{T_c}\right)Q_c$$

$$= \left(\frac{T_h}{T_c} - 1\right)Q_c$$

ដោយ : $T_c = t_c + 273 = 80 + 273 = 353\ \text{K}$

$T_h = 273 + t_h = 350 + 273 = 623\ \text{K}$

$Q_c = 21000\ \text{J}$

យើងបាន: $W_m = \left(\frac{623}{353} - 1\right) 21000 = 16062\ \text{J}$

តាម(១): $P_m = \frac{16062}{1} = 16062\ \text{W}$

ដូចនេះ អានុភាពមេកានិចនៃម៉ាស៊ីននេះដែលត្រូវបានធ្វើនៅក្នុង១សុិចគឺ $P_m = 16062\ \text{W}$ ។

ខ. គណនាកម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅក្នុង១សុិច

តាមរូបមន្ត : $W_m = Q_h - Q_c$

នាំឲ្យ : $Q_h = W_m + Q_c$

ដោយ : $W_m = 16062\ \text{J}$

: $Q_c = 21000\ \text{J}$

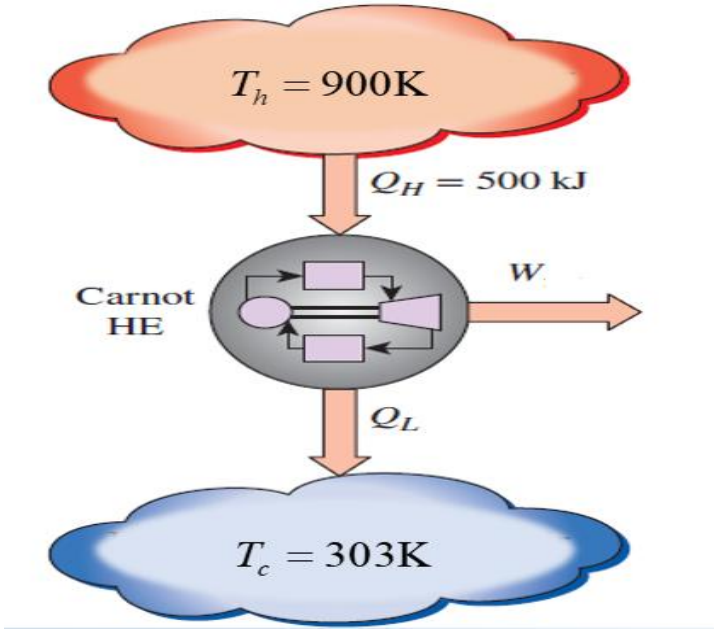
យើងបាន: $Q_h = 16062 + 21000 = 37062\ \text{J}$

ដូចនេះ កម្តៅដែលស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅក្នុង១សុិច គឺ $Q_h = 37062\ \text{J}$ ។

23. ម៉ាស៊ីនកម្តៅដែលបង្ហាញក្នុងរូបភាពខាងក្រោមត្រូវបានទទួលកម្តៅ $Q_h = 500\ \text{kJ}$ ក្នុងមួយវដ្តពី ប្រភពក្តៅដែលមានសីតុណ្ហភាព $t_h = 652\ ^oC$ ហើយបានបញ្ចេញសីតុណ្ហភាពទៅឲ្យធុងដែលមានសីតុណ្ហភាពត្រជាក់ចំនួន $t_c = 30\ ^oC$ ។

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញទៅឲ្យធុងត្រជាក់ក្នុងមួយវដ្ត។



ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះ

តាមរូបមន្ត : $e = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

ដោយ : $T_h = 652 + 273 = 925$ K

: $T_c = 30 + 273 = 300$ K

យើងបាន: $e = 1 - \frac{300}{925} = 1 - 0.32 = 0.67$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីននេះគឺ $e = 67$ % ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញទៅឲ្យធុងត្រជាក់ក្នុងមួយវដ្ត

តាមរូបមន្ត : $\frac{Q_c}{Q_h} = \frac{T_c}{T_h}$

នាំឲ្យ : $Q_c = \frac{T_c}{T_h} Q_h$

ដោយ : $T_h = 652 + 273 = 925$ K

: $T_c = 30 + 273 = 300$ K

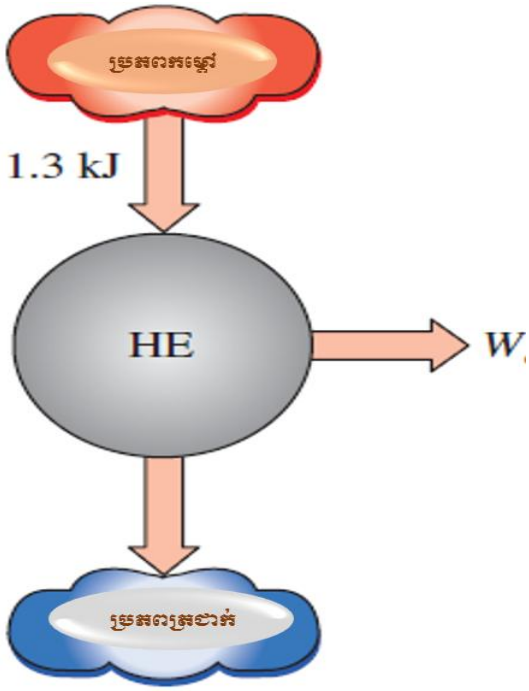
: $Q_h = 500$ kJ=500×10^3 J

យើងបាន: $Q_c = \frac{300}{925} 500\times10^3$

$= 162.16\times10^3 \text{ J}$

ដូចនេះថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញទៅឲ្យធុងត្រជាក់ក្នុងមួយវដ្តគឺ $Q_c = 162.16\times10^3 \text{ J}$ ។

24. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ(ដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម)បានស្រូបកម្តៅសរុប 1.3 kJ និង មានទិន្នផលកម្តៅ $35\ \%$ ។ តើវានឹងធ្វើកម្មន្តបានប៉ុន្មាន?



ដំណោះស្រាយ

គណនាកម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ

តាមរូបមន្ត : $e = \frac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $W = e\times Q_h$

ដោយ : $e = 35\ \% = 0.35$

: $Q_h = 1.3 \text{ kJ} = 1.3\times10^3 \text{ J}$

យើងបាន: $W = 0.35\times1.3\times10^3 = 0.45\times10^3 \text{ J}$

ដូចនេះ កម្មន្តនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅនេះគឺ $W = 0.45\times10^3 \text{ J}$ ។

25. ធុងកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយបានទទួលកម្តៅពីឡនៅមួយអត្រា 280 GJ / ម៉ោង។ ការបាត់បង់កម្តៅទៅខ្យល់ព័ទ្ធជុំវិញពីចំហាយនៅពេលវាឆ្លងកាត់បំពង់និងសមាសធាតុផ្សេងៗទៀតតាមការប៉ាន់ស្មានមានប្រហែល ៨ GJ / ម៉ោង។ ប្រសិនបើកម្តៅកាកសំណល់ត្រូវបានផ្ទេរទៅទឹកត្រជាក់ក្នុងអត្រា ១៦៥ GJ / ម៉ោង ។ គណនា៖

ក. អានុភាពនៃម៉ាស៊ីននេះក្នុងរយៈពេលមួយម៉ោង និង

ខ. ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនមួយនេះ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអានុភាពនៃម៉ាស៊ីននេះក្នុងរយៈពេលមួយម៉ោង

តាមរូបមន្ត : $W = Q_h - Q_c$ ចែកអង្គទាំងពីរនឹង t

យើងបាន: $\frac{W}{t} = \frac{Q_h}{t} - \frac{Q_c}{t}$ ឬ $P = P_h - P_c$

ដោយ : $P_h = 280 \text{ GJ/h}$

: $P_c = P_{c_1} + P_{c_2} = 8(\text{ GJ/h}) + 165(\text{ GJ/h}) = 173 \text{ GJ/h}$

(ព្រោះខាតបង់ពីដំណាក់កាល)

យើងបាន: $P = 280 - 173 = 102 \text{ GJ/h} = 102 \times 10^9 \text{ J/h}$

ដូចនេះ អានុភាពនៃម៉ាស៊ីននេះក្នុងរយៈពេលមួយម៉ោងគឺ $P = 102 \times 10^9 \text{ J/h}$ ។

ខ. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនមួយនេះ

តាមរូបមន្ត : $e = \frac{W}{Q_h} = \frac{(Q/t)}{(Q_h/t)} = \frac{P}{P_h}$

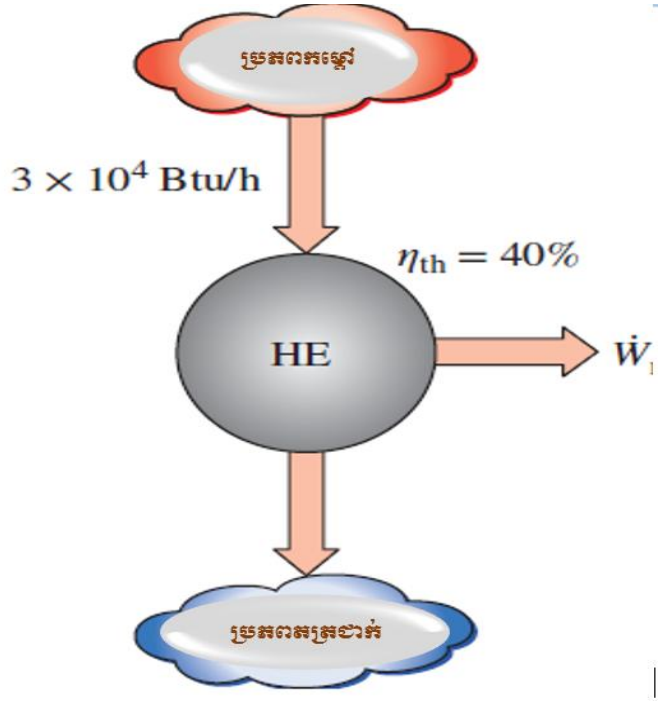
ដោយ : $P = 102 \text{ GJ/h}$

: $Q_h = 280 \text{ GJ/h}$

យើងបាន: $e = \frac{102}{280} = 0.36$

ដូចនេះ ទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ គឺមានតម្លៃ $e = 36\ \%$ ។

26. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ(ដូចបង្ហាញក្នុងរូប) មានការបញ្ចូលកម្តៅ 3×10^4 Btu / h និងមានទិន្នផលកម្តៅ $e = 40$ % ។ គណនាអានុភាពដែលវានឹងផលិតគិតជា hp ។



✓ **ចំណាំ:** Btu *ជាបរិមាណកម្តៅដែលទឹកមានម៉ាស១ផោន (1pound= 0.45 kg) ត្រូវការដើម្បីតម្លើងសីតុណ្ហភាព 1 ដារ៉ឺនហៃ ។ ខ្នាតនៃថាមពលកម្តៅនេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់នៅប្រទេសអង់គ្លេស ។ ដែល 1Btu=1055J ។*

ដំណោះស្រាយ

គណនាអានុភាពនៃម៉ាស៊ីននេះគិតជា *hp*

តាមរូបមន្ត : $e = \dfrac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $W = e \times Q_h$ ចែកអង្គទាំងពីរនឹង t

នោះ $\dfrac{W}{t} = e \times \dfrac{Q_h}{t}$ ឬ $P = e \times P_h$

ដោយ : $e = 40\% = 0.40$

$$: Q_h = 3 \times 10^4 \text{ Btu/h} = 3 \times 10^4 \left(\frac{1055 \text{ J}}{3600 \text{ s}} \right) = 0.88 \times 10^4 \text{ J/s} \ , (1 \text{ Btu} = 1055 \text{ J})$$

យើងបាន: $P = 0.40 \times 0.88 \times 10^4$

$= 0.45\times10^{4}\ \text{J/s}$

$= 0.45\times10^{4}\ \text{W},\ (1\ \text{J/s}=1\ \text{W})$

យើងមាន: $1\ \text{hp}=750\ \text{W}\Rightarrow 1\ \text{W}=\dfrac{1\ \text{hp}}{750}$

នោះ $P=0.45\times10^{4}\left(\dfrac{1\ \text{hp}}{750}\right)=0.0006\times10^{4}\ \text{hp}=6\ \text{hp}$

ដូចនេះ អានុភាពនៃម៉ាស៊ីននេះគិតជា hp គឺ $P=6\ \text{hp}$ ។

27. ធុងកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយដែលត្រូវបានស្ថិតនៅក្នុងរោងចក្រថាមពលអគ្គិសនីដើរដោយថាមពលកម្តៅដោយប្រើចំហាយបានបង្កើតកម្មន្ត ៦០០ មេហ្គាវ៉ាត់ ដែលត្រូវបានដាក់ក្បែរប្រភពត្រជាក់ទឹកទន្លេ មានទិន្នផលកម្តៅ ៤០ភាគរយ។ កំណត់អត្រាផ្ទេរកម្តៅទៅទឹកទន្លេ ។ តើកម្តៅនេះនឹងមានតម្លៃខ្ពស់ជាងឬទាបជាងតម្លៃនេះ? ហេតុអ្វី?

ដំណោះស្រាយ

កំណត់អត្រាផ្ទេរកម្តៅទៅទឹកទន្លេ

តាមរូបមន្ត : $W=Q_h-Q_c$ ឬ $P=P_h-P_c$

នាំឲ្យ : $P_c=P_h-P$

ដោយ : $P=600\ \text{MW}=600\times10^{4}\ \text{W}$

រកតម្លៃ P_h =?

តាមរូបមន្ត : $e=\dfrac{W}{Q_h}$

នាំឲ្យ : $Q_h=\dfrac{W}{e}$ ចែកអង្គទាំងពីរនឹង t

នោះ $\dfrac{Q_h}{t}=\dfrac{W}{e\times t}$ ឬ $P_h=\dfrac{P}{e}$

ដោយ : $e=40\%=0.40$

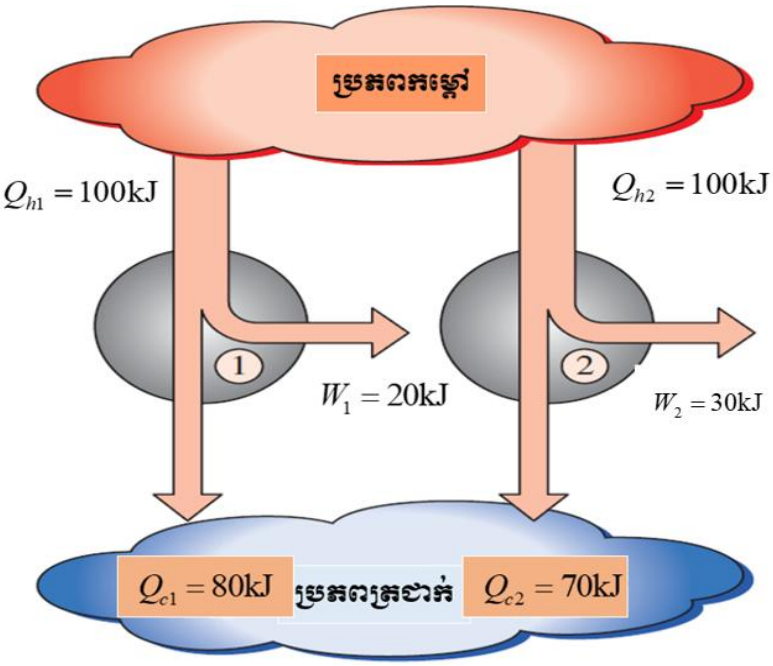
: $P=600\ \text{MW}=600\times10^{6}\ \text{W}$

យើងបាន: $P_h = \frac{600\times10^6}{0.40} = 1500\times10^6 \text{ W} = 150000\times10^4 \text{ W}$

នោះ $P_c = 150000\times10^4 - 600\times10^4 = 149400\times10^4 \text{ W}$

ដូចនេះ អត្រាផ្ទេរកម្តៅទៅទឹកទន្លេ គឺ $P_c = 149400\times10^4 \text{ W}$ ។

28. គេមានម៉ាស៊ីនកម្តៅពីរដែលត្រូវបានប្រើប្រាស់ប្រភពកម្តៅតែមួយ (ដូចបង្ហាញក្នុងរូប) ដែលត្រូវបានបញ្ចេញកម្តៅទៅប្រភពត្រជាក់ និងបានធ្វើកម្មន្តដែលមានតម្លៃខុសគ្នា ។ ចូរប្រៀបធៀបទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ ។



ដំណោះស្រាយ

ប្រៀបធៀបទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ

តាមរូបមន្ត : $e = \frac{W}{Q_h}$

- ចំពោះម៉ាស៊ីនទី១ : $e_1 = \frac{W_1}{Q_{h1}}$ (១)
- ចំពោះម៉ាស៊ីនទី២ : $e_2 = \frac{W_2}{Q_{h2}}$ (២)

យក (១) ចែក(២) : $\frac{e_1}{e_2}=\frac{\left(\frac{W_1}{Q_{h1}}\right)}{\left(\frac{W_2}{Q_{h2}}\right)}=\frac{W_1}{Q_{h1}}\times\frac{Q_{h2}}{W_2}$

ដោយ : $W_1=20\ \text{kJ}$

$:Q_{h1}=Q_{h2}=100\ \text{kJ}$

$:W_2=30\ \text{kJ}$

យើងបាន: $\frac{e_1}{e_2}=\frac{20}{100}\times\frac{100}{30}=0.66$ ឬ $e_1=66\%e_2$

ដូចនេះ ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននៃម៉ាស៊ីនទី១ ស្មើនឹង 66% នៃម៉ាស៊ីនទី២ ។

29. កម្តៅនេះនឹងមានការកើនឡើងព្រោះ កម្តៅនឹងត្រូវផ្ទេរទៅឲ្យទន្លេបន្តិចម្តងៗ ។សន្មតថា អ្នកជាអ្នកបង្កើតឧបករណ៍ម៉ាស៊ីនពីរជាមួយនឹងការបញ្ចេញថាមពលពីម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយ ដែលយកផ្គត់ផ្គង់ទៅម៉ាស៊ីនកម្តៅទីពីរ។ យើងអាចនិយាយបានថាម៉ាស៊ីនទាំងពីរកំពុងដំណើរការជាស៊េរី ។ ដោយយក e_1 និង e_2 តំណាងអោយទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ។

ក. បង្ហាញថា ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរគឺ $e=e_1+e_2-e_1e_2$ ។

ខ. ប្រសិនបើ ម៉ាស៊ីនទាំងពីរគឺជាម៉ាស៊ីន(Carnot)ដែលដំណើរការ រវាងសីតុណ្ហភាព T_h (សីតុណ្ហភាពនៃធុងក្តៅរបស់ម៉ាស៊ីនទី១) និង T_i (សីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់នៃម៉ាស៊ីនទី១) ។ ឧស្ម័ននៅក្នុងម៉ាស៊ីនទី2 ប្រែប្រួលនៅក្នុងសីតុណ្ហភាពរវាង T_i និង T_c (សីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់នៃម៉ាស៊ីនទី២) ។ ក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃសីតុណ្ហភាពខាងលើនេះគណនាទិន្នផលជាមធ្យមនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរជាអនុគមន៍នៃសីតុណ្ហភាពខាងលើ ។

គ. រក T_i ដែលជាសីតុណ្ហភាពនៅចន្លោះនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ ដែលអាចធ្វើឲ្យម៉ាស៊ីនទាំងពីរមានកម្មន្តដូចគ្នា?

ដំណោះស្រាយ

ក. បង្ហាញថា ទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរគឺ $e=e_1+e_2-e_1e_2$ ។

តាមរូបមន្ត : $e=\frac{W_1+W_2}{Q_{h1}}$

ដោយ : $e_1=\frac{W_1}{Q_{h1}}\Rightarrow W_1=e_1Q_{h1}$

: $e_2=\frac{W_2}{Q_{h2}}\Rightarrow W_2=e_2Q_{h2}$

យើងបាន: $e=\frac{e_1Q_{h1}+e_2Q_{h2}}{Q_{h1}}$

តែ: $Q_{h2}=Q_{c1}=Q_{h1}-W_1=Q_{h1}-e_1Q_{h1}$

នោះ $e=\frac{e_1Q_{h1}+e_2\left(Q_{h1}-e_1Q_{h1}\right)}{Q_{h1}}=e_1+e_2\left(1-e_1\right)=e_1+e_2-e_1e_2$ ពិត ។

ដូចនេះ ទិន្នផលមធ្យមនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរគឺ $e=e_1+e_2-e_1e_2$ ។

ខ. គណនាទិន្នផលជាមធ្យមនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរជាអនុគមន៍នៃសីតុណ្ហភាព

យើងមាន: $e=e_1+e_2-e_1e_2$

ដោយ : $e_1=1-\frac{T_i}{T_h}$

: $e_1=1-\frac{T_c}{T_i}$

យើងបាន: $e=\left(1-\frac{T_i}{T_h}\right)+\left(1-\frac{T_c}{T_i}\right)-\left(1-\frac{T_i}{T_h}\right)\left(1-\frac{T_c}{T_i}\right)$

$=-\frac{T_i}{T_h}+\frac{T_c}{T_i}-\left(1-\frac{T_c}{T_i}-\frac{T_i}{T_c}+\frac{T_i}{T_h}\right)$

$=1-\frac{T_c}{T_h}$

ដូចនេះ ទិន្នផលជាមធ្យមនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរជាអនុគមន៍នៃសីតុណ្ហភាពគឺ $e=1-\frac{T_c}{T_h}$ ។

គ. រក T_i ដែលជាសីតុណ្ហភាពនៅចន្លោះនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ ដែលអាចធ្វើឲ្យម៉ាស៊ីនទាំងពីរមានកម្មន្ត

ដូចគ្នា

តាមរូបមន្ត : $e=\frac{W_1+W_2}{Q_{h1}}=2e_1$

ដោយ : $e=1-\frac{T_c}{T_h}$

: $e_1=1-\frac{T_i}{T_h}$

យើងបាន: $1-\frac{T_c}{T_h}=2\left(1-\frac{T_i}{T_h}\right)$

$$\frac{1}{2}\left(1-\frac{T_c}{T_h}\right)=1-\frac{T_i}{T_h}$$
$$\frac{T_i}{T_h}=1-\frac{1}{2}\left(1-\frac{T_c}{T_h}\right)$$
$$T_i=T_h\left(\frac{1}{2}+\frac{T_c}{2T_h}\right)$$
$$=\frac{T_h}{2}+\frac{T_cT_h}{2T_h}$$
$$=\frac{1}{2}(T_h+T_c)$$

ដូចនេះ T_i ដែលជាសីតុណ្ហភាពនៅចន្លោះនៃម៉ាស៊ីនទាំងពីរ គឺ $T_i=\frac{1}{2}(T_h+T_c)$ ។

30. ស្ថានីយផលិតអគ្គិសអគ្គិសនីត្រូវបានសាងសង់ឡើង ដើម្បីឱ្យវាបញ្ចេញកម្មន្តអគ្គិសនី 1.40 MJ ដែលមានទិន្នផលពីរភាគបីនៃទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកាកណូមួយ។ បរិមាណកម្តៅបានផ្ទេរដោយកម្តៅចូលទៅក្នុងប្រភពត្រជាក់មានសីតុណ្ហភាព 110 °C ។

ក. រកថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញ Q_c ជាអនុគមន៍ទៅនឹង T_h ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសអគ្គិសនីនេះបើ $T_h=800\ ^{\circ}C$ ។

គ. គណនាតម្លៃនៃ T_h នៅពេលដែលអានុភាពដែលបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសអគ្គិសនីត្រឹមតែមួយភាគបួន ។

ដំណោះស្រាយ

ក. រកថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញ Q_c ជាអនុគមន៍ទៅនឹង T_h

តាមរូបមន្ត : $e=\frac{W}{Q_h}=\frac{W}{Q_c+W}$

ដោយទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលស្មើ $\frac{2}{3}$ នៃម៉ាស៊ីនកាកណូ

យើងបាន : $\frac{W}{Q_c+W}=\frac{2}{3}\left(1-\frac{T_c}{T_h}\right)$ ឬ $\frac{W+Q_c}{W}=\frac{3}{2}\left(\frac{T_h}{T_h-T_c}\right)$

$$1+Q_c=\frac{3}{2}\left(\frac{T_h}{T_h-T_c}\right)$$
$$\frac{Q_c}{W}=\frac{3}{2}\left(\frac{T_h}{T_h-T_c}\right)-1$$
$$Q_c=W\left(\frac{3}{2}\left(\frac{T_h}{T_h-T_c}\right)-1\right)$$
$$=W\left(\left(\frac{3T_h}{2T_h-2T_c}\right)-1\right)$$
$$=W\left(\frac{3T_h-\left(2T_h-2T_c\right)}{2T_h-2T_c}\right)$$
$$=W\left(\frac{T_h-2T_c}{2T_h-2T_c}\right)$$

ដោយ : $W=1.40\times10^6\text{J}, T_c=273+110=383\text{K}$

យើងបាន: $Q_c=1.40\times10^6\left(\frac{T_h-2(383)}{2T_h-2(383)}\right)$

$$=1.40\times10^6\left(\frac{T_h-766}{2T_h-766}\right)$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញ Q_c ជាអនុគមន៍ទៅនឹង T_h គឺ $Q_c=1.40\times10^6\left(\frac{T_h-766}{2T_h-766}\right)$ ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសនីបើ $t_h=800^0C$

យើងមានកន្សោម: $Q_c=1.40\times10^6\left(\frac{T_h-766}{2T_h-766}\right)$

ដោយ : $T_h=273+800=1073\text{ K}$

យើងបាន: $Q_c=1.40\times10^6\left(\frac{1073-766}{2\times1073-766}\right)$

$$=1.46\times10^{6}\left(\frac{307}{1380}\right)$$
$$=0.311\times10^{6}\ \text{J}$$

ដូចនេះ ថាមពលកម្តៅដែលបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសនីគឺ $Q_c=0.311\times10^{6}\ \text{J}$ ។

គ. គណនាតម្លៃនៃ T_h នៅពេលដែលអានុភាពដែលបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសនីត្រឹម តែមួយភាគបួន

យើងមានកន្សោម: $Q_c=W\left(\frac{T_h-2T_c}{2T_h-2T_c}\right)$

$$2Q_cT_h-2Q_cT_c=WT_h-2T_c$$
$$2Q_cT_h-WT_h=2Q_cT_c-2T_c$$
$$T_h=2T_c\left(\frac{Q_c-1}{2Q_c-W}\right)$$

ដោយ : $Q_c=0.311\times10^{6}\ \text{J}$

$:T_c=383\ \text{K}$

$:\text{W}=\frac{1}{4}\left(1.40\times10^{6}\right)=0.35\times10^{6}\ \text{J}$

យើងបាន: $T_h=2\times383\left(\frac{0.31\times10^{6}-1}{2\times0.31\times10^{6}-0.35\times10^{6}}\right)=879.48\ \text{K}$

ដូចនេះ តម្លៃនៃ T_h នៅពេលដែលអានុភាពដែលបានបញ្ចេញដោយស្ថានីយផលិតអគ្គិសអគ្គិសនីត្រឹមតែមួយភាគបួន គឺ $T_h=879.48\ \text{K}$ ។

<u>សូមអរគុណ</u>

ផ្នែកទី២៖ សំណួរជ្រើសរើស (អានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. ទិន្នផលម៉ាស៊ីនកាកណូគឺ

○ ក. $e=1-\frac{T_h}{T_c}$ ○ គ. $e=\frac{W}{Q_h}$

○ ខ. $e=1-\frac{Q_c}{Q_h}$ ○ ឃ. ត្រឹមត្រូវទាំងអស់

2. បណ្តារូបមន្តខាងក្រោម តើរូបមន្តមួយណាជាតុល្យភាពថាមពលនៃម៉ាស៊ីនកាកណូដែលត្រឹមត្រូវ?

○ ក. $Q_c=Q_h-W$ ○ គ. $Q_h=Q_c-W$

○ ខ. $Q_c=Q_h+W$ ○ ឃ. $Q_c=W-Q_h$

3. ទិន្នផលអតិបរមាអាស្រ័យតែ

○ ក. សីតុណ្ហភាពប្រភពក្តៅ និងសីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់

○ ខ. សីតុណ្ហភាពប្រភពក្តៅ

○ គ. កម្មន្តដែលទទួលបាន

○ ឃ. សីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់

4. ក្នុងដំណើរការវគ្គទាំងបួននៃម៉ូទ័របន្ទុះ៤វគ្គ តើវគ្គណាមួយដែលបានបំពេញកម្មន្ត?

○ ក. វគ្គស្ងួប ○ គ. វគ្គបណ្តែន

○ ខ. វគ្គបន្ទុះ និងបន្ធូរ ○ ឃ. វគ្គបញ្ចេញ

5. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយរីកតាមអាដ្យាបាទិចដោយបានបំពេញកម្មន្ត $500\ \text{kJ}$ នោះបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធគឺ

○ ក. $500\ 000\ \text{J}$ ○ គ. $-500\ 000\ \text{J}$

○ ខ. $50\ 000\ \text{J}$ ○ ឃ. $500\ \text{J}$

6. ក្នុងដំណើរការសុិចកាកណូ តំណាក់កាលទី ៣ គេលើកស៊ីឡាំងចេញពីទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់ ទៅដាក់លើធុងដែលមានសីតុណ្ហភាពទាប T_c ។ តើមានអ្វីកើតឡើងចំពោះឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំង?

○ ក. ឧស្ម័នរីកតាមអ៊ីសូទែម ○ គ. ឧស្ម័នរួមតាមអ៊ីសូទែម

○ ខ. ឧស្ម័នរីកតាមអាដ្យាបាទិច ○ ឃ. ឧស្ម័នរួមតាមអាដ្យាបាទិច

7. ក្នុងដំណើរការសុិចកាកណូ តំណាក់កាលចុងក្រោយ គេលើកប្រភពត្រជាក់ចេញ ហើយដាក់ទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់វិញ តើមានអ្វីកើតឡើងចំពោះឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំង?

○ ក. ឧស្ម័នរីកតាមអ៊ីសូទែម ○ គ. ឧស្ម័នរីកតាមអាដ្យាបាទិច

○ ខ. ឧស្ម័នរួមតាមអ៊ីសូទែម ○ ឃ. ឧស្ម័នរួមតាម

អាដ្យាបាទិច

8. ទិន្នផលមេកានិចនៃគ្រឿងបញ្ជូនមានរូបមន្តដូចម្តេច?

○ ក. $e=1-\frac{T_h}{T_c}$ ○ គ. $e=e_c\times e_m$

○ ខ. $e=1-\frac{Q_h}{Q_c}$ ○ ឃ. $e_m=\frac{W_u}{W_m}$

9. ក្នុងចំណោមរូបមន្តទិន្នផលខាងក្រោម តើមួយណាជាទិន្នផលអតិបរមា?

○ ក. $e=\frac{W}{Q_h}$ ○ គ. $e=1-\frac{Q_c}{Q_h}$

○ ខ. $e=1-\frac{T_c}{T_h}$ ○ ឃ. $e=\frac{W_u}{W_m}$

10.តើរូបមន្តមួយណាជាទិន្នផលបានការ(សរុប)នៃម៉ាស៊ីន?

○ ក. $e=\frac{W}{Q_h}$ ○ គ. $e=1-\frac{T_c}{T_h}$

○ ខ. $e=\frac{W_u}{Q_h}$ ○ ឃ. $e=1-\frac{Q_c}{Q_h}$

11. ក្នុងដំណើរការសិចកាកណូ នៅពេលដែលគេដកប្រភពក្តៅចេញ ហើយដាក់ទ្រនាប់អ៊ីសូឡង់កម្តៅចូលវិញ តើឧស្ម័នមានអ្វីកើតឡើងចំពោះឧស្ម័នក្នុងស៊ីឡាំង?

○ ក. ឧស្ម័នរីកតាមអាដ្យាបាទិច ○ គ. ឧស្ម័នរួមតាមអ៊ីសូទែម

○ ខ. ឧស្ម័នរីកតាមអ៊ីសូទែម ○ ឃ. ឧស្ម័នរួមតាមអាដ្យាបាទិច

12. ម៉ូទ័រទាំងឡាយដែលធ្វើកម្តៅឱ្យទៅជាកម្មន្តហៅថាអ្វី?

○ ក. ម៉ូទ័រចំហេះក្នុង ○ គ. ម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ

○ ខ. ម៉ូទ័រកម្តៅ ○ ឃ. ម៉ូទ័រចំហេះក្រៅ

13. ម៉ូទ័រដែលមានចំហេះកើតឡើងក្នុងកន្លែងដែលកម្តៅត្រូវបានធ្វើជាកម្មន្ត ហៅថាអ្វី?

○ ក. ម៉ូទ័រចំហេះក្នុង ○ គ. ម៉ូទ័រចំហេះក្រៅ

○ ខ. ម៉ូទ័រកម្តៅ ○ ឃ. ម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ

14. តើម៉ូទ័រអ្វីដែលបញ្ឆេះដោយបញ្ឆា?

○ ក. ម៉ូទ័របន្ទុះពីរវគ្គ ○ គ. ម៉ូទ័រសាំង

○ ខ. ម៉ូទ័រចំហេះក្រៅ ○ ឃ. ម៉ូទ័រម៉ាស៊ូត

15. ចំពោះម៉ូទ័របន្ទុះ៤វគ្គ តើវគ្គណាមួយដែលស្រូបល្បាយ ចំហាយសាំង-ខ្យល់ ដែលលាយយ៉ាងត្រឹមត្រូវ នៅក្នុងកាប៊ុយរ៉ាទ័រទៅក្នុងស៊ីឡាំង?

○ ក. វគ្គស្រូប

○ ខ. វគ្គបន្ទុះ និងបន្ទរ

○ គ. វគ្គបណ្តែន

○ ឃ. វគ្គ បញ្ចេញ

ផ្នែកទី៣៖លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. ម៉ាស៊ីនកាកណូ១ត្រូវបានដំណើរការរវាងអាងស្តុកទឹកពីរដែលមានសីតុណ្ហភាព $520\ K$ និង $300\ K$ ។

   ក .ប្រសិនបើម៉ាស៊ីនទទួលថាមពលកម្តៅ $6.45\ kJ$ ពីអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $530\ K$ ក្នុងវដ្តនីមួយៗ តើវាត្រូវបានខាតបង់ថាមពលកម្តៅប៉ុន្មានក្នុងមួយវដ្ត?

   ខ. គណនាកម្មន្តមេកានិចត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយម៉ាស៊ីននៅក្នុងអំឡុងពេលវដ្តនីមួយៗ?

   គ. គណនាទិន្នផលកម្តៅរបស់ម៉ាស៊ីន ។

2. ម៉ាស៊ីនកាកណូត្រូវបានដំណើរការនៅចន្លោះអាងស្តុកទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $620\ K$ ស្រូបថាមពលកម្តៅ $550\ J$ ក្នុងវដ្តនីមួយៗ និងបញ្ចេញថាមពលកម្តៅ $335\ J$ ទៅអាងស្តុកទឹកសីតុណ្ហភាពទាប។

   ក .តើម៉ាស៊ីននេះបានបង្កើតកម្មន្តមេកានិចប៉ុន្មាននៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ?

   ខ . គណនាសីតុណ្ហភាពនៃអាងស្តុកទឹកសីតុណ្ហភាពទាប

   គ. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃវដ្តនីមួយៗរបស់ម៉ាស៊ីននេះ។ .

3. ម៉ាស៊ីនកាកណូមានទិន្នផល $59\ \%$ និងអាចធ្វើកម្មន្តបាន $2.5\times10^4\ J$ ក្នុងវដ្តនីមួយៗ។

   ក . គណនាថាមពលកម្តៅនៃប្រភពកម្តៅដែលបានទទួលដោយម៉ាស៊ីននៅក្នុងវដ្តនីមួយៗ

   ខ . ឧបមាថា ម៉ាស៊ីននេះបានបញ្ចេញកម្តៅទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ដែលមានសីតុណ្ហភាព 20.0^oC ។ គណនាសីតុណ្ហភាពនៃប្រភពកម្តៅរបស់វា?

4. ម៉ាស៊ីនកម្តៅ១បានប្រើអាងស្តុកទឹកក្តៅដែលមានទឹកពុះដែលតាងឲ្យប្រភពក្តៅ និងអាងស្តុកទឹកត្រជាក់ដែលមានអាងទឹកកក ។ ក្នុងរយៈពេល ៥ នាទីនៃប្រតិបត្តិការនៃម៉ាស៊ីនកម្តៅ វាបានបញ្ចេញកម្តៅ $1.336\times10^4\ J$ ទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ ។ ក្នុងអំឡុងពេលនេះ តើមានកម្មន្តប៉ុន្មានត្រូវបានបង្កើតដោយម៉ាស៊ីន?

5. វិស្វករនៃម៉ាស៊ីនដែលដំណើរការដោយប្រើប្រាស់ថាមពលកម្តៅ ដែលម៉ាស៊ីនបានស្រូបយកថាមពលកម្តៅ 1.50×10^{4} J ក្នុងវដ្តនីមួយៗ។ ប្រភពកម្តៅមានសីតុណ្ហភាព 650 K ហើយបញ្ចេញថាមពលកម្តៅទៅឲ្យប្រភពត្រជាក់ដែលមានសីតុណ្ហភាព 350 K ។ ម៉ាស៊ីនបានដំណើរការបាន ២៤០វដ្តក្នុងរយៈពេល ១ នាទី។ តើអានុភាពអតិបរមា hp នៃម៉ាស៊ីនមានតម្លៃប៉ុន្មានគិតជា(តាមទ្រឹស្តី)? គេឲ្យ:

$1\ \text{hp} = 750\ \text{W}$

6. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយដំនើរការរវាងធុងក្តៅពីរនៅ 500 K និង 300 K ។

ក. រកទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនកាកណូ ។

ខ. ប្រសិនបើវាស្រូបកម្តៅ 200 kJ ពីធុងក្តៅ ។ គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើ។

7. ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយស្រូបយកកម្តៅ 360 J ពីធុងក្តៅហើយបំពេញកម្មន្ត 25 J ក្នុងសុិចនីមួយៗ ។

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលបញ្ចេញក្នុងសុិចនីមួយៗ ។

8. ការប៉ាន់ស្មានទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកាណូមួយមានតម្លៃ 0.20 ។ គេដឹងថាម៉ាស៊ីនដំណើរការដោយប្រើប្រាស់ប្រភពកម្តៅដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ 272 °C ។ គណនា៖

ក. សីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់គិតជាកែលវិន។

ខ. បើគេចង់បង្កើនទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនដល់កម្រិតដែលគេចង់បាន តើគេត្រូវធ្វើដូចម្តេច? ចូរពន្យល់?

គ. សីតុណ្ហភាពប្រភពត្រជាក់នៅទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនកើនដល់ 40% ។

9. ម៉ូទ័រម៉ាស៊ូតមួយទទួលថាមពលកម្តៅ 12×10^{3} kJ ហើយមានទិន្នផលកម្តៅ 30% ។

ក. គណនាថាមពលមេកានិចដែលពិស្តុងទទួល ។

ខ. គណនាថាមពលកម្តៅដែលភាយទៅបរិយាកាស ។

គ. គណនាកម្មន្តដែលភ្លៅម៉ូទ័រទទួល ។ បើទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន 90 %។.

10. ម៉ាស៊ីនកាណូមួយមានប្រភពត្រជាក់ 7 ℃ និងមានទិន្នផលកម្តៅ 50 % ។ បើម៉ាស៊ីននេះមានទិន្នផលកម្តៅកើនដល់ 70 %តើសីតុណ្ហភាពប្រភពក្តៅកើនឡើង ប៉ុន្មាន ℃ ?

11. ម៉ាស៊ីនប្រើសាំងមួយមានអានុភាព 20 kW ។

ក. គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយម៉ាស៊ីននោះក្នុងរយៈពេលមួយម៉ោង (គិតជា kWh) ។

ខ. បើគេដឹងថាម៉ាស៊ីននោះមានទិន្នផល 30 % ។ គណនាកម្តៅគិតជាស៊ូល (J) ដែលបានមកពីចំហេះក្នុងម៉ាស៊ីនក្នុងមួយម៉ោង ។ គេអោយ ($1\ \text{kWh} = 3.6 \times 10^6\ \text{J}$)

12. ម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់មួយដំណើរការនៅចន្លោះធុងពីរដែលមានសីតុណ្ហភាព 560 K និង 450 K វាស្រូបកម្តៅ 10.50×10^2 J ពីធុងដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់ក្នុងរយៈពេលស៊ិចនីមួយៗ ។

ក. គណនាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីន ។

ខ. តើកម្តៅដែលម៉ាស៊ីនបញ្ចេញទៅមជ្ឈដ្ឋានខាងក្រៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

13. A/. រាល់វិនាទីម៉ូទ័រសាំងនៃរថយន្តមួយបានទទួលកម្តៅ 175 kJ ដើម្បីឲ្យមានបន្ទុះក្នុងកាប៊ុយរ៉ង់។ បានបញ្ចេញកម្តៅ 135 kJ ទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ។

ក. រៀបរាប់វគ្គទាំងបួននៃស៊ិច ព្រមទាំងបញ្ជាក់ថាតើវគ្គមួយណាដែលបង្កើតបានកម្មន្តមេកានិច ។

ខ. គណនាកម្មន្តមេកានិចក្នុងរយៈពេល 5 mn ។

គ. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ូទ័រ ។

B/. ទិន្នផលនៃគ្រឿងបញ្ជូនគឺ 90 % ។

ក. គណនាកម្មន្តបានការដែលក្លៅម៉ូទ័របានទទួលក្នុងរយៈពេល 5 mn ។

ខ. គណនាទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន ។

14. រាល់វិនាទី ម៉ូទ័រនៃម៉ាស៊ីនមួយទទួលកម្តៅ $Q_h = 2000$ kJ ។ វាមានទិន្នផលកម្តៅ $e_c = 0.35$ ។ គណនា៖

ក. កម្មន្តមេកានិចនៃម៉ាស៊ីន ដែលផ្តល់ដោយពិស្តុងក្នុងរយៈពេល 1 វិនាទី ។

ខ. កម្មន្តបានការទទួលដោយក្លៅម៉ូទ័រក្នុងរយៈពេល 1 វិនាទី ។ គេដឹងថាទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន 0.85 ។

គ. ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន ។

15. ម៉ូទ័របន្ទុះបួនវគ្គ មានទិន្នផលកម្តៅ 30 % និងទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន 80 % ។ វាទទួលថាមពលកម្តៅ 1200 kJ ពីចំហេះឥន្ធៈ ។

ក. គូសដ្យាក្រាមទិន្នផលម៉ាស៊ីន រួចពណ៌នាវគ្គទាំងបួន ។

ខ. គណនាថាមពលបានការ ដែលភ្លៅម៉ូទ័រទទួល ។

16. ម៉ាស៊ីនទ្រឹស្តីមួយមានដំណើរការនៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព $T_h = 850$ K និង $T_c = 300$ K ។ ក្នុងសុិច នីមួយៗម៉ាស៊ីនបានបំពេញកម្មន្ត 1500 J ក្នុងរយៈពេល 0.5 s ។

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន។

ខ. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃអានុភាពរបស់ម៉ាស៊ីន។

គ. គណនាបរិមាណកម្តៅដែលផ្តល់ដោយធុងដែលមានសីតុណ្ហភាពខ្ពស់។

ឃ. គណនាបរិមាណកម្តៅដែលទទួលដោយធុងមានសីតុណ្ហភាពទាប ។

17. រាល់វិនាទី ម៉ូទ័រនៃម៉ាស៊ីនមួយទទួលកម្តៅ $Q_h = 2000$ kJ ។ វាមានទិន្នផលកម្តៅ $e_c = 0.30$ ។ គណនា៖

ក. កម្មន្តមេកានិចនៃម៉ាស៊ីន ដែលផ្តល់ដោយពិស្តុងក្នុងរយៈពេល 1 នាទី ។

ខ. កម្មន្តបានការទទួលដោយភ្លៅម៉ូទ័រក្នុងរយៈពេល 1 នាទី ។ គេដឹងថាទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន 0.85 ។

គ. ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន ។

18. A. រាល់វិនាទីម៉ូទ័រសាំងនៃរថយន្តមួយបានទទួលកម្តៅ 150 MJ ដើម្បីឲ្យមានបន្ទុះក្នុងកាប៊ុយរ៉ង់។ វាបានបញ្ចេញកម្តៅ 100 MJ ទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ។

ក. រៀបរាប់វគ្គទាំងបួននៃសុិច ព្រមទាំងបញ្ជាក់ថា តើវគ្គមួយណាដែលបង្កើតបានកម្មន្តមេកានិច ។

ខ. គណនាកម្មន្តមេកានិចក្នុងរយៈពេល 10 mn ។

គ. គណនាទិន្នផលកម្តៅនៃម៉ូទ័រ ។

B. ទិន្នផលនៃគ្រឿងបញ្ជូនគឺ 85 % ។ គណនាកម្មន្តបានការដែលភ្លៅម៉ូទ័របានទទួលក្នុងរយៈពេល 10 mn និង ទិន្នផលបានការ ។

19. ម៉ាស៊ីនចំហាយទឹកធ្វើការរវាងសីតុណ្ហភាព 220 °C និងសីតុណ្ហភាព 35 °C បានផ្តល់អានុភាព 8.0 hpក្នុង រយៈពេល 1 s។ ប្រសិនបើទិន្នផលរបស់វាស្មើនឹង 30 % នៃទិន្នផលម៉ាស៊ីនកាកណូដែលធ្វើការរវាងសីតុណ្ហភាពពីរដូចខាងលើ។ តើបរិមាណកម្តៅ

ប៉ុន្មានកាឡូរីដែលស្រូបពីទឹកក្តៅរាល់ 10 នាទី? តើមានបរិមាណកម្តៅប៉ុន្មានកាឡូរីដែលបញ្ចេញឲ្យទឹកត្រជាក់រាល់ 10នាទី? គេឲ្យ 1.0 hp = 746 W និង 1.0 cal = 4.2 J

20. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយធ្វើឡើងដើម្បីអាចទទួលបានទិន្នផល 45 % ពេលដំណើរការ ។

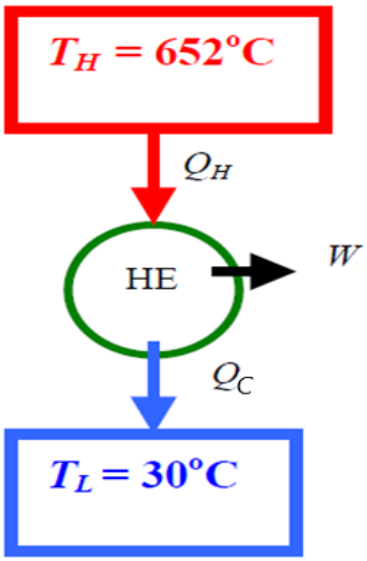
ក. បើសីតុណ្ហភាពនៅធុងត្រជាក់គឺ 120 °C តើសីតុណ្ហភាពនៅធុងក្តៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ខ. បើគេចង់បានទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះរហូតដល់ 75 % តើគេត្រូវបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពធុងត្រជាក់ប៉ុន្មាន?

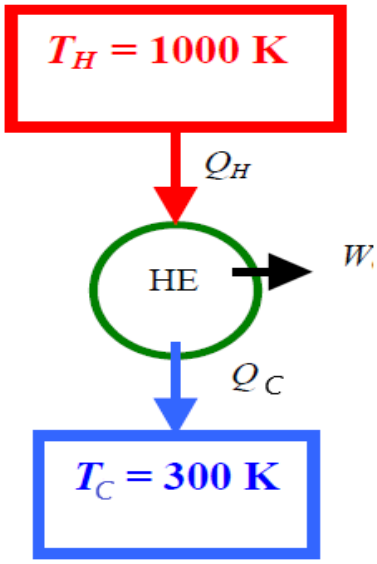
21. ម៉ាស៊ីនកាកណូមួយមានដំណើរការដោយទទួលថាមពលកម្តៅ 500 kJ នៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព 652 °C និង 30 °C ។

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីន។

ខ. គណនាបរិមាណកម្តៅដែលបញ្ចេញទៅបរិយាកាស។



22. វិស្វករគ្រឿងម៉ាស៊ីនម្នាក់ចង់ឌីសាញម៉ាស៊ីកម្តៅ១តាមចិត្តរបស់គាត់គឺមានទិន្នផល 80 % នៅពេលដែលដែលម៉ាស៊ីននេះនៅចន្លោះសីតុណ្ហភាព1000 K និង 300 K ។ គណនាទិន្នផលដែលគាត់ទទួលបានដោយនៅពេលដែលម៉ាស៊ីននេះចន្លោះសីតុណ្ហភាពខាងលើ ។



23. ម៉ាស៊ីនកម្តៅមួយបានបង្កើតកម្មន្ត 10.0 kJ និងបញ្ចេញកម្តៅ 8.50 kJ ទៅបរិស្ថានខាងក្រៅចំពោះដំណើរការក្នុង១សិច។

ក .តើថាមពលកម្តៅប៉ុន្មាន ដែលបានស្រូបដោយម៉ាស៊ីននេះ?

ខ .គណនាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីន។

24. ថាមពលកម្តៅ 2.56×10^{6} J ត្រូវបានស្រូបដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅ ដែលធ្វើឲ្យម៉ាស៊ីននេះអាចធ្វើកម្មន្តបាន 1.50×10^{5} J ។

ក . គណនាទិន្នផលរបស់ម៉ាស៊ីន។

ខ .តើកម្តៅផ្ទេរទៅបរិស្ថានខាងក្រៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

25. ក .គណនាកម្មន្តដែលបានបង្កើតឡើងដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅ១ ដែលមានទិន្នផល 22.0% និងដោយស្រូបថាមពលកម្តៅ 6.00×10^{9} J ។

ខ .តើកម្តៅផ្ទេរទៅបរិស្ថានខាងក្រៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

26. ម៉ាស៊ីនរបស់កាប៉ាល់ធំមួយធ្វើបានកម្មន្ត 2.00×10^8 J ជាមួយនឹងទិន្នផលកម្តៅរបស់ម៉ាស៊ីន 5.00 % ។

ក .តើកម្តៅផ្ទេរទៅបរិស្ថានខាងក្រៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ខ. តើប្រេងប៉ុន្មានធុងត្រូវបានប្រើប្រាស់ ប្រសិនបើប្រេងមួយធុងបានបង្កើតកម្តៅ 6.00×10^9 J ?

27. សន្មតថា ទួរប៊ីននៅរោងចក្រថាមពលអគ្គិសនីដើរដោយធ្យូងថ្មត្រូវបានធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង ដែលជាលទ្ធផលធ្វើឱ្យទិន្នផលរបស់វាកើនទៅដល់ 3.32 % ។ សន្មតថាមុនពេលធ្វើឱ្យប្រសើរឡើងរោងចក្រមានទិន្នផល 36% ហើយការផ្ទេរកម្តៅទៅក្នុងម៉ាស៊ីនក្នុងមួយថ្ងៃទៅឲ្យម៉ាស៊ីនគឺ 2.50×10^{14} J ។

ក. តើថាមពលអគ្គិសអគ្គិសនីត្រូវបានផលិតប៉ុន្មាន ដោយសារតែទួរប៊ីននៅក្នុងរោងចក្រត្រូវធ្វើឱ្យប្រសើរឡើង?

ខ. តើការផ្ទេរកម្តៅយ៉ាងតិចប៉ុន្មានទៅឲ្យបរិស្ថានដើម្បីធ្វើឱ្យមានទិន្នផលប្រសើរឡើង?

28. ម៉ាស៊ីនសាំងមួយមានទិន្នផល ៣0 %។ តើសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកក្តៅនឹងត្រូវតែប្រើប្រាស់ដើម្បីផលិតទិន្នផលនោះ ប្រសិនបើវាដំណើរការជាមួយសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកត្រជាក់មានសីតុណ្ហភាព 200 °C ?

29. ក. គណនាសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកក្តៅរបស់ម៉ាស៊ីនកាកណូមានទិន្នផល 42.0 % និងសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកត្រជាក់ 27.0 °C ។

ខ .តើសីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកក្តៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន សម្រាប់ម៉ាស៊ីនកម្តៅពិតដែលបង្កើតទិន្នផលត្រឹមតែ ០៧0.នៃទិន្នផលអតិបរមា ប៉ុន្តែម៉ាស៊ីនកាកណូនៅតែមានទិន្នផល 42.0 % និងប្រើប្រាស់សីតុណ្ហភាពអាងស្តុកទឹកត្រជាក់ 27.0 °C ដដែល។

គ .តើចម្លើយរបស់អ្នកអាចអនុវត្តជាក់ស្តែង ចំពោះទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនសាំងរថយន្តដែរ ឬទេ?

30. ម៉ាស៊ីនចំហាយដែលគេអនុវត្តជាក់ស្តែង១ ត្រូវបានប្រើប្រាស់ចំហាយទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព $450\ ^{\circ}C$ ដែលក្រោយមកវាត្រូវបានបញ្ចេញកម្តៅចេញពីធុងដែលទទួលកម្តៅសម្រាប់ដំណើរការនៃម៉ាស៊ីនចំនួន $270\ ^{\circ}C$ ។

ក. គណនាទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះ។

ខ. ដោយសារចំហាយកម្តៅដែលមានសីតុណ្ហភាព នៅតែក្តៅខ្លាំង ពេលខ្លះម៉ាស៊ីនចំហាយទីពីរគឺត្រូវបានដាក់ដំណើរការបន្តទៀត ។ គណនាទិន្នផលអតិបរមារបស់ម៉ាស៊ីនទី ២ ប្រសិនវាបញ្ចេញចំហាយកម្តៅចេញពីធុងមានសីតុណ្ហភាព ?

គ. តើម៉ាស៊ីនទាំងពីរមានទិន្នផលសរុបប៉ុន្មាន?

ឃ. ប្រសិនបើម៉ាស៊ីនទាំងពីរ ត្រូវបានជំនួសដោយម៉ាស៊ីនកម្តៅតែមួយហើយដំណើរការរវាងសីតុណ្ហភាព $450\ ^{\circ}C$ និង $150\ ^{\circ}C$ ។ តើទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីននេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន ? ចូរប្រៀបធៀបចម្លើយរបស់អ្នកនៅចំណុច(ឃ) នេះ ទៅនឹងចំណុច(គ) ដោយពន្យល់ពីលទ្ធផលរបស់អ្នក ។

សូមអរគុណ

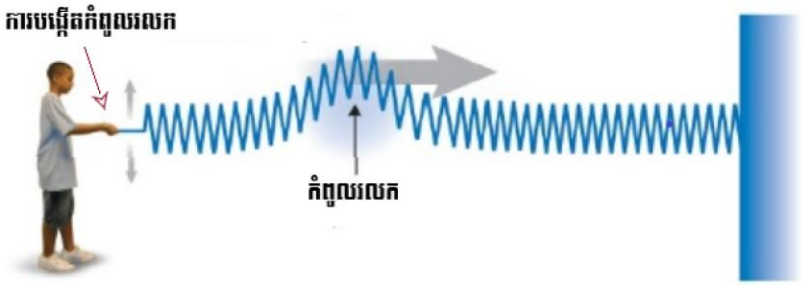
ជំពូកទី២ រលក

I. និយមន័យ និងប្រភេទនៃរលកមេកានិច

រលកមេកានិច គឺជាចលនាលំយោលដែលនាំថាមពលពីចំណុចមួយទៅចំណុចផ្សេងទៀត។ ជាទូទៅរលកត្រូវបានកើតឡើងដោយប្រភពនៃរលកបានយោលចុះយោលឡើង និងធ្វើឲ្យរញ្ជួយមជ្ឈដ្ឋានឬធាតុនៃរលក(ខ្សែ ឬទឹក) បន្ទាប់មករលកក៏ត្រូវបាបង្កើតឡើង និងដាលពីចំណុចមួយទៅចំណុចផ្សេងទៀត។

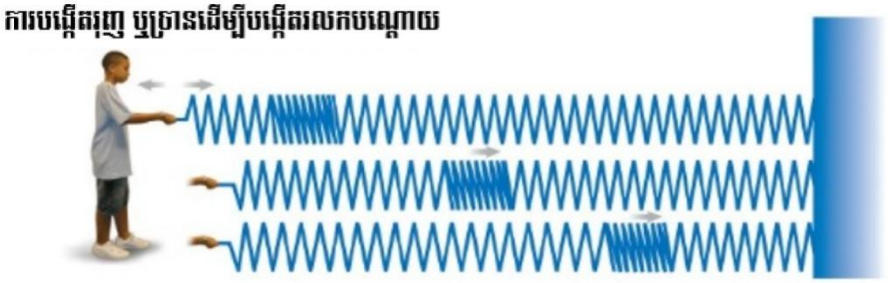
រលកមេកានិចត្រូវបានគេចែកចេញជាពីរប្រភេទ ៖

- **រលកទទឹង** គឺជារលកមួយដែលមានធាតុនៃរលកផ្លាស់ទីកែងនឹងទិសដៅដំណាលរលក(រូបទី១) ។



រូបទី១៖ការបង្កើតរលកទទឹងដោយផ្លាស់ទីចុងនៃរីស៉ូម្ខាងឡើងលើចុះក្រោម

- **រលកបណ្តោយ** គឺជារលកមួយដែលមានធាតុនៃរលកផ្លាស់ទីស្របនឹងទិសដៅដំណាលនៃរលក (រូបទី២) ។



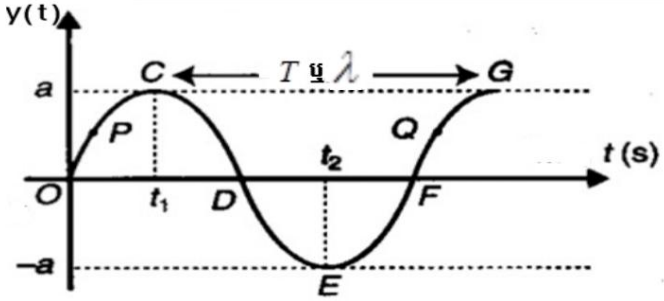
រូបទី២៖ការបង្កើតរលកបណ្តោយដោយរុញ និងទាញចុងម្ខាងនៃរីស៉ូ

II. ការពណ៌នាពីរលក:

រលកទាំងពីរនេះត្រូវបានបានបង្កើតជាចលនាអាម៉ូនិចងាយ និងផ្លាស់ទីនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានណាមួយដែលត្រូវបានតាងដោយអនុគមន៍ស៊ីនុយសូអ៊ីតមានរាងដូចរូបទី៣ និងមានសមីការទូទៅ:

$$y(t) = a\sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

- ក្រាបនៃបម្លាស់ទីរបស់ភាគល្អិតនៃរលកធៀបនឹពេល៖



រូបទី៣៖ រាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត $y(t) = a\sin(\omega t + \varphi)$.m

ដើម្បីពណ៌នាអំពីរលកនេះគេត្រូវ សិក្សាទៅលើមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការបង្កើតរលក និងមជ្ឈដ្ឋានដែលរលកដាលដែលអាស្រ័យទៅនឹង ល្បឿនរលក អំព្លីទុត ដំហ៊ានរលក ខួប ប្រេកង់ និងផាសនៃរលក ដោយធ្វើការគូសក្រាបនៃបម្លាស់ទីរបស់ភាគល្អិតធៀបនឹងពេលរូបទី៣ ៖

1. ***អំព្លីទុត*** (a) គឺជាបម្លាស់ទីអតិបរមាននៃរលកធៀបនឹងទីតាំងលំនឹង (ចម្ងាយពី O ទៅ a ឬ ចម្ងាយពី O ទៅ-a) ។
2. ***ខួបនៃរលក*** (T) គឺជារយៈពេលដែលខ្លីបំផុតរវាងចំណុចណាមួយ ទៅចំណុចបន្ទាប់ដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងវិញដោយដំណាលនៃរលក ឬរយៈពេលដែលរលកដាលបានមួយលំយោលពេញ (ចម្ងាយពីចំណុច C ទៅ G) ។
3. ***ប្រេកង់*** (f) គឺចំនួនលំយោលក្នុងមួយវិនាទី ដែលមានតម្លៃស្មើនឹងចម្រាស់នៃខួប ។

   គេបាន: $\boxed{f=\frac{1}{T}}$ (៣)

   – f : ល្បឿននៃរលក $\left(s^{-1}\right)$ ឬ (Hz) – $T=\frac{2\pi}{\omega}$: ខួបនៃរលក (s) – $\omega=2\pi f$: ប្រេកង់មុំ (rad/s)
4. ***ល្បឿននៃរលក*** (v) គឺសំដៅទៅលើការផ្លាស់ទីរបស់កំពូលរលក (Δd) ក្នុងចន្លោះរយៈពេល (Δt) (ស្រមោលនៃព្រួញធំត្រង់កំពូលរលកដូចបានបង្ហាញក្នុងរូបទី១) ។ ល្បឿននៃរលកនេះប្រៀបដូចជាល្បឿនរបស់រថយន្តដែរ ។

   គេបាន: $\boxed{v=\frac{\Delta d}{\Delta t} \text{ ឬ } v=\frac{\lambda}{T}}$ (៥)

   – v: ល្បឿននៃរលក (m/s)
   – λ : ជំហាននៃរលក (m)
   – T : ខួបនៃរលក (s)
   – $\Delta d=d_2-d_1$: បម្លាស់ទីនៃរលក (m)
   – $\Delta t=t_2-t_1$: ចន្លោះពេលនៃបម្លាស់ទីនៃរលក (s)
5. ***ជំហានរលក*** (λ) គឺជាចម្ងាយដែលខ្លីបំផុតរវាងចំណុចណាមួយ ទៅចំណុចបន្ទាប់ដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងវិញដោយដំណាលនៃរលក ឬចម្ងាយដែលរលកដាលបានមួយលំយោលពេញ (ចម្ងាយពីចំណុច C ទៅ G) ។ ជំហាននៃរលកត្រូវបានកំណត់តាងដោយផលគុណនៃល្បឿនរបស់រលក ទៅនឹងរយៈពេលដែលវាផ្លាស់ទីបាន១ខួប ។

   គេបាន: $\boxed{\lambda=vT \text{ ឬ } \lambda=\frac{2\pi}{k}}$ (៤)

   – λ : ជំហាននៃរលក (m)
   – v: ល្បឿននៃរលក (m/s)
   – T : ខួបនៃរលក (s)
   – k :ចំនួនរលក (rad/m) ឬ $\left(m^{-1}\right)$
6. ***ផាសនៃរលក*** (φ) គឺជាតម្លៃនៃមុំដែលស្ថិតនៅក្នុងវង់ក្រចកនៃអនុគមន៍ស៊ីនុស ឬកូស៊ីនុសរបស់រលក និងត្រូវបានគិតជាដឺក្រេ ឬរ៉ាដ្យង់ ។

មេរៀនទី១ គោលការណ៍តម្រូតនៃរលកតម្រូត និងរលកជាញ្ជុំ

I. គោលការណ៍តម្រូតនៃរលក

គោលការណ៍រលកតម្រូតពោលថា " កាលណារលកពីរ ឬច្រើនដាលក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតែមួយ នោះរលកផ្ទួបស្មើនឹងផលបូកពិជគណិតនៃអនុគមន៍រលកនីមួយៗបញ្ចូលគ្នា " ។

គេបាន: $y = y_1 + y_2 + ... + y_n$ (១) និង មានរាងទូទៅ $y = A\sin(\omega t + \varphi)$ (២)

ឧបមាថា គេមានរលកពីរ $y_1 = a\sin(\omega t + \varphi_1)$ (m)និង $y_2 = a\sin(\omega t + \varphi_1)$ (m)។ រកសមីការនៃរលកតម្រូត និង អំពីទុតនៃរលកតម្រូត និងដាសដើមនៃរលកលកតម្រូតទាំងពីរនេះ ។

ចម្លើយ: រកសមីការតម្រូតនៃរលកទាំងពីរនេះ

របៀបរកសមីការនៃរលកតម្រូត គឺមានពីរករណី គឺ

1. **ករណីអំពីទុតដូចគ្នា** $a_1 = a_2 = a$:

តាមគោលការណ៍នៃរលកតម្រូត: $y = y_1 + y_2$

ដោយ : $y_1 = a\sin(\omega t + \varphi_1)$ (m)

: $y_2 = a\sin(\omega t + \varphi_1)$ (m)

រូបមន្តត្រីកោណមាត្រ:

1. $\sin a + \sin b = 2\sin\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$
2. $\cos a + \cos b = 2\sin\left(\frac{a-b}{2}\right)\cos\left(\frac{a+b}{2}\right)$

យើងបាន : $y = a\sin(\omega t + \varphi_1) + a\sin(\omega t + \varphi_1)$

$= a\left[\sin(\omega t + \varphi_1) + \sin(\omega t + \varphi_1)\right]$

$= 2a\sin\left(\frac{(\omega t + \varphi_1) + (\omega t + \varphi_2)}{2}\right)\cos\left(\frac{(\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2)}{2}\right)$

$= 2a\sin(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2})\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$

$= 2a\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)\sin\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$

ដូចនេះសមីការរលកតម្រូតគឺ $y = 2a\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)\sin\left(\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right).(\mathrm{m})$ (៣)

តាមរាងទូទៅនៃរលកតម្រូត: $y = a\sin(\omega t + \varphi)$

ដូចនេះ៖ អំពីទុតនៃរលកតម្រូតគឺ $A = 2a\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right).(\mathrm{m})$ (៤)

៖ ជាសដើមនៃរលកតម្រួតគឺ $\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.(\text{rad})$ (៥)

2. **ករណីអំពីទុតខុសគ្នា:** $a_1 \neq a_2 \neq a$

តាមគោលការណ៍នៃរលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2$

ដោយ : $y_1 = a\sin(\omega t + \varphi_1)\,(\text{m})$

: $y_2 = a\sin(\omega t + \varphi_1)\,(\text{m})$

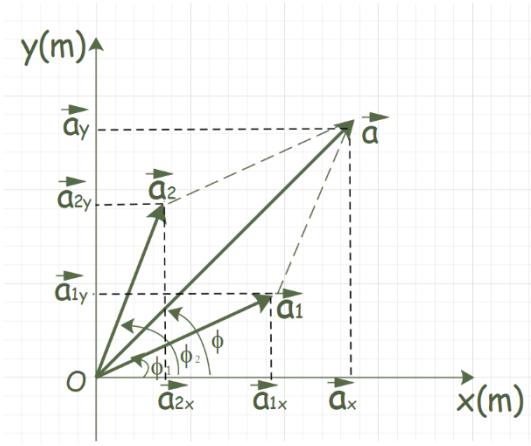
យើងបាន : $y = a\sin(\omega t + \varphi_1) + a\sin(\omega t + \varphi_1)$

តាមសំណង់ប្រៃណែល(រូបទី....)

យើងបាន : $a = \sqrt{a_x{}^2 + a_y{}^2}$

ដោយ : $a_x = a_1\cos\varphi_1 + a_2\cos\varphi_2 + ... + a_n\cos\varphi_n$

: $a_y = a_1\sin\varphi_1 + a_2\sin\varphi_2 + ... + a_n\sin\varphi_n$



រូបទី១៖ សំណង់ប្រៃណែល

- តាមរូបមន្ត : $\tan\varphi = \frac{a_y}{a_x} = \frac{a_1\sin\varphi_1 + a_2\sin\varphi_2 + ... + a_n\sin\varphi_n}{a_1\cos\varphi_1 + a_2\cos\varphi_2 + ... + a_n\cos\varphi_n}$

  យើងបាន : $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

ដូច្នេះ៖ សមីការនៃរលកតម្រួតគឺ $y = A\sin(\omega t + \varphi)$ (៦)

៖ អំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a = \sqrt{a_x{}^2 + a_y{}^2}$ (៧)

៖ ជាសនៃរលកតម្រួតគឺ $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$ (៨)

ឧទាហរណ៍ទី១ រលកស៊ីនុយសូអ៊ីពីរត្រូវបានតាងដោយសមីការ

$y_1(t) = (4.00\text{ mm})\sin\left[120(\text{rad/s})t\right]$ និង $y_2(t) = (3.00\text{ mm})\sin\left[120(\text{rad/s})t + \frac{\pi}{3}(\text{rad})\right]$ ។

ក. គណនាអំពើទុត និងជាសដើមនៃរលកតម្រួត ដោយប្រើសំណង់ប្រៃណែល ។

ខ. សរសេរសមីការលកតម្រួត ។

ចម្លើយ

➢ ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

នៅពេលមានរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរ ឬច្រើនដាលនៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតែមួយ ដើម្បីរកសមីការរលកតម្រួត យើងត្រូវប្រើប្រាស់គោលការណ៍រលកតម្រួត $y = y_1 + y_2 + ... + y_n = a\sin(\omega t + \varphi)$ និងសំណង់ប្រៃណែល (ដូចបង្ហាញនៅក្នុងរូបទី១) ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះយើងត្រូវប្រើសង់សំណង់ប្រៃណែលដូចរូបទី១ និងរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

- អំពីទុតនៃរលកតម្រួត: $a=\sqrt{a_x{}^2+a_y{}^2}$

ដែល : $a_x=a_1\cos\varphi_1+a_2\cos\varphi_2+....+a_n\cos\varphi_n$

: $a_y=a_1\sin\varphi_1+a_2\sin\varphi_2+....+a_n\sin\varphi_n$

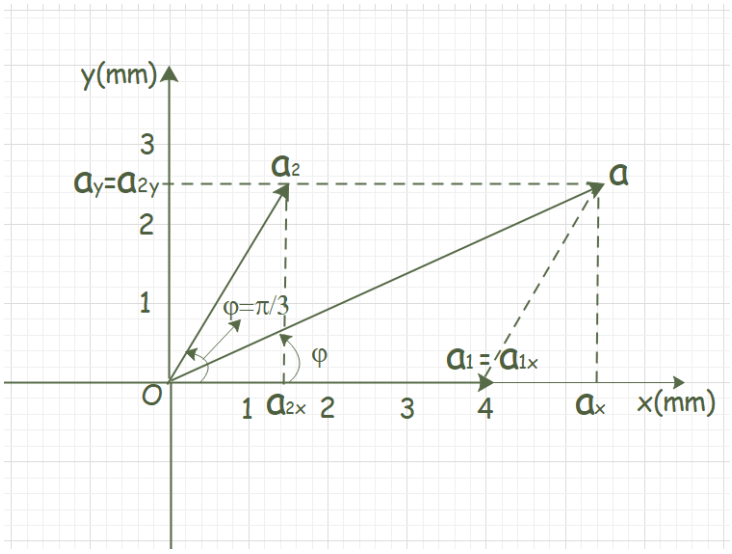
- ជាសនៃរលកតម្រួត: $\varphi=\tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$ ។

- គោលការណ៍រលកតម្រួត: $y=y_1+y_2+....+y_n=a\sin(\omega t+\varphi)$ ។

- ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. គណនាអំពីទុត និងជាសដើមនៃរលកតម្រួត

- សង់សំណង់ប្រៃណែល:



- រកអំពីទុតនៃរលកតម្រួត

តាមរូបមន្ត : $a=\sqrt{a_x{}^2+a_y{}^2}$

ដោយ : $a_x=a_1\cos\varphi_1+a_2\cos\varphi_2=(4.00\text{ mm})\cos(0\text{ rad})+(3.00\text{ mm})\cos\left(\frac{\pi}{3}\text{ rad}\right)=5.50\text{ mm}$

: $a_y=a_1\sin\varphi_1+a_2\sin\varphi_2=(4.00\text{ mm})\sin(0\text{ rad})+(3.00\text{ mm})\sin\left(\frac{\pi}{3}\text{ rad}\right)=6.10\text{ mm}$

យើងបាន: $a=\sqrt{(5.50\text{ mm})^2+(2.60\text{ mm})^2}=6.10\text{ mm}=6.10\times10^{-3}\text{ m}$

ដូចនេះ អំព្លីទុតនៃរលកតម្រួត គឺ $a = 6.10\times10^{-3}\ \text{m}$ ។

➢ រកផាសនៃរលកតម្រួត:

តាមរូបមន្ត : $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

ដោយ: $a_y = 2.60\ \text{mm}$

: $a_x = 5.50\ \text{mm}$

យើងបាន : $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{2.60\ \text{mm}}{5.50\ \text{mm}}\right) = 0.44\ \text{rad}$

ដូចនេះផាសដើមនៃរលកតម្រួតគឺ $\varphi = 0.44\ \text{rad}$ ។

ខ. សរសេរសមីការរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \varphi)$

ដោយ : $a = 6.10\times10^{-3}\ \text{m}$

: $\varphi = 0.44\ \text{rad}$

យើងបាន: $y = \left(6.10\times10^{-3}\ \text{m}\right)\sin\left[(120\ \text{rad/s})t + 0.44\ \text{rad}\right]$

ដូចនេះសមីការរលកតម្រួត គឺ $y = \left(6.10\times10^{-3}\ \text{m}\right)\sin\left[(120\ \text{rad/s})t + 0.44\ \text{rad}\right]$ ។

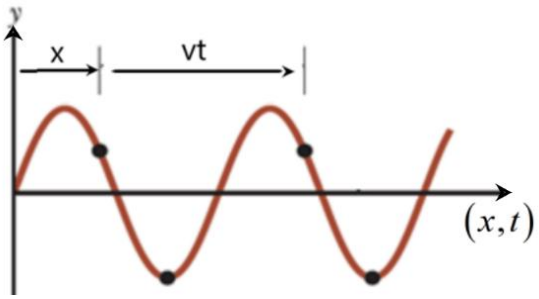
➢ ***ជំហានទី៤ ផ្សាំងផ្ទាត់***

ឆ្លងតាមគណនារកសមីការរលកតម្រួតរួចមក យើងសង្កេតឃើញថាអំព្លីទុតនៃរលកតម្រួត និងផាសដើមនៃរលកតម្រួតគឺត្រូវបានរកឃើញយ៉ាងងាយស្រួលដោយប្រើសំណង់ប្រៃណែល ។

II. <u>រលកជង្ហុំ</u>

បើរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរមានអំព្លីទុត ប្រេកង់ និងជំហានរលកដូចគ្នាផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា មកកាត់គ្នាត្រង់ចំណុចថេរមួយ នៅក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតែមួយបង្កើតបានជា ***រលកជង្ហុំ*** ។

❖ ***<u>រកសមីការរលកដែលជាលទៅស្តាំ:</u>***



រូបទី២: រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតជាលទៅស្តាំ

- បម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកត្រង់ទីតាំងxនៅខណៈ $t = 0\text{s}$ គឺ $y(x,t=0) = A\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

- នៅខណៈ t រលកបានផ្លាស់ទីទៅស្តាំដោយល្បឿន v នោះចម្ងាយ $x_1 = vt$ ស្ថិតនៅខាងស្តាំពីទីតាំង x ហើយភាគល្អិតនៃរលកកំពុងយោលធៀបអ័ក្សឈរមានលក្ខណៈដូចនឹងនៅខណៈ $t = 0s$ ដែរ នោះអាចជំនួស x នៅក្នុង $y(x,0)$ ដោយ : $x - x_1$ ឬ $x - vt$

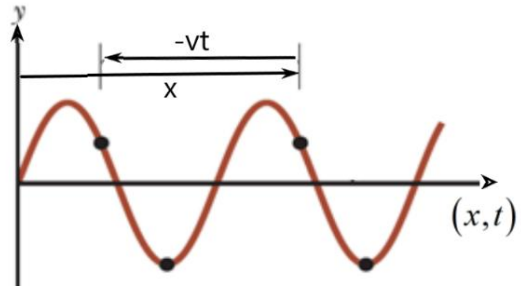
យើងបាន : $y(x-vt,t) = A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}\times(x-vt)\right]$

$$= A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{\lambda}vt\right]$$

$$= A\sin(kx-\omega t)$$

ដូចនេះសមីការរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដែលដាលទៅស្តាំគឺ $\boxed{y = A\sin(kx-\omega t)}$ (៩)

❖ ***<u>រកសមីការរលកដែលដាលទៅឆ្វេង:</u>***



រូបទី៣: រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដាលទៅឆ្វេង

- បម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកត្រង់ទីតាំងxនៅខណៈ $t = 0s$ គឺ $y(x,t=0) = A\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)$
- នៅខណៈ t រលកបានផ្លាស់ទីទៅឆ្វេងដោយល្បឿន v នោះចម្ងាយ $x_1 = -vt$ ស្ថិតនៅខាងឆ្វេងពីទីតាំង x ហើយភាគល្អិតនៃរលកកំពុងយោលធៀបអ័ក្សឈរមានលក្ខណៈដូចនឹងនៅខណៈ $t = 0s$ ដែរ នោះអាចជំនួស x នៅក្នុង $y(x,0)$ ដោយ : $x - x_1$ ឬ $x + vt$

យើងបាន : $y(x+vt,t) = A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}\times(x+vt)\right]$

$$= A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{2\pi}{\lambda}vt\right]$$

$$= A\sin(kx+\omega t)$$

ដូចនេះសមីការរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដែលដាលទៅឆ្វេងគឺ $\boxed{y = A\sin(kx+\omega t)}$ (90)

❖ **<u>ទីធីសាស្ត្រដើម្បីរកសមីការរលកជាផ្សុំ</u>**

គោលការណ៍រលកជាផ្សុំ៖ $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + kx) + a\sin(\omega t - kx)$

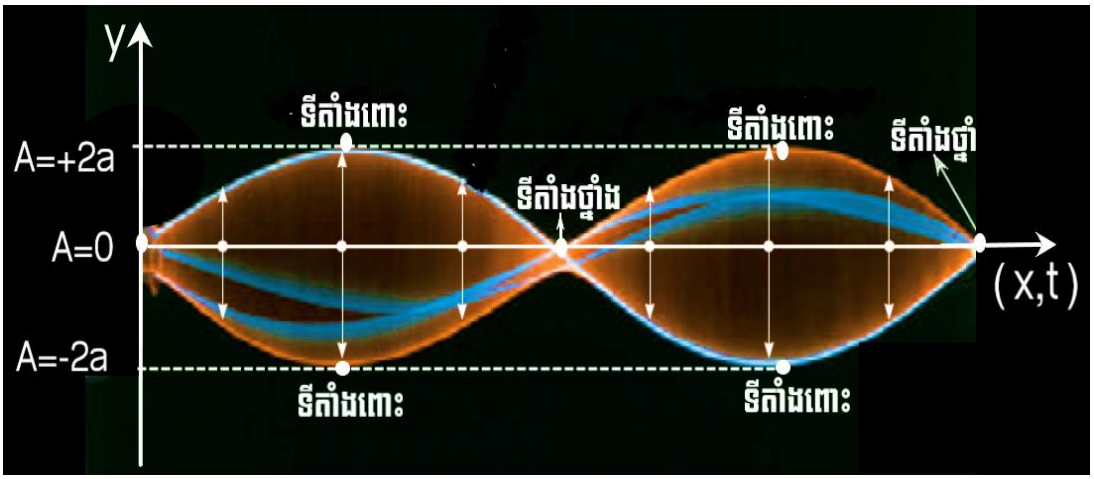
$$= a\left[\sin(kx+\omega t) + \sin(kx-\omega t)\right]$$

3. $\sin a + \sin b = 2\sin\left(\frac{a+b}{2}\right)\cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$

$$= a\left[\sin(kx+\omega t)+\sin(kx-\omega t)\right]$$
$$= 2a\sin\left(\frac{\omega t+kx+kx-\omega t}{2}\right)\cos\left(\frac{\omega t+kx-(kx-\omega t)}{2}\right)$$
$$= 2a\sin(kx)\cos(\omega t)$$

ដូចនេះសមីការរលកជង្រុំគឺ $\boxed{y=2a\sin(kx)\cos(\omega t)}$ (១១) និងមានអំពីទុត $\boxed{A=2a\sin(kx)}$ (១២)

តាមសមីការ(១១) យើងសង្កេតថាអនុគមន៍ $y=2a\sin(kx)\cos(\omega t)$ ធ្វើចលនាអាម៉ូនិចអាស្រ័យនឹង $\cos(\omega t)$ និងមានអំពីទុតប្រែប្រួលតាមតម្លៃ $\sin(kx)$ ដែលបង្កើតបានទីតាំងដែលត្រូវនឹងអំពីទុតសូន្យ (ទីតាំងថ្នាំង) និងទីតាំងដែលត្រូវនឹងអំពីទុតអតិបរមា(ទីតាំងពោះ) ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី៤ខាងក្រោម៖



រូបទី៤៖ បង្ហាស់ទីនៃរលកជង្រុំដុំវិញទីតាំងលំនឹង ដែលបង្កើតជាទីតាំងថ្នាំង និងទីតាំងពោះ

1. ទីតាំងពោះ(ទីតាំងអំពីទុតអតិបរមា)នៃរលកជង្រុំ:

ដើម្បីឲ្យបម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកជង្រុំស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងមានអំពីទុតអតិបរមានៃរលកជង្រុំលុះត្រាតែ:

$A=\pm 2a$

យើងបាន : $sin(kx)=\pm 1$

$$\sin(kx)=\sin\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right)$$
$$kx=\frac{\pi}{2}+n\pi \quad ,k=\frac{2\pi}{\lambda}$$
$$\frac{2\pi}{\lambda}x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\pi$$
$$x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}$$

ដូចនេះទីតាំងអំពីទុតអតិបរមាគឺ $\boxed{x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}}$ ដែល $(n=0,1,2,3,....)$ (១៣)

2. ទីតាំងថ្នាំង(ទីតាំងអំពីទុតសូន្យ)នៃរលកជង្រុំ:

ដើម្បីឲ្យបម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកជង្រុំស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងថ្នាំងមានអំព្លីទុតអតិបរមានៃរលកជង្រុំលុះត្រាតែ:

$A=0$

យើងបាន : $sin(kx)=0$

$$\sin(kx)=\sin(n\pi)$$

$$kx=n\pi \quad , k=\frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda}x=n\pi$$

$$x=n\frac{\lambda}{2}$$

ដូចនេះទីតាំងអំព្លីទុតអតិបរមា គឺ $\boxed{x=n\frac{\lambda}{2}}$ ដែល $(n=0,1,2,3,....)$ (១៤)

ឧទាហរណ៍ទី២ រលក២ដាលតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា: $y_1(x,t)=(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]$ និង $y_2(x,t)=(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]$ ។ រលកទាំងពីរនេះត្រូវបានដាលកាត់គ្នាត្រង់ចំណុចថេរមួយ បង្កើតបានជារលកជង្រុំមួយ។

ក. សរសេរសមីការរលកជង្រុំ និងគណនាអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកជង្រុំនៅត្រង់ទីតាំង $x=\frac{\pi}{16}$ m ។

ខ. កំណត់ទីតាំងពោះត្រង់អំព្លីទុតអតិបរមា ។

គ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងត្រង់អំព្លីទុតស្មើសូន្យ ។

ចម្លើយ

- ***ជំហានទី១ យល់ពីប្រធានលំហាត់***

យើងបានដឹងច្បាស់ហើយថា នៅពេលដែលរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរមានមានអំព្លីទុត ប្រេកង់ និងជំហានរលកផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា ហើយតម្រួតនៃរលកទាំងពីនោះបង្កើតបានជា ***រលកជង្រុំ*** ។ រលកជង្រុំនេះមានរូបរាងជារលកថ្មី(ដូចរូបទី៤) ហើយមានការកំណត់សម្គាល់ទីតាំងសំខាន់ៗ ចំនួនពីរគឺ ទីតាំងពោះ(ទីតាំងថ្នាខ្ពស់ជាងគេ ដែលត្រូវនឹងទីតាំងអំព្លីទុតអតិបរមា) និងទីតាំងថ្នាំង(ទីតាំងថ្នាខ្ពស់ជាងគេ ដែលត្រូវនឹងទីតាំងអំព្លីទុតមានតម្លៃស្មើសូន្យ) ។

- ***ជំហានទី២ កំណត់ប្រភេទលំហាត់***

ដើម្បីដោះស្រាយលំហាត់នេះយើងត្រូវចេះគោលការណ៍ និងរូបមន្តមួយចំនួនដូចជា៖

- គោលការណ៍រលកជង្រុំ: $y=y_1+y_2=2a\sin(kx)\cos(\omega t)$
- ទីតាំងថ្នាំង : $x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}$ ដែល $(n=0,1,2,3,....)$
- ទីតាំងពោះ : $x=n\frac{\lambda}{2}$ ដែល $(n=0,1,2,3,....)$ ។

➢ ***ជំហានទី៣ ការគណនា***

ក. សរសេរសមីការរលកជង្រុំ និងគណនាអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកជង្រុំនៅត្រង់ $x=\frac{\pi}{16}$ m

តាមគោលការណ៍រលកជង្រុំ: $y=y_1+y_2$

ដោយ : $y_1(x,t)=(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]$

: $y_2(x,t)=(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]$

យើងបាន : $y=(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]+(5\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]$

$=(5\text{ cm})\left[\sin\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]+\sin\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]\right]$

តែ: $\sin A+\sin B=2\sin\left(\frac{A+B}{2}\right)\cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$

នាំឲ្យ: $y=(5\text{ cm})(2\sin\left[\frac{\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]+\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]}{2}\right]$

$\times\cos\left[\frac{\left[(8\text{ rad/m})x+(10\text{ rad/s})t\right]-\left[(8\text{ rad/m})x-(10\text{ rad/s})t\right]}{2}\right])$

$=(2\times5\text{ cm})\sin\left[\frac{(8\text{ rad/m})x+(8\text{ rad/m})x}{2}\right]\cos\left[\frac{(10\text{ rad/s})t+(10\text{ rad/s})t}{2}\right]$

$=(10\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x\right]\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right]$

ដោយ : $x=\frac{\pi}{16}$ m

នោះ $y=(10\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})\left(\frac{\pi}{16}\text{ m}\right)\right]\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right]$

$=(10\text{ cm})\sin\left[\left(\frac{\pi}{2}\text{ rad}\right)\right]\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right],\sin\left[\left(\frac{\pi}{2}\text{ rad}\right)\right]=1$

$=(10\text{ cm})\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right]$

ដូចនេះ សមីការរលកជង្រុំគឺ $y=(10\text{ cm})\sin\left[(8\text{ rad/m})x\right]\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right]$ និងអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកនៅត្រង់ $x=\frac{\pi}{16}$m គឺ $y=(10\text{ cm})\cos\left[(10\text{ rad/s})t\right]$។

ខ. កំណត់ទីតាំងពោះត្រង់អំពីទុតអតិបរមា

ដើម្បីឲ្យអំពីទូតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$$\sin(kx)=\pm1$$

$$\sin(kx)=\sin\left(n\frac{\pi}{2}\right)$$

$$kx=n\frac{\pi}{2}$$

$$x=\frac{n}{k}\frac{\pi}{2}\quad ,k=8\text{ rad/m}$$

$$x=\frac{n}{(8\text{ rad/m})}\frac{\pi}{2}$$

$$=n\frac{\pi}{16}.\text{m}\ ,\ n=0,1,2.....$$

- ចំពោះ $n=1:x=1\frac{\pi}{16}=0.20\text{ m}$ ។
- ចំពោះ $n=2:x=2\frac{\pi}{16}=0.40\text{ m}$ ។
- ចំពោះ $n=3:x=3\frac{\pi}{16}=0.60\text{ m}$ ។

គ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងត្រង់អំពីទុតស្មើសូន្យ

ដើម្បីឲ្យអំពីទូតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$$\sin(kx)=0$$

$$\sin(kx)=\sin\left[\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\text{rad}\right]$$

$$kx=\left[\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\text{rad}\right]$$

$$x=\frac{1}{k}\left[\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\text{rad}\right]\quad ,k=8\text{ rad/m}$$

$$x=\frac{1}{(8\text{rad/m})}\left[\left(n\pi+\frac{\pi}{2}\right)\text{ rad}\right]$$

$$=\frac{2\pi}{8}\left(\frac{n}{2}+\frac{1}{4}\right)\text{ m}$$

$$=\frac{\pi}{4}\left(\frac{n}{2}+\frac{1}{4}\right)\text{ m}$$

$$=0.78(0.5n+0.25)\text{ m},\ n=0,1,2.....$$

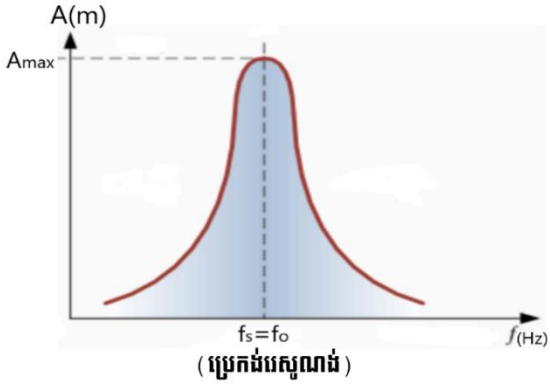
- ចំពោះ $n=1:x=0.78(0.5(1)+0.25)\text{m}=0.78(0.75)\text{m}=0.60\text{ m}$ ។
- ចំពោះ $n=2:x=0.78(0.5(2)+0.25)\text{m}=0.78(1.25)\text{ m}=0.97\text{ m}$ ។
- ចំពោះ $n=3:x=0.78(0.5(3)+0.25)\text{m}=0.78(1.75)\text{m}=1.36\text{ m}$ ។

➢ ***ជំហានទី៤ ផ្សៀងផ្គាត់***

ឆ្លងតាមការគណនារូចមក លំហាត់នេះបានធ្វើឲ្យយើងស្គាល់ច្បាស់ពីការរកសមីការរលកជង្រុំ យ៉ាងច្បាស់ដោយត្រឹមត្រូវស្របជាមួយគោលការណ៍តម្រួតនៃរលកជង្រុំ ($y= y_1 + y_2 = 2a\sin(kx)\cos(\omega t)$) និងបានបញ្ជាក់ពីទាំងពីរ គឺទីតាំងថ្នាំង : $x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}$ និងទីតាំងពោះ : $x=n\frac{\lambda}{2}$ ។

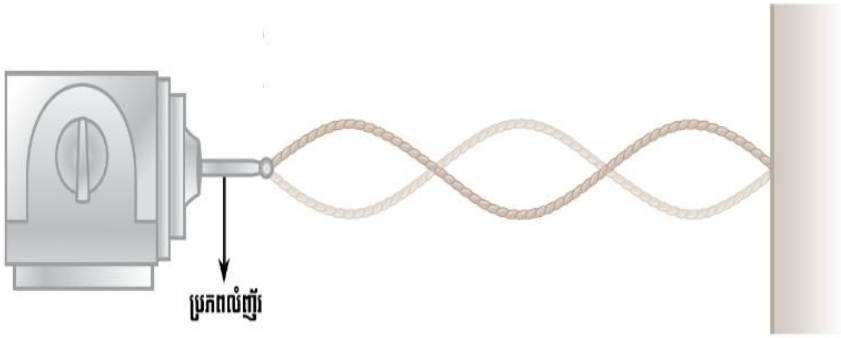
III. បាតុភូតរេសូណង់ (*resonace*)

បាតុភូតរេសូណង់ ត្រូវបានកើតឡើងនៅពេលដែលប្រព័ន្ធមួយកំពុងតែញ័រ ឬយោលដោយប្រេកង់របស់វាផ្ទាល់(ប្រេកង់ធម្មជាតិ) ហើយប្រព័ន្ធនេះត្រូវបានទទួលរងនូវកម្លាំងនៃលំញ័រដែលមានប្រេកង់ មានតម្លៃស្មើនឹងប្រេកង់ធម្មជាតិរបស់ប្រព័ន្ធ បន្ទាប់មកបណ្តាលឲ្យប្រព័ន្ធលំញ័របានបង្កើតអំពីទុតមានអតិបរមា(ដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី៥)។ ចំពោះតម្លៃប្រេកង់ដែលត្រូវគ្នារវាងប្រេកង់ធម្មជាតិនៃប្រព័ន្ធ និងប្រេកង់ដែលទទួលដោយប្រព័ន្ធ ហៅថា **ប្រេកង់រេសូណង់** ។



រូបទី៥៖ អំពីទុតនៃលំញ័រមានតម្លៃអតិបរមា(បាតុភូតរេសូណង់)

- ***ឧទាហរណ៍ទី១៖*** ចំពោះខ្សែមួយមិនយឺតត្រូវបានចងភ្ជាប់ចុងម្ខាងរបស់វាទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ និងចុងម្ខាងទៀតត្រូវបានចងភ្ជាប់ទៅនឹងឧបករណ៍ដែលជាប្រភពលំញ័រ(ដូចរូបទី៦)។ ចំពោះប្រេកង់គ្រឹះ(ប្រេកង់នៅលំដាប់ទី១) ត្រូវបានចាត់ទុកជាប្រេកង់ធម្មជាតិរបស់ខ្សែនេះ បន្ទាប់មកទៀតគេបានធ្វើឲ្យប្រភពលំញ័រ ដោយប្រេកង់ដូចនឹងប្រេកង់ធម្មជាតិរបស់ខ្សែ ដែលនៅពេលនោះរលកដែលបង្កើតដោយប្រភពលំញ័របានដាលទៅដល់ចុងម្ខាងនៃខ្សែដែលកំពុងចងភ្ជាប់ទៅនិងចំណុចនឹង បន្ទាប់មកបានដាលត្រឡប់មកវិញដោយរក្សាជាសមានតម្លៃថេរបានបង្កើតបានជារលកជង្រុំដែលមាន អំពីទុតអតិបរមា។



- ***ឧទាហរណ៍ទី២*** ៖ ក្មេងម្នាក់កំពុងតែអង្គុយយោលទោងដោយប្រេកង់ថេរមួយ(ប្រេកង់ធម្មជាតិ) ហើយម្តាយរបស់គាត់បានប្រើកម្លាំងរុញគាត់បន្ថែមទៀតដោយ(កម្លាំងដៃរបស់គាត់មានប្រេកង់ប្រេកង់ដូចនឹងប្រេកង់នៃទោង) ដែលធ្វើឲ្យទោងរបស់ក្មេងម្នាក់នោះផ្លាស់ទីបានខ្ពស់ជាងមុន(អំពីទុតមានតម្លៃអតិបរមាដូចបង្ហាញក្នុងរូបទី៧) ។



រូបទី៧៖ ម្តាយរបស់ក្មេងប្រើកម្លាំងដៃរុញទោងក្មេងម្នាក់

- ***ឧទាហរណ៍ទី៣*** ៖ ទាហានមួយក្រុមបានដើរនៅលើស្ពានមួយដោយដំណើរជើងស្មើៗគ្នា ដែលធ្វើឲ្យស្ពាននោះ យោលយ៉ាងខ្លាំង(អំពីទុតនៃលំញ័រមានតម្លៃអតិបរមា) ។



រូបទី៨៖ ក្រុមទាហានកំពុងដើរនៅលើស្ពាន

ផ្នែកទី១ ៖ លំហាត់ និងដំណោះស្រាយ

1. ខ្សែមួយត្រូវបានយោលដោយប្រេកង់ $4.00\ \text{Hz}$ ជំហានរលក $60\ \text{cm}$ ។ កំណត់ល្បឿននៃរលកតាមបណ្តោយខ្សែ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាល្បឿននៃរលកតាមបណ្តោយខ្សែ

តាមរូបមន្ត : $v = \lambda f$

ដោយ : $\lambda = 60\ \text{cm} = 60\times10^{-2}\ \text{m}$

: $f = 4.00\ \text{Hz}$

យើងបាន: $v = 60\times10^{-2}\times4.00$

$= 2.4\ \text{m/s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកតាមបណ្តោយខ្សែគឺ $v = 2.4\ \text{m/s}$ ។

2. រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដាលនៅក្នុងខ្សែមួយត្រូវបានធ្វើដំណើរនៅក្នុងប្លង់ដេក។ លំយោលនៃភាគល្អិតរបស់នៃរលកបង្កើតរលកត្រូវបានយោល 40 លំយោលក្នុងរយៈពេល $30.0\ \text{s}$ ។ រលកដាលបានប្រវែង $425\ \text{cm}$ នៅក្នុងរយៈពេល $10\ \text{s}$ ។ គណនា ប្រេកង់ ល្បឿន និងជំហានរលកនៃរលកនេះ។

ដំណោះស្រាយ

គណនា ប្រេកង់ ល្បឿន និងជំហានរលកនៃរលក

- ប្រេកង់ គឺជាចំនួនលំយោលពេញនៃរលក (N) ក្នុងរយៈពេលណាមួយ (t)

តាមរូបមន្ត : $f = \dfrac{N}{t}$

ដោយ : $N = 40$

: $t = 30.0\text{s}$

យើងបាន : $f = \dfrac{40}{30}$

$= 1.33(1/\text{s})$

$= 1.33\ \text{Hz}$

ដូចនេះប្រេកង់នៃរលកគឺ $f = 1.33\ \text{Hz}$ ។

- ល្បឿនដំណាលនៃរលក គឺជាទំហំមួយដែលត្រូវបានកំណត់ដោយប្រវែង (l) ដែលរលកដាលក្នុងចន្លោះពេលណាមួយ ជាមួយនឹងចន្លោះពេលនោះ (t) ឬ ផលធៀបរវាងប្រវែងដាលបានមួយលំយោលពេញ(មួយជំហាន λ) ជាមួយនឹងខួបនៃរលកនោះ (T) ។

តាមរូបមន្ត : $v = \dfrac{l}{t}$

ដោយ : $l = 425\ \text{cm} = 4.25\ \text{m}$

: $t = 10\ \text{s}$

យើងបាន: $v = \frac{4.25}{10}$

$= 0.425\ \text{m/s}$

ដូចនេះ ល្បឿននៃរលកគឺ $v = 0.425\ \text{m/s}$ ។

- គណនាជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $\lambda = \frac{v}{f}$

ដោយ : $v = 0.425\ \text{m/s}$

: $f = 1.33\ \text{Hz}$

យើងបាន: $\lambda = \frac{0.425}{1.33}$

$= 0.32\ \text{m}$

ដូចនេះ ជំហាននៃរលកគឺ $\lambda = 0.32\ \text{m}$ ។

3. រលកបណ្តោយដែលដាលនៅក្នុងខ្យល់មួយមានល្បឿន $344\ \text{m/s}$ ។ តើរលកនេះមានជំហានរលកប៉ុន្មានបើសិនជាវាដាល់ដោយប្រេកង់ $262\ \text{Hz}$ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $\lambda = \frac{v}{f}$

ដោយ : $v = 344\ \text{m/s}$

: $f = 262\ \text{Hz}$

យើងបាន: $\lambda = \frac{344}{262}$

$= 1.31\ \text{m}$

ដូចនេះ ជំហាននៃរលកគឺ $\lambda = 1.31\ \text{m}$ ។

4. បុរសម្នាក់បានកាន់ចុងម្ខាងនៃខ្សែសម្រាប់ព្យួរខោអាវ និងរលាស់ចុះឡើងដោយមានចំនួនលំយោលចុះឡើងក្នុងមួយវិនាទីគឺ $2.00\ \text{Hz}$ ហើយខ្សែនោះត្រូវបានបង្កើតបានបម្លាស់ទីអតិបរមាធៀបនឹងទីតាំងលំនឹង $0.075\ \text{m}$ ។ ល្បឿនរលកដាលនៅលើខ្សែនោះគឺ $v = 12.0\ \text{m/s}$ ។ នៅខណៈ $t = 0$ បុរសម្នាក់នោះបានកាន់ខ្សែនៅត្រង់ទីតាំងដែលមានអំពីទុតអតិបរមា ។ ដោយសន្មតថា រលកនោះមិនត្រូវបានដាលបកក្រោយវិញដោយសារចុងខ្សែម្ខាងទៀតទេ ។

ក. រកតម្លៃអំពីទុតនៃរលក ប្រេកង់មុំ ខួប ជំហានរលក និងចំនួនរលក ។

ខ. ចូរសរសេរសមីការរលកនេះ ។

គ ចូរសរសេរសមីការរលជាអនុគមន៍នៃពេល នៅត្រង់ចំណុច $x = 3\text{m}$ ពីទីតាំងដើម ។

ដំណោះស្រាយ

ក. រកតម្លៃអំពីទុតនៃរលក ប្រេកង់មុំ ខួប ជំហានរលក និងចំនួនរលក

- តម្លៃអំពីទុត គឺជាបម្លាស់ទីអតិបរមាធៀបនឹងទីតាំងលំនឹង ។

  យើងបាន: $A = 0.075\text{m}$ ។

- ប្រេកង់មុំ:

  តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

  ដោយ : $f = 2.00\ \text{Hz}$

  (ប្រេកង់: គឺជាចំនួនលំយោលក្នុងរយៈពេលណាមួយ ឬភាពញឹកញាប់ដែលយោលចុះយោលឡើង ។)

  យើងបាន: $\omega = 2\pi \times 2.00$

  $= 12.56\ \text{rad/s}$

  ដូចនេះប្រេកង់មុំនៃរលកគឺ $\omega = 12.56\ \text{rad/s}$ ។

- ខួបនៃរលក:

  តាមរូបមន្ត : $T = \dfrac{1}{f}$

  ដោយ : $f = 2.00\ \text{Hz}$

  យើងបាន : $T = \dfrac{1}{2.00} = 0.5\ \text{s}$

  ដូចនេះខួបនៃរលកគឺ $T = 0.5\ \text{s}$ ។

- គណនាជំហានរលក

  តាមរូបមន្ត : $\lambda = \dfrac{v}{f}$

  ដោយ : $v = 12.0\text{m/s}$

  : $f = 2.00\text{Hz}$

  យើងបាន: $\lambda = \dfrac{12.0}{2.00}$

  $= 6.0\ \text{m}$

  ដូចនេះ ជំហាននៃរលកគឺ $\lambda = 6.0\text{m}$ ។

- គណនាចំនួនរលក

  តាមរូបមន្ត : $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

ដោយ : $\lambda = 6.0\ \text{m}$

យើងបាន: $k = \dfrac{2\pi}{6}$

$= 1.05\ \text{rad/m}$

ដូចនេះ ចំនួននៃរលកគឺ $k = 1.05\ \text{rad/m}$ ។

ខ. សរសេរសមីការរលកនេះ

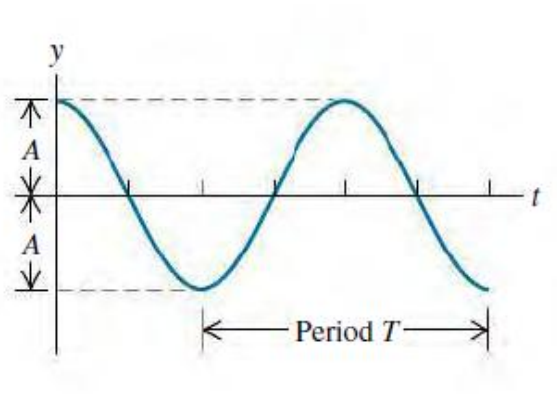
- **របៀបទី១៖ ដោយប្រើកន្សោមកូស៊ីនុស**

យើងមានកន្សោមរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនៅត្រង់ទីតាំង $x = 0\ \text{m}$ គឺ $y(x=0,t) = A\cos(\omega t)$

បើសិនជាទីតាំង $x = 0\ \text{m}$ ត្រូវនឹងខណៈ $t = 0\ \text{s}$

យើងបាន : $y(x=0,t=0) = A\cos(\omega \times 0)$ (១)

នៅពេលវាដាលទៅដល់ចំណុចណាមួយនៅខាងស្តាំបានប្រវែង x ដោយល្បឿន v ពេលនោះគឺមានរយៈពេល $t - \dfrac{x}{v}$ ដែលចំណុចមួយនៃរលកដែលមានទីតាំងនៅលើអ័ក្សឈរត្រូវនឹង ទីតាំង $x = 0\ \text{m}$ ដែរ ។



យើងបាន : $y(x,t) = A\cos\left[\omega \times \left(t - \dfrac{x}{v}\right)\right]$

$= A\cos\left[\omega t - \omega \times \dfrac{x}{v}\right]$, $k = \dfrac{\omega}{v}$

$= A\cos(\omega t - kx)$, $\cos(-\theta) = \cos\theta$

$= A\cos(kx - \omega t)$

ដោយ : $k = 1.05\ \text{rad/m}$

: $\omega = 12.56\ \text{rad/s}$

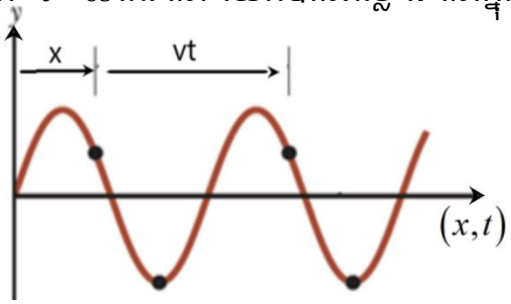
: $A = 0.075\ \text{m}$

ដូចនេះសមីការរលកដែលបង្កើតនៅលើខ្សែសម្រាប់ព្យួរខោអាវគឺ $y(x,t) = 0.075\ \text{m}\cos(1.05x - 12.56t)$ ។

- **របៀបទី២៖ ដោយប្រើកន្សោមស៊ីនុស**

យើងមានកន្សោមរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនៅខណៈ $t = 0\text{s}$ គឺ $y(x,t=0) = A\sin\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x\right)$

នៅខណៈ t រលកបានផ្លាស់ទីទៅស្តាំដោយល្បឿន v នោះចម្ងាយ $x_1 = vt$ ស្ថិតនៅខាងស្តាំនៃ x ធាតុនៃរលកត្រូវបានស្ថិតនៅទីតាំងនៅលើអ័ក្សឈរដូចនឹងនៅខណៈ $t = 0\text{s}$ ដែរ នោះយើងបានតម្លៃ x នៅក្នុង $y(x,0)$ ត្រូវបានជំនួសដោយ : $x - x_1$ ឬ $x - vt$ ។



យើងបាន: $y(x-vt,t) = A\sin\left[\dfrac{2\pi}{\lambda} \times (x - vt)\right]$

$= A\sin\left[\dfrac{2\pi}{\lambda}x - \dfrac{2\pi}{\lambda}vt\right]$

$= A\sin(kx - \omega t)$

ដោយ : $k=\frac{2\pi}{\lambda}=1.05\ \text{rad/m}$

: $\omega=2\pi f=2\pi\left(\frac{v}{\lambda}\right)=12.56\ \text{rad/s}$

: $A=0.075\ \text{m}$

ដូចនេះសមីការរលកដែលបង្កើតនៅលើខ្សែសម្រាប់ព្យួខោអាវគឺ $y(x,t)=0.075\ \text{m}\sin(1.05x-12.56t)$ ។

គ. សរសេរសមីការរលជាអនុគមន៍នៃពេល នៅត្រង់ចំណុច $x=3\ \text{m}$ ពីទីតាំងដើម

យើងមាន: $y(x,t)=0.075\ \text{m}\ \cos(1.05x-12.56t)$

ដោយ : $x=3\ \text{m}$

យើងបាន : $y(x=3\ \text{m,t})=0.075\ \text{m}\cos(1.05\times3-12.56t)$

$=0.075\ \text{m}\cos(1.05\times3-12.56t)$

$=0.075\ \text{m}\cos(3.15-13.56t)$

ដូចនេះសមីការរលជាអនុគមន៍នៃពេល នៅត្រង់ចំណុច $x=3\ \text{m}$ ពីទីតាំងដើមគឺ

$y(x=3\ \text{m,t})=0.075\ \text{m}\cos(3.15-13.56t)$ ។

5. រលកត្រូវបានពិពណ៌នាដោយ $y=0.02\sin(kx-\omega t)$ ដែល $k=2.11\ \text{rad/m},\ \omega=3.62\ \text{rad/s}, x\ \&\ y$ គិតជាម៉ែត្រ និង t គិតជា s។ គណនាអំពីទុត ជំហានរលក ប្រេកង់ និងល្បឿននៃរលក។

ដំណោះស្រាយ

គណនាអំពីទុត ជំហានរលក ប្រេកង់ និងល្បឿននៃរលក

- អំពីទុត

  យើងមានសមីការទូទៅនៃរលកត្រង់ចំណុចរលក $y=A\sin(kx-\omega t)$

  យើងបាន: $A=0.02\ \text{m}$

- ប្រេកង់

  តាមរូបមន្ត : $\omega=2\pi f$

  នាំឲ្យ : $f=\frac{\omega}{2\pi}$

  ដោយ : $\omega=3.62\ \text{rad/s}$

  យើងបាន: $f=\frac{3.62}{2\times3.14}$

  $=0.57\ \text{Hz}$

  ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $\omega=0.57\ \text{Hz}$ ។

- ជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

នាំឲ្យ : $\lambda = \frac{2\pi}{k}$

ដោយ : $k = 2.11 \text{ rad/s}$

យើងបាន: $\lambda = \frac{2\pi}{2.11}$

$= 3.0 \text{ m}$

ដូចនេះ ជំហាននៃរលកគឺ $\lambda = 3.0 \text{ m}$ ។

- គណនាល្បឿនរលក

តាមរូបមន្ត : $\lambda = \frac{v}{f}$

នាំឲ្យ : $v = \lambda f$

ដោយ : $\lambda = 3 \text{ m}$

: $f = 0.57 \text{ Hz}$

យើងបាន: $v = 3 \times 0.57$

$= 1.71 \text{ m /s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកគឺ $v = 1.71 \text{ m/s}$ ។

6. ខ្សែមួយមិនយឺតត្រូវបានធ្វើចលនារលកស៊ីនុយសូអ៊ីត ហើយត្រូវបានចងភ្ជាប់ចុងម្ខាងនៃខ្សែទៅនឹងចំណុចនឹងមួយ ។

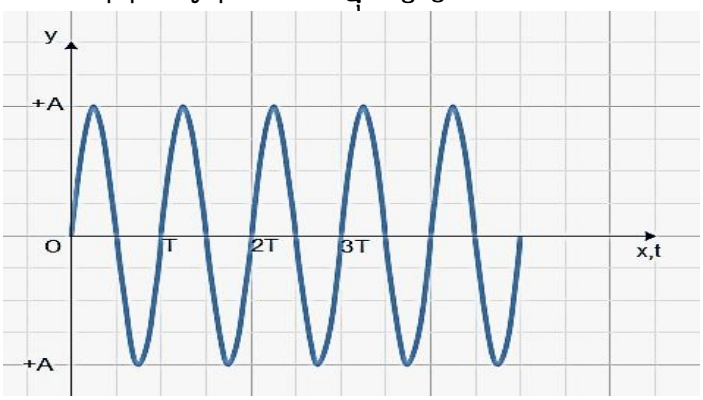
ក .ចូរគូរបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ នៅក្នុងដ្យាក្រាមនៃ $y(x,t)$ ។

ខ .ចូរគូរបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ ក្នុងករណីអំព្លីទុតកើនឡើងពីរដង។

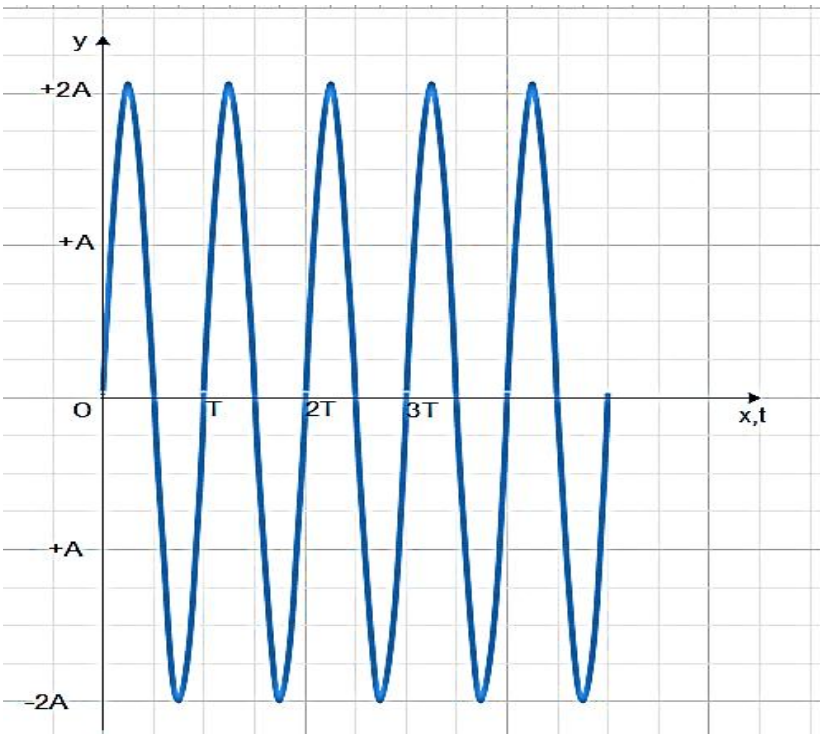
គ.ចូរគូរបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ ក្នុងករណីខួបរបស់វាកើនឡើងពីរដង។

ដំណោះស្រាយ

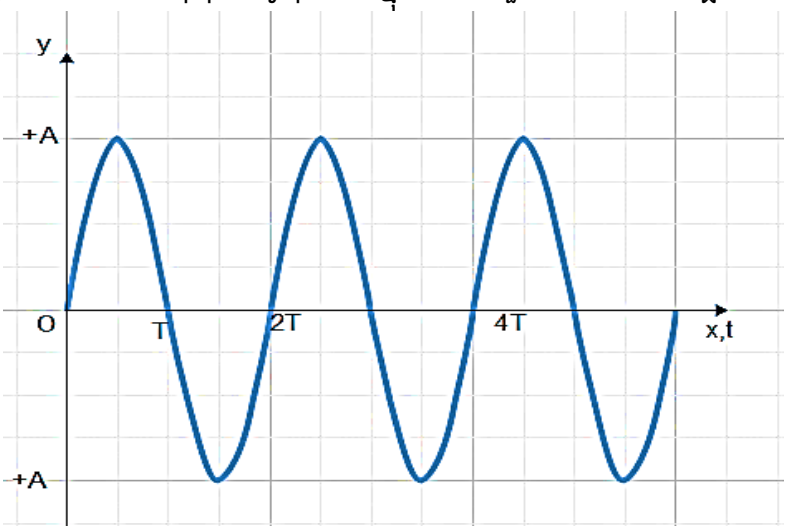
ក .ចូរគូរបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ នៅក្នុងដ្យាក្រាមនៃ $y(t)$



ខ .ចូរគូរបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ ក្នុងករណីអំព្លីទុតកើនឡើងពីរដង



គ.ចូរគូរូបរាងនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ ក្នុងករណីខួបរបស់វាកើនឡើងពីរដង



7. លំយោលនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតដែលមានសមីការ: $y(x,t)=0.35\ \text{m}\sin(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4})$ ។

ក. គណនាល្បឿន និងរកទិសដៅនៃដំណាលរបស់រលក។

ខ. គណនាជំហានរលក និងប្រេកង់នៃរលក។

គ. គណនាទីតាំងនៃរលកនៅពេល $t=0\ \text{s}, x=0.10\ \text{m}$ ។

ឃ. រកល្បឿនអតិបរមានៃរលកនេះ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាល្បឿនរបស់រលក

តាមរូបមន្ត : $v=\frac{\omega}{k}$

ដោយ : $\omega=10\pi\ \text{rad/s}$

: $k = 3\pi$ rad/m

យើងបាន : $v = \dfrac{10\pi}{3\pi} = 3.33$ m/s

ដូចនេះ $v = 3.33$ m/s ។

- ទិសដៅនៃដំណាលរបស់រលក

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃផាសនៃរលកដាលតាមទិសដៅវិជ្ជមាន: $y = A\sin(kx - \omega t + \phi)$ (១)

តាមកន្សោមយើងមានកន្សោមនៃផាសរបស់រលក:

$$y = 0.35\text{ m}\sin\left(10\pi t - 3\pi x + \frac{\pi}{4}\right)$$

$$= 0.35\text{ m}\sin\left[-\left(-10\pi t + 3\pi x - \frac{\pi}{4}\right)\right]$$

$$= -0.35\text{ m}\sin\left(3\pi x - 10\pi t - \frac{\pi}{4}\right)$$

ដោយសញ្ញានៅពីមុខប្រេកង់មុំគឺ អវិជ្ជមាន $(-\omega)$ ដូចនេះរលកដាលតាមទិសដៅវិជ្ជមាន ។

ខ. គណនាជំហានរលក និងប្រេកង់នៃរលក

- ជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

នាំឲ្យ : $\lambda = \dfrac{2\pi}{k}$

ដោយ : $k = 3\pi$ rad/s

យើងបាន: $\lambda = \dfrac{2\pi}{3\pi}$

$= 0.66$ m

ដូចនេះ ជំហាននៃរលកគឺ $\lambda = 0.66$ m ។

- ប្រេកង់នៃរលក:

តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

នាំឲ្យ : $f = \dfrac{\omega}{2\pi}$

ដោយ : $\omega = 10\pi$ rad/s

យើងបាន : $f = \dfrac{10\pi}{2\pi}$

$= 5$ Hz

ដូចនេះតម្លៃប្រេកង់របស់រលកគឺ $f = 5$ Hz ។

គ. គណនាទីតាំងនៃរលកនៅពេល $t = 0$ s, $x = 0.10$ m

យើងមាន: $y(x,t)=0.35\text{ m}\sin(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4})$

ដោយ : $t=0\text{ s}$

: $x=0.10\text{ m}$

យើងបាន : $y(x=0\text{ m},t=0\text{ s})=0.35\text{ m}\sin(10\pi(0)-3\pi(0.10)+\frac{\pi}{4})$

$$=0.35\text{ m}\sin(10\pi(0)-3\pi(0.10)+\frac{\pi}{4})$$
$$=0.35\text{ m}\sin\left(0.3\pi+\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=0.35\text{ m}\sin\left(0.3\pi+\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=0.35\text{ m}\sin(1.73)$$
$$=0.35\text{ m}\times 0.98$$
$$=0.34\text{ m}$$

ដូចនេះទីតាំងនៃរលកនៅខណៈ $t=0\text{ s}, x=0.10\text{ m}$ គឺ $y=0.34\text{ m}$ ។

ឃ. រកល្បឿនអតិបរមានៃរលកនេះ

តាមរូបមន្ត : $v=\frac{d(y)}{dt}=v_m\cos(kx-\omega t+\phi)$

ដោយ : $y(x,t)=0.35\text{ m}\sin(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4})$

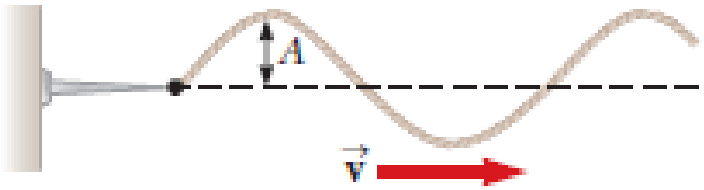
យើងបាន : $v=\frac{d}{dt}\left(0.35\text{ m}\sin(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4})\right)$

$$=0.35\text{ m/s}\left(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4}\right)'\cos\left(3\pi x-10\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=0.35\text{ m/s}\times 10\pi\cos\left(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=11\text{ m/s}\cos\left(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4}\right)$$
$$=11\text{ m/s}\cos\left(10\pi t-3\pi x+\frac{\pi}{4}\right),\cos\theta=\cos(-\theta)$$
$$=11\text{ m/s}\cos\left(3\pi x-10\pi t-\frac{\pi}{4}\right)$$

យើងទាញបាន: $v_m=11\text{ m/s}$

ដូចនេះល្បឿនអតិបរមានៃរលកគឺ $v_m=11\text{ m/s}$ ។

8. ខ្សែ ដែលបង្ហាញនៅក្នុងរូបភាពត្រូវបានធ្វើលំញ័រដោយប្រេកង់ 5 Hz និងមានអំពីទុតនៃចលនា $A=12\text{ cm}$ និង ល្បឿនរលក 20.0 m/s ។ ដែលរលកចាបផ្តើមនៅចំណុចដើម ត្រង់ទីតាំង $(x=0\text{ m},\ y=0\text{ m})$ និង $t=0\text{ s}$ ។



ក. គណនាប្រេកង់មុំនៃរលក និង ចំនួនរលក

ខ. សរសេរកន្សោមរលកខ្សែខាងលើនេះ

គ. រកល្បឿនអតិបរមានៃបំលាស់ទីភាគល្អិតរបស់រលក និង

ឃ. រកសំទុះអតិបរមានៃបំលាស់ទីភាគល្អិតរបស់រលក។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាប្រេកង់មុំនៃរលក និង ចំនួនរលក

- ប្រេកង់មុំ

  តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

  ដោយ : $f = 5\ \text{Hz}$

  យើងបាន : $\omega = 2\pi \times 5$

  $= 31.4\ \text{rad/s}$

  ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $= 31.4\ \text{rad/s}$ ។

- ចំនួនរលក

  តាមរូបមន្ត : $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

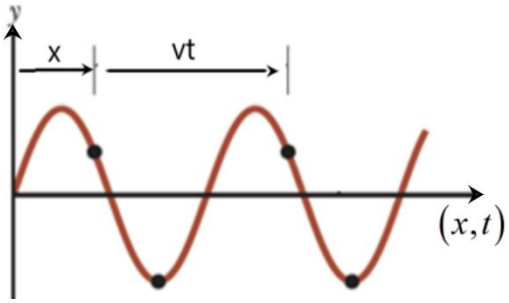
  ដោយ : $\lambda = \dfrac{v}{f} = \dfrac{20}{31.4} = 0.64\ \text{m}$

  យើងបាន: $k = \dfrac{2\pi}{0.64}$

  $= 9.81\ \text{rad/m}$

  ដូចនេះ ចំនួនរលកគឺ $k = 9.81\ \text{rad/m}$ ។

  ខ. សរសេរកន្សោមរលកខ្សែខាងលើនេះ



- បម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកត្រង់ទីតាំងxនៅខណៈ $t = 0\text{s}$ គឺ $y(x, t=0) = A\sin\left(\dfrac{2\pi}{\lambda}x\right)$

- នៅខណៈ t រលកបានផ្លាស់ទីទៅស្តាំដោយល្បឿន v នោះចម្ងាយ $x_1 = vt$ ស្ថិតនៅខាងស្តាំពីទីតាំង x ហើយភាគល្អិតនៃរលកកំពុងយោលធៀបអ័ក្សឈរមានលក្ខណៈដូចនឹងនៅខណៈ $t = 0$ s ដែរ នោះអាចជំនួស x នៅក្នុង $y(x,0)$ ដោយ : $x - x_1$ ឬ $x - vt$

យើងបាន : $y(x-vt,t) = A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}\times(x-vt)\right]$

$= A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{\lambda}vt\right]$

$= A\sin(kx-\omega t)$

ដោយ : $A = 12$ cm$=0.12$ m

: $k = 9.85$ rad/m

: $\omega = 31.4$ rad/s

នាំឲ្យ : $y(x,t) = 0.12\text{ m}\sin(9.85x - 31.4t)$

ដូចនេះសមីការរលកគឺ $y(x,t) = 0.12\text{ m}\sin(9.85x-31.4t)$ ។

គ. ល្បឿនអតិបរមានៃបំលាស់ទីភាគល្អិតរបស់រលក

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{d(y)}{dt} = v_m\cos(kx-\omega t)$

ដោយ : $y(x,t) = 0.12\text{ m}\sin(9.85x-31.4t)$

យើងបាន : $v = \frac{d}{dt}(0.12\text{ m}\sin(9.85x-31.4t))$

$= 0.12\text{ m/s}\ (9.85x-31.4t)'\cos(9.85x-31.4t)$

$= 0.12\text{ m/s}(-31.4)\cos(9.85x-31.4t)$

$= -3.77\text{ m/s}\ \cos(9.85x-31.4t)$

យើងទាញបាន: $v_m = -3.77$ m/s

ដូចនេះល្បឿនអតិបរមានៃរលកគឺ $v_m = -3.77$ m/s ។

ឃ. សំទុះអតិបរមានៃបំលាស់ទីភាគល្អិតរបស់រលក។

តាមរូបមន្ត : $a = \frac{dv}{dt} = a_m\sin(kx-\omega t)$

ដោយ : $v = -3.77\text{ m/s}\cos(9.85x-31.4t)$

យើងបាន : $a = \frac{d}{dt}(-3.77\text{ m/s}\cos(9.85x-31.4t))$

$= -3.77\text{ m/s}\frac{d}{dt}[\cos(9.85x-31.4t)]$

$= -3.77\text{ m/s}^2[-(9.85x-31.4t)'[\sin(9.85x-31.4t)]]$

$= -3.77\text{ m/s}^2\times(-31.4)\sin(9.85x-31.4t)$

$= 118.38\text{ m/s}^2\sin(9.85x-31.4t)$

ដូចនេះសំទុះអតិបរមាគឺ $a_m = 119.38\ \text{m/s}^2$ ។

9. គេឲ្យសមីការនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត $y(x,t) = 0.15\cos(15.7x - 50.3t)$ ដែល x និង y គិតជាម៉ែត្រ ហើយ t គិតជាវិនាទី។ នៅខណៈ $t = 0\ \text{s}$ ដែលចំណុច A ជាទីតាំងដើម និងចំណុច B ជាចំណុចជិតបំផុតទៅនឹង A នៅលើបណ្តោយអ័ក្ស x ហើយនៅត្រង់ចំណុច B រលកលឿនជាសចំណុច A ចំនួន 60° ។ គណនាកូអរដោនេទីតាំងនៃ B នៅលើបណ្តោយអ័ក្ស x ដើម្បីឲ្យផលសងជាសរវាងចំណុចមួយនឹងចំណុចB ស្មើសូន្យ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាកូអរដោនេទីតាំងនៃ B

- សមីការនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត $y(x,t) = 0.15\ \text{m}\cos(15.7x - 50.3t)\ .\text{m}$
- សមីការរលកត្រង់ចំណុច A គឺ $y_A(x=0,t) = 0.15\ \text{m}\cos(15.7(0) - 50.3t) = 0.15\ \text{m}\cos(50.3t)$
- សមីការរលកត្រង់ចំណុច B គឺ $y_B(x_B,t) = 0.15\ \text{m}\cos(50.3t + \frac{\pi}{3})$

យើងបានផលសងជាសរវាងចំណុចមួយនិងចំណុច B គឺ $\Delta\phi = \phi_A - \phi_B$

$$0 = (15.7x - 50.3t) - (50.3t + \frac{\pi}{3})$$

$$0 = 15.7x - \frac{\pi}{3}$$

$$x = \frac{\pi}{15.7 \times 3}$$

$$= 0.066\ \text{m}$$

ដូចនេះកូអរដោនេនៃចំណុចB គឺ $x = 0.066\ \text{m}$ ។

10. រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតមួយមានជំហានរលក 2.00ម៉ែត្រ និងអំពីទុត 0.10ម៉ែត្រ បានដាលនៅលើខ្សែ១ដោយល្បឿន $1.00\ \text{m/s}$ តាមអ័ក្សដេកវិជ្ជមាន។ នៅខណៈ $t = 0\ \text{s}$ រលកស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងដើម។

ក. គណនាប្រេកង់ ប្រេកង់មុំ និង ចំនួនរលក។

ខ.សរសេរសមីការលំយោលភាគល្អិតនៃរលកនៅត្រង់ទីតាំងដើម និងនៅខាងចុងខ្សែនៅចំណុច $x = 1.50\ \text{m}$ ។

គ. គណនាល្បឿនអតិបរមានៃភាគល្អិតរបស់រលកដាលនៅលើខ្សែ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាប្រេកង់ ប្រេកង់មុំ និង ចំនួនរលក

- ប្រេកង់

តាមរូបមន្ត : $\lambda = \frac{v}{f}$

នាំឲ្យ : $f = \frac{v}{\lambda}$

ដោយ : $v = 1.00\ \text{m/s}$

$: \lambda = 2.00\ \text{m}$

យើងបាន : $f = \frac{1.00}{2.00}$

$= 0.50 \text{ Hz}$

ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $f = 0.50 \text{ Hz}$ ។

- ប្រេកង់មុំ

តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

ដោយ : $f = 0.5 \text{ Hz}$

យើងបាន : $\omega = 2\pi \times 5$

$= 3.14 \text{ rad/s}$

ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $\omega = 3.14 \text{ rad/s}$ ។

- ចំនួនរលក

តាមរូបមន្ត : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

ដោយ : $\lambda = 2.00 \text{ m}$

យើងបាន: $k = \frac{2\pi}{2.00}$

$= 3.14 \text{ rad/m}$

ដូចនេះចំនួនរលកគឺ $k = 3.14 \text{ rad/m}$ ។

ខ. រកសមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំងដើម

យើងមានសមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំងដើម: $y(x=0,t) = A\cos(\omega t)$

ដោយ : $A = 0.1 \text{ m}$

: $\omega = 3.14 \text{ rad/s}$

យើងបាន: $y(x=0,t) = 0.1 \text{ m}\cos(3.14t)$

ដូចនេះសមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំងដើមគឺ $y(x=0,t) = 0.1 \text{ m}\cos(3.14t)$ ។

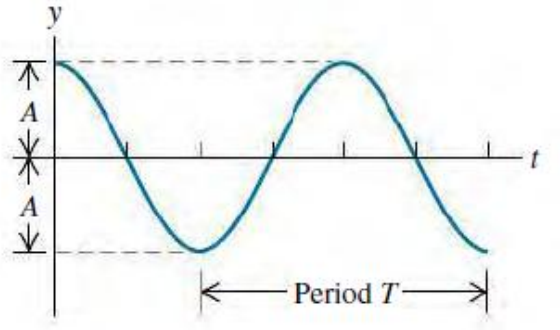
- រកសមីការរលកត្រង់ចំណុច $x = 1.50 \text{ m}$

នៅពេលវាដាលទៅដល់ចំណុចណាមួយនៅខាងស្តាំបានប្រវែង x ដោយល្បឿន v ពេលនោះគឺមានរយៈពេល $t - \frac{x}{v}$ ដែលចំណុចមួយនៃរលកដែលមានទីតាំងនៅលើអ័ក្សឈរត្រូវនឹង ទីតាំង $x = 0\text{m}$ ដែរ ។

យើងបាន : $y(x,t) = A\cos\left[\omega \times \left(t - \frac{x}{v}\right)\right]$

$= A\cos\left[\omega t - \omega \times \frac{x}{v}\right]$, $k = \frac{\omega}{v}$

$= A\cos(\omega t - kx)$



ដោយ : $k = 3.14\ \text{rad/m}$

: $\omega = 3.14\ \text{rad/s}$

: $A = 0.1\ \text{m}$

: $x = 1.50\ \text{m}$

យើងបាន : $y(x = 1.50, t) = 0.1\ \text{m}\cos(3.14t - 3.14 \times 3.14)$

$= 0.1\ \text{m}\cos(3.14t - 10)$

ដូចនេះសមីការរលកត្រង់ចំណុច $x = 1.50\ \text{m}$ គឺ $y(x = 1.50, t) = 0.1\ \text{m}\cos(3.14t - 10)$ ។

គ.គណនាល្បឿនអតិបរមា

តាមរូបមន្ត : $v = \dfrac{d(y)}{dt} = v_m \cos(kx - \omega t)$

ដោយ : $y(x = 1.50, t) = 0.1\ \text{m}\cos(3.14t - 10)$

យើងបាន : $v = \dfrac{d}{dt}(0.1\ \text{m}\cos(3.14t - 10))$

$= 0.1\ \text{m/s}(3.14t - 10)' \cos(3.14t - 10)$

$= 0.1(-3.14)\ \text{m/s}\sin(3.14t - 10)$

$= -0.314\ \text{m/s}\sin(3.14t - 10)$

យើងទាញបាន: $v_m = -0.314\ \text{m/s}$

ដូចនេះល្បឿនអតិបរមានៃរលកគឺ $v_m = -0.314\ \text{m/s}$ ។

11. គេអោយរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត $y = 0.15cos(15.7\ x - 50.3t)$ ដែលx និង y គិតជាម៉ែត្រ និង t គិតជាវិនាទី។

ក. កំណត់ខួប ប្រេកង់ ជំហានរលក ប្រកង់មុំ និងល្បឿនដំណាលរលក ។

ខ. កំណត់សមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំង $x = 0.1\ \text{m}$ និងកំណត់សមីការរលកនៃនៅខណៈពេល $t = 0.2\ \text{s}$ ។

គ. កំណត់សមីការល្បឿនរលក ជាអនុគមន៍នៃ x និង t ។

ឃ. កំណត់សមីការសំទុះ នៃរលក ជាអនុគមន៍នៃ x និង t ។

ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់ខួប ប្រេកង់ ជំហានរលក ប្រកង់មុំ និងល្បឿនដំណាលរលក

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលក: $y = A\sin(kx - \omega t)$

យើងមានកន្សោមរលក: $y = 0.15\ \text{m}\ cos(15.7\ x - 50.3t)$

យើងទាញបាន: $A = 0.15\ \text{m}$, $k = 15.7\ \text{rad/m}$, $\omega = 50.3\ \text{rad/s}$

- ខួប

តាមរូបមន្ត : $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

នាំឲ្យ : $T=\frac{2\pi}{\omega}$

ដោយ : $\omega=50.3\ \text{rad/s}$

$:\lambda=2.00\ \text{m}$

យើងបាន : $T=\frac{2\pi}{50.3}$

$=0.12\ \text{s}$

ដូចនេះខួបនៃរលកគឺ $T=0.12\ \text{s}$ ។

- ប្រេកង់

តាមរូបមន្ត : $f=\frac{1}{T}$

ដោយ : $T=0.12\ \text{s}$

យើងបាន : $f=\frac{1}{0.12}$

$=8.33\ \text{Hz}$

ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $f=8.33\ \text{Hz}$ ។

- ជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $k=\frac{2\pi}{\lambda}$

នាំឲ្យ : $\lambda=\frac{2\pi}{k}$

ដោយ : $k=15.7\ \text{rad/s}$

យើងបាន: $\lambda=\frac{2\pi}{15.7}$

$=0.40\ \text{m}$

ដូចនេះជំហានរលកគឺ $\lambda=0.40\ \text{m}$ ។

- ប្រេកង់មុំ

តាមសមីការរលកយើងបាន $\omega=50.3\ \text{rad/s}$

ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $\omega=50.3\ \text{rad/s}$ ។

ខ. កំណត់សមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំង $x=0.1\ \text{m}$ និង កំណត់សមីការរលកនៃនៅខណៈពេល $t=0.2\ \text{s}$

យើងមាន: $y=0.15\ \text{m}\cos(15.7\,x-50.3t)$

- ចំពោះសមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំង $x=0.1\ \text{m}$

យើងបាន : $y=0.15\ \text{m}\cos(15.7\ (0.1)-50.3t)$

$$= 0.15\ \text{m}\cos\left(15.7\ (0.1) - 50.3t\right)$$
$$= 0.15\ \text{m}\cos\left(1.57 - 50.3t\right)$$

ដូចនេះសមីការរលកនៅត្រង់ទីតាំង $x = 0.1\ \text{m}$ គឺ $y = 0.15\ \text{m}\cos\left(1.57 - 50.3t\right)$ ។

- ចំពោះសមីការរលកនៅត្រង់ខណៈពេល $t = 0.2\ \text{s}$

យើងបាន : $y = 0.15\ \text{m}\cos\left(15.7x - 50.3(0.2)\right)$

$$= 0.15\ \text{m}\cos\left(15.7x - 100.6\right)$$

ដូចនេះសមីការរលកនៅត្រង់ខណៈពេល $t = 0.2\ \text{s}$ គឺ $y = 0.15\ \text{m}\cos\left(15.7x - 100.6\right)$ ។

គ. កំណត់សមីការល្បឿនរលក ជាអនុគមន៍នៃ x និង t

តាមរូបមន្ត : $v = \dfrac{d(y)}{dt}$

ដោយ : $y = 0.15\ \text{m}\cos\left(15.7\ x - 50.3t\right)$

យើងបាន : $v = \dfrac{d}{dt}\left(0.15\ \text{m}\cos\left(15.7x - 50.3t\right)\right)$

$$= 0.15\ \text{m/s}\left(15.7x - 50.3t\right)'\left[-\sin\left(15.7x - 50.3t\right)\right]$$
$$= 0.15\times(31.4)\ \text{m/s}\sin\left(9.85x - 31.4t\right)$$
$$= 4.71\ \text{m/s}\sin\left(9.85x - 31.4t\right)$$

ដូចនេះល្បឿនអតិបរមានៃរលកគឺ $v = 4.71\ \text{m/s}\sin\left(9.85x - 31.4t\right)$ ។

ឃ. កំណត់សមីការសំទុះនៃរលក ជាអនុគមន៍នៃ x និង t

តាមរូបមន្ត : $a = \dfrac{dv}{dt}$

ដោយ : $v = 4.71\ \text{m/s}\sin\left(9.85x - 31.4t\right)$

យើងបាន : $a = \dfrac{d}{dt}\left(4.71\ \text{m/s}\sin\left(9.85x - 31.4t\right)\right)$

$$= 4.71\ \text{m/s}\frac{d}{dt}\left[\sin\left(9.85x - 31.4t\right)\right]$$
$$= 4.71\ \text{m/s}^2\left[\left(9.85x - 31.4t\right)'\left[\cos\left(9.85x - 31.4t\right)\right]\right]$$
$$= 4.71\times(-31.4)\ \text{m/s}^2\cos\left(9.85x - 31.4t\right)$$
$$= 147.90\ \text{m/s}^2\cos\left(9.85x - 31.4t\right)$$

ដូចនេះសមីការសំទុះនៃរលក ជាអនុគមន៍នៃ x និង t គឺ $a = 147.90\ \text{m/s}^2\cos\left(9.85x - 31.4t\right)$ ។

12.រលកខ្សែមួយមានសមីការ $y = 0.12\sin(\frac{\pi}{8}x + 4\pi t)$ ដែល x និង y គិតជាម៉ែត្រ និង t គិតជាវិនាទី។

ក. រកសមីការល្បឿនរលក។

ខ. គណនាសំទុះនៃភាគល្អិតរបស់រលកនៅខណៈ $t = 0.20\ \text{s}$ ត្រង់ទីតាំងនៅ $x = 1.60\ \text{m}$ ។

គ. គណនាជំហានរលក រយៈពេលក្នុងមួយជំហាន និងល្បឿនដំណាលនៃរលកនេះ។

ដំណោះស្រាយ

ក. រកសមីការល្បឿនរលក

តាមរូបមន្ត : $v=\frac{d(y)}{dt}$

ដោយ : $y=0.12\text{ m}\sin(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

យើងបាន : $v=\frac{d}{dt}\left(0.12\text{ m}\sin(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)\right)$

$=0.12\left(\frac{\pi}{8}x+4\pi t\right)'\text{ m/s}\cos(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

$=0.12\times(4\pi)\text{ m/s}\cos(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

$=1.50\text{ m/s}\cos(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

ដូចនេះល្បឿនអតិបរមានៃរលកគឺ $v_{\max}=1.50\text{ m/s}$ ។

ខ. គណនាសំទុះនៃភាគល្អិតរលកនៅខណៈ $t=0.20\text{ s}$ ត្រង់ទីតាំងនៅ $x=1.60\text{ m}$

តាមរូបមន្ត : $a=\frac{d(v)}{dt}$

ដោយ : $v=1.50\text{ m/s}\cos(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

យើងបាន : $a=\frac{d}{dt}\left(1.50\text{ m/s}\cos(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)\right)$

$=-1.50(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)'\text{ m/s}^2\sin(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

$=-1.50(4\pi)\text{ m/s}^2\sin(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

$=-18.84\text{ m/s}^2\sin(\frac{\pi}{8}x+4\pi t)$

នៅខណៈ $t=0.20\text{ s}$ ត្រង់ទីតាំងនៅ $x=1.60\text{ m}$

នាំឲ្យ : $a=-18.84\text{ m/s}^2\sin(\frac{\pi}{8}(1.60)+4\pi(0.20))$

$=-18.84\text{ m/s}^2\sin(31.4)$

$=0.30\text{ m/s}^2$

ដូចនេះសំទុះនៃធាតុរលកនៅខណៈ $t=0.20\text{ s}$ ត្រង់ទីតាំងនៅ $x=1.60\text{ m}$ គឺ $a=0.30\text{ m/s}^2$ ។

គ. គណនាជំហានរលក រយៈពេលក្នុងមួយជំហាននិង ល្បឿនដំណាលនៃរលក

- ជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $k=\frac{2\pi}{\lambda}$

នាំឲ្យ : $\lambda = \frac{2\pi}{k}$

ដោយ : $k = \frac{\pi}{8}$ rad/m

យើងបាន: $\lambda = \frac{2\pi}{(\pi/8)}$

$= 16$ m

ដូចនេះចំនួនរលកគឺ $\lambda = 16$ m ។

- រយៈពេលក្នុងមួយជំហាន(ខួប)

តាមរូបមន្ត : $\omega = \frac{2\pi}{T}$

នាំឲ្យ : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

ដោយ : $\omega = 2\pi$ rad/m

យើងបាន : $T = \frac{2\pi}{4\pi}$

$= 0.50$ s

ដូចនេះប្រេកង់មុំរលកគឺ $T = 0.50$ s ។

- ល្បឿនដំណាលនៃរលក

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{\lambda}{T}$

ដោយ : $T = 0.5$ s

: $\lambda = 16$ m

យើងបាន : $v = \frac{16}{0.5}$

$= 32$ m/s

ដូចនេះល្បឿនរលកគឺ $v = 32$ m/s ។

13.រលកខ្សែមួយត្រូវបានពិពណ៌នាដោយសមីការ $y = 0.10sin(0.50x - 20t)$ ដែល x និង y គិតជា m និង t គិតជា s ។

ក. បង្ហាញថាធាតុនៃខ្សែនៅត្រង់ទីតាំង $x = 2.00$ m ធ្វើចលនាអាម៉ូនិច។

ខ. កំណត់ប្រេកង់នៃលំយោល។

ដំណោះស្រាយ

ក. បង្ហាញថាធាតុនៃខ្សែនៅត្រង់ទីតាំង $x = 2.00$ m ធ្វើចលនាជាចលនាអាម៉ូនិច

ដើម្បីឲ្យធាតុនៃខ្សែធ្វើចលនាអាម៉ូនិចលុះត្រាតែ: $y'' + \omega^2 y = 0$

យើងមានសមីការរលកត្រង់ទីតាំង $x = 2.00$ m គឺ $y = 0.10\text{ m}\sin(0.50\times 2 - 20t) = 0.10\text{ m}\sin(1.0 - 20t)$ (១)

យកសមីការ(១) ធ្វើដេរីវេទី១ យើងបាន : $y' = \frac{dy}{dt}$

$$= \frac{d}{dt}\left(0.10\text{ m}\sin\left(1.0-20t\right)\right)$$
$$= 0.10\left(1.0-20t\right)'\text{ m/s}\cos\left(1.0-20t\right)$$
$$y' = 0.10\left(-20\right)\text{ m/s}\cos\left(1.0-20t\right) \qquad (២)$$

យកសមីការ(២)មកធ្វើដេរីវេ យើងបាន : $y'' = \frac{dy'}{dt}$

$$= \frac{d}{dt}\left[0.10\left(-20\right)\ \cos\left(1.0-20t\right)\right]$$
$$= -0.10\left(-20\right)\left(1.0-20t\right)'\ \sin\left(1.0-20t\right)$$
$$= -0.10\left(-20\right)\left(-20\right)\ \sin\left(1.0-20t\right)$$
$$= -\left(-20\right)\left(-20\right)\left(0.10\sin\left(1.0-20t\right)\right)$$
$$= -\left(20\right)^2\left(0.10\sin\left(1.0-20t\right)\right)$$
$$= -\omega^2 y$$

យើងបាន: $y+\omega^2 y=0$ ពិត ។

ដូចនេះធាតុនៃខ្សែនៅត្រង់ទីតាំង $x=2.00\text{ m}$ ធ្វើចលនាជាចលនាអាម៉ូនិច។

ខ. កំណត់ប្រេកង់នៃលំយោល

តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

នាំឲ្យ : $f = \frac{\omega}{2\pi}$

ដោយ : $\omega = 20\text{ rad/s}$

យើងបាន : $f = \frac{20}{2\pi}$

$$= 3.18\text{ Hz}$$

ដូចនេះតម្លៃប្រេកង់របស់រលកគឺ $f = 3.18\text{ Hz}$ ។

14.រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតមួយត្រូវបានពិពណ៌នាដោយអនុគមន៍សីនុស $y = 0.25sin\left(0.30x-40t\right)$ ដែល x និង y គិតជា m និង t គិតជា s ។ កំណត់អំពីទុត ប្រេកង់មុំ ចំនួនរលក ជំហានរលក ល្បឿនរលក និងទិសដៅនៃចលនា។

ដំណោះស្រាយ

កំណត់អំពីទុត ប្រេកង់មុំ ចំនួនរលក ជំហានរលក ល្បឿនរលក និងទិសដៅនៃចលនា

យើងមានសមីការរលកស៊ីនុយសូអ៊ីត: $y = 0.25\text{ m}\ sin\left(0.30x-40t\right)$

តាមកន្សោមទូទៅនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតគឺ $y = Asin\left(kx-\omega t\right)$

យើងទាញបានអំពីទុត: $A = 0.25\text{ m}$

ប្រេកង់មុំ: $\omega = 40\ \text{rad/s}$

ចំនួនរលក: $k = 0.30\ \text{rad/m}$

- ជំហានរលក

តាមរូបមន្ត : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

នាំឲ្យ : $\lambda = \frac{2\pi}{k}$

ដោយ : $k = 0.30\ \text{rad/m}$

យើងបាន: $\lambda = \frac{2\pi}{0.30}$

$= 20.93\ \text{m}$

ដូចនេះចំនួនរលកគឺ $\lambda = 20.93\ \text{m}$ ។

- ល្បឿនរលក

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{\omega}{k}$

ដោយ : $\omega = 40\ \text{rad/s}$

$: k = 0.30\ \text{rad/m}$

យើងបាន : $v = \frac{40}{0.3}$

$= 133.33\ \text{m/s}$

ដូចនេះល្បឿនរលកគឺ $v = 133.33\ \text{m/s}$ ។

15.រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតមួយដាលតាមទិសដៅ x អវិជ្ជមាន (ទៅខាងឆ្វេង) មានអំពីទុត $20\ \text{cm}$ ជំហានរលក $35\ \text{cm}$ និងប្រេកង់ $12.0\ \text{Hz}$ ។ ការដាលនៃរលកនេះនៅខណៈ $t = 0\ \text{s},\ x = 0\ \text{m}$ គឺ $y = -3\ \text{cm}$ និងធាតុនៃរលកមានល្បឿនវិជ្ជមាននៅត្រង់ចំណុចនេះ។

ក. គូសរលកនៅខណៈពេល $t = 0\ \text{s}$ ។

ខ. រកចំនួនរលក ខួប ប្រេកង់មុំ និងល្បឿនរលក ។

គ. សរសេរកន្សោមសម្រាប់អនុគមន៍រលក $y\ (x,\ t)$ ។

ឃ. ស្វែងរកជាសដើម ϕ នៅខណៈ $t = 0\ \text{s}$ ។។

ដំណោះស្រាយ

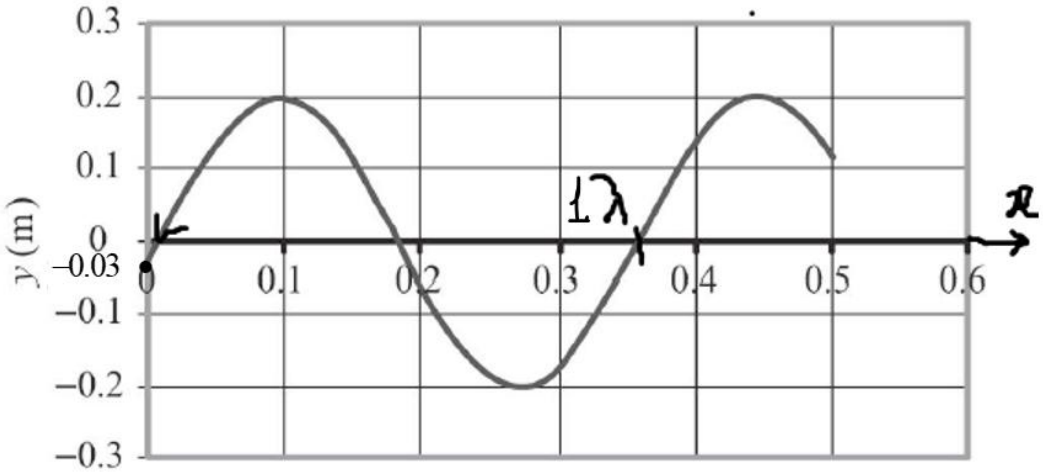
ក. គូសរលកនៅខណៈពេល $t = 0\ \text{s}$

យើងមាន $t = 0\ \text{s},\ x = 0\ \text{m}$ ត្រូវនឹង $y = -3\ \text{cm}$=-0.03 m

$: A = 20\ \text{cm}$=0.2 m

$: \lambda = 35\ \text{cm} = 0.35\ \text{m}$

យើងអាចគូសរលកបានដូចបង្ហាញក្នុងរូបខាងក្រោម៖



ខ. រកចំនួនរលក ខួប ប្រេកង់មុំ ល្បឿនរលក

- ចំនួនរលក

  តាមរូបមន្ត : $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$

  ដោយ : $k = 0.35$ m

  យើងបាន: $k = \dfrac{2\pi}{0.35}$

  $= 17.94$ rad/m

  ដូចនេះចំនួនរលកគឺ $k = 17.94$ rad/m ។

- ខួបនៃរលក

  តាមរូបមន្ត : $f = \dfrac{1}{T}$

  នាំឲ្យ : $T = \dfrac{1}{f}$

  ដោយ : $f = 12.0$ Hz

  យើងបាន : $T = \dfrac{1}{12.0}$

  $= 0.08$ s

  ដូចនេះ ខួបនៃរលកគឺ $T = 0.08$ s ។

- ប្រេកង់មុំ

  តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

  ដោយ : $f = 12.0$ Hz

  យើងបាន: $\omega = 2\pi(12)$

  $= 75.36$ rad/s

ដូចនេះប្រេកង់មុំគឺ $\omega = 75.36$ rad/s ។

- ល្បឿនរលក

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{\omega}{k}$

ដោយ : ω=75.36 rad/s

$: k = 17.96$ rad/m

យើងបាន : $v = \frac{75.36}{17.94}$

$= 4.20$ m/s

ដូចនេះល្បឿនរលកគឺ $v = 4.20$ m/s ។

គ. សរសេរកន្សោមរលកសម្រាប់អនុគមន៍រលក $y\ (x,\ t)$

យើងមានកន្សោមរលកដាលពីស្តាំទៅឆ្វេងតាងដោយ $y(x,t) = A\sin(kx - \omega t)$

ដោយ : $A = 20$cm=0.2m

$: k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.35} = 17.94$ rad/m

$: \omega = 75.36$ rad/s

យើងបាន : $y(x,t) = 0.2\sin(17.94x - 75.36t)$

ដូចនេះកន្សោមរលកសម្រាប់អនុគមន៍រលក គឺ $y(x,t) = 0.2\ \text{m}\sin(17.95x - 0.52t)$ ។

ឃ. រកផាសដើម ϕ នៅខណៈ $t = 0$s

យើងមាន $y(x,t) = 0.2\sin(17.95x - 0.52t)$

នៅខណៈ $t = 0$s នោះ $y(x,t=0) = 0.2\sin(17.9x + 0)$

ដោយផាសទូទៅនៃរលកត្រូវបានតាងដោយតម្លៃមុំនៅក្នុងស៊ីនុស $\phi = (17.9x + 0)$rad

យើងបានផាសដើមគឺ $\phi_o = 0$ rad

ដូចនេះផាសដើមនៃរលកគឺ $\phi_o = 0$ rad ។

16. គណនាល្បឿនដំណាលនៃរលក ដោយប្រើសមីការរលកខាងក្រោម៖

ក. $y(x,t) = (3.00\ \text{mm})\sin\left[(4.00\ \text{m}^{-1})x - (7.00\ \text{s}^{-1})t\right]$

ខ. $y(x,t) = (2.00\ \text{mm})\left[(20\ \text{m}^{-1})x - (4.0\ \text{s}^{-1})t\right]^{0.5}$

គ. $y(x,t) = (4.00\ \text{mm})\, f\left[(30\ \text{m}^{-1})x - (6.0\ \text{s}^{-1})t\right]$

ដំណោះស្រាយ

គណនាល្បឿនដំណាលនៃរលក ដោយប្រើសមីការរលក៖

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{\omega}{k}$

ក. $y(x,t)=(3.00\text{ mm})\sin\left[(4.00\text{ m}^{-1})x-(7.00\text{ s}^{-1})t\right]$

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលក $y(x,t)=a\sin(kx-\omega t)$

នាំឲ្យ : $k=4.00\text{ m}^{-1}$ និង $\omega=7.00\text{ rad/s}$

យើងបាន: $v=\dfrac{7.00\text{ rad/s}}{4.00\text{ m}^{-1}}$

$=1.75\text{ m/s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកគឺ $v=1.75\text{ m/s}$ ។

ខ. $y(x,t)=(2.00\text{ mm})\left[(20\text{ m}^{-1})x-(4.0\text{s}^{-1})t\right]^{0.5}$

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលក $y(x,t)=f(kx-\omega t)$

នាំឲ្យ : $k=20\text{ m}^{-1}$ និង $\omega=4.0\text{ rad/s}$

យើងបាន: $v=\dfrac{4.0\text{ rad/s}}{20\text{ m}^{-1}}$

$=0.20\text{ m/s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកគឺ $v=0.20\text{ m/s}$ ។

គ. $y(x,t)=(4.00\text{ mm})\,f\left[(30\text{ m}^{-1})x+(6.0\text{ s}^{-1})t\right]$

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលក $y(x,t)=f(kx+\omega t)$

នាំឲ្យ : $k=30\text{ m}^{-1}$ និង $\omega=6.0\text{ rad/s}$

យើងបាន: $v=\dfrac{6.0\text{ rad/s}}{30\text{ m}^{-1}}$

$=0.20\text{ m/s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកគឺ $v=0.20\text{ m/s}$ ។

17.រលកពីរមានលក្ខណៈដូចគ្នា ដាលនៅក្នុងទិសដៅដូចគ្នា និងមានផលសងផាស $\dfrac{\pi}{2}\text{ rad}$ ។ តើអំពីទុតនៃរលកតម្រួតនៃរលកទាំងពីរនេះមានតម្លៃស្មើនឹងប៉ុន្មាននៃអំពីទុតរលកនីមួយៗ?

ដំណោះស្រាយ

គណនាអំពីទុតនៃរលកតម្រួតនៃរលកទាំងពីរ

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y=y_1+y_2$ (១)

ដោយ : $y_1=a\sin(kx-\omega t)$

$y_1=a\sin(kx-\omega t+\varphi)$

នោះ $\Delta\varphi=\varphi_2-\varphi_1=\big((kx-\omega t+\varphi)-(kx-\omega t)\big)=\varphi=\dfrac{\pi}{2}\text{rad}$ (ផ្ទៀងផ្ទាត់)

តាម(១): $y=a\sin(kx-\omega t)+a\sin\left(kx-\omega t+\dfrac{\pi}{2}\right)$

$=a\left[\sin(kx-\omega t)+\sin(kx-\omega t+\varphi)\right]$

$=a\left[2\sin\left(\dfrac{(kx-\omega t)+(kx-\omega t+\varphi)}{2}\right)\cos\left(\dfrac{(kx-\omega t)-(kx-\omega t+\varphi)}{2}\right)\right]$

$=a\left[2\sin\left(\dfrac{2kx-2\omega t+\varphi}{2}\right)\cos\left(\dfrac{-\varphi}{2}\right)\right]$

$=a\left[2\sin\left(kx-\omega t+\dfrac{\varphi}{2}\right)\cos\left(-\dfrac{\varphi}{2}\right)\right]$

$=2a\cos\left(-\dfrac{\varphi}{2}\right)\sin\left(kx-\omega t+\dfrac{\varphi}{2}\right)$

យើងបាន: $A=2a\cos\left(-\dfrac{\varphi}{2}\right)$ ដោយ $\varphi=\dfrac{\pi}{2}\text{rad}$

នាំឲ្យ : $A=2a\cos\left(-\dfrac{\frac{\pi}{2}}{2}\right)$

$=2a\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)$, $\cos\left(-\dfrac{\pi}{4}\right)=\dfrac{\sqrt{2}}{2}$

$$= 2a\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$$

$$= \sqrt{2}a$$

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតនៃរលកទាំងពីរគឺ $A = \sqrt{2}a$ ។

18. តើផលសងជាសនៃរលកពីរដែលដាលតាមទិសដៅដូចគ្នា នៅលើខ្សែមួយមានតម្លៃប៉ុន្មាន ដើម្បីឲ្យអំពីទុតនៃរលកតម្រួតស្មើនឹង 1.50 ដងនៃអំពីទុតនៃរលកនីមួយៗ ? ចូរឲ្យចម្លើយរបស់អ្នកគិតជា៖

ក. វ៉ាដ្យង់ និង

ខ. ដឺក្រេ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាផលសងជាសនៃរលកពីរដែលដាលតាមទិសដៅដូចគ្នា ដើម្បីឲ្យអំពីទុតនៃរលកតម្រួតស្មើនឹង 1.50 ដងនៃអំពីទុតនៃរលកនីមួយៗ

ក. គិតជាដឺក្រ

តាមរូបមន្ត: $A = 2a\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$

តាមសម្មតិកម្ម: $A = 1.50a$

យើងបាន : $1.50a = 2a\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$

$$1.50 = 2\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$$

$$\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) = \frac{1.50}{2}$$

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \cos^{-1}(0.75)$$

$$\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = 41.40^o$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 82.80^o$$

ដូចនេះ ផលសងជាសនៃរលកពីរគិតជាដឺក្រេ គឺ $\varphi_1 - \varphi_2 = 82.80^o$ ។

ខ. គិតជាវ៉ាដ្យង់

យើងមាន: $\varphi_1 - \varphi_2 = 82.82^o$

ដោយ : $1^o = \frac{\pi}{180}\text{rad}$

យើងបាន : $\varphi_1 - \varphi_2 = 82.80\left(\frac{\pi}{180}\text{rad}\right)$

$$= 1.44\text{rad}$$

ដូចនេះ ផលសងជាសនៃរលកពីរគិតជាវ៉ាដ្យង់គឺ $\varphi = 1.44$ rad ។

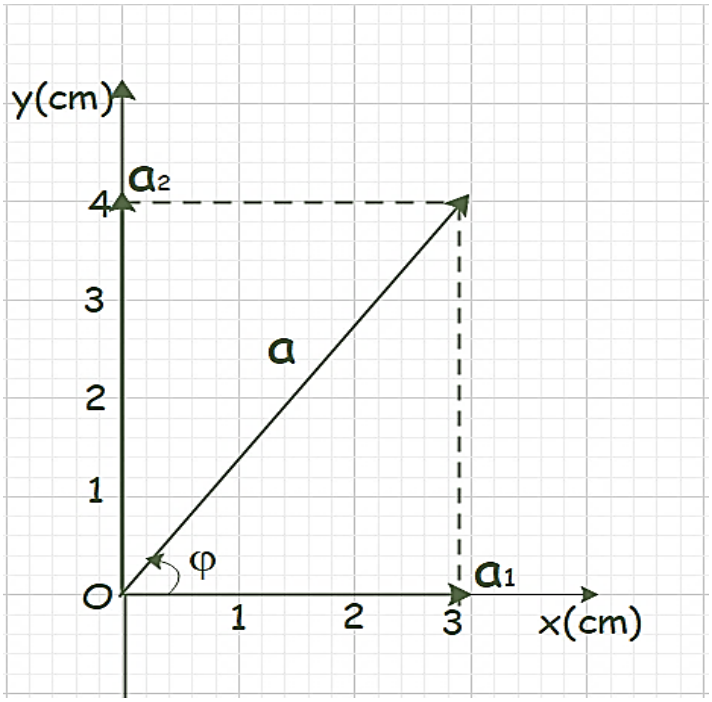
19.រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរមានប្រេកង់ដូចគ្នា និងមានទិសដៅដូចគ្នានៅលើខ្សែមួយ ។ ប្រសិនបើ $a_1 = 3.0\ \text{cm}, a_1 = 4.0\ \text{cm}, \varphi_1 = 0\ \text{rad}$ និង $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}\ \text{rad}$ ។ ចូរគណនាអំពីទុតតម្លៃនៃរលកទាំងពីរ ដោយប្រើសំណង់ប្រណែល ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាអំពីទុតតម្លៃនៃរលកទាំងពីរ ដោយប្រើសំណង់ប្រណែល

យើងមាន: $a_1 = 3.0\ \text{cm}, a_2 = 4.0\ \text{cm}, \varphi_1 = 0\ \text{rad}$ និង $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}\ \text{rad}$

សំណង់ប្រណែល៖



តាមសំណង់ប្រណែល: $a = \sqrt{(a_1)^2 + (a_2)^2}$

ដោយ : $a_1 = 3\ \text{cm} = 3\times10^{-2}\ \text{m}$ និង $a_2 = 4\ \text{cm} = 4\times10^{-2}\ \text{m}$

យើងបាន : $a = \sqrt{\left(3\times10^{-2}\right)^2 + \left(4\times10^{-2}\right)^2}$

$= \sqrt{25\times10^{-4}}$

$= 5\times10^{-2}\ \text{m}$

ដូចនេះអំពីទុតតម្លៃនៃរលកទាំងពីរគឺ $a = 5\times10^{-2}\ \text{m}$ ។

20.គេបានបញ្ជូនរលកចំនួន៤ ឲ្យទៅផ្លាស់ទីនៅក្នុងខ្សែមួយ ដែលធ្វើឲ្យរលកនីមួយៗផ្លាស់ទីតាមទិសដៅតែមួយ និងមានសមីការ៖

$$y_1(x,t) = (4.00\ \text{mm})\sin(2\pi x - 400\pi t)$$
$$y_2(x,t) = (4.00\ \text{mm})\sin(2\pi x - 400\pi t + 0.7\pi)$$
$$y_3(x,t) = (4.00\ \text{mm})\sin(2\pi x - 400\pi t + \pi)$$
$$y_4(x,t) = (4.00\ \text{mm})\sin(2\pi x - 400\pi t + 1.7\pi).$$

ចូរគណនាអំពីទុតតម្លៃនៃរលកទាំងអស់ ។

ដំណោះស្រាយ

គណនាអំពីទុតតម្រួត និងសមីការតម្រួតនៃរលកទាំងអស់

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y(x,t)=y_1(x,t)+y_2(x,t)+y_3(x,t)+y_4(x,t)$

ដោយ : $y_1(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t)$

$y_2(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

$y_3(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+\pi)$

$y_4(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+1.7\pi).$

យើងបាន : $y(x,t)=y_{13}(x,t)+y_{24}(x,t)$

តែ: $y_{13}(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t)+(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+\pi)$ ព្រោះ $\sin(\theta+\pi)=-\sin(\theta)$

$=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t)-(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t)$

$=0\text{ m}$

: $y_{24}(x,t)=(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)+(4.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

$=(8.00\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

$=(8.00\times10^{-3}\text{ m})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

នោះ $y(x,t)=0\text{ m}+(8.00\times10^{-3}\text{ m})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

$=(8.00\times10^{-3}\text{ m})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

ដូចនេះសមីការតម្រួតនៃរលកទាំងអស់គឺ $y(x,t)=(8.00\times10^{-3}\text{ m})\sin(2\pi x-400\pi t+0.7\pi)$

និងមានអំពីទុតតម្រួតគឺ $A=8.00\times10^{-3}\text{ m}$ ។

21.រលកពីរត្រូវបានដាលនៅលើខ្សែតែមួយ និងមានសមីការ៖

$y_1(x,t)=(4.60\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t)$

$y_2(x,t)=(5.60\text{ mm})\sin(2\pi x-400\pi t+0.80\pi\text{ rad}).$

ចូរគណនា៖

ក. អំពីទុតនៃរលកតម្រួត និង

ខ. ផាសនៃរលកតម្រួត ។

ដំណោះស្រាយ

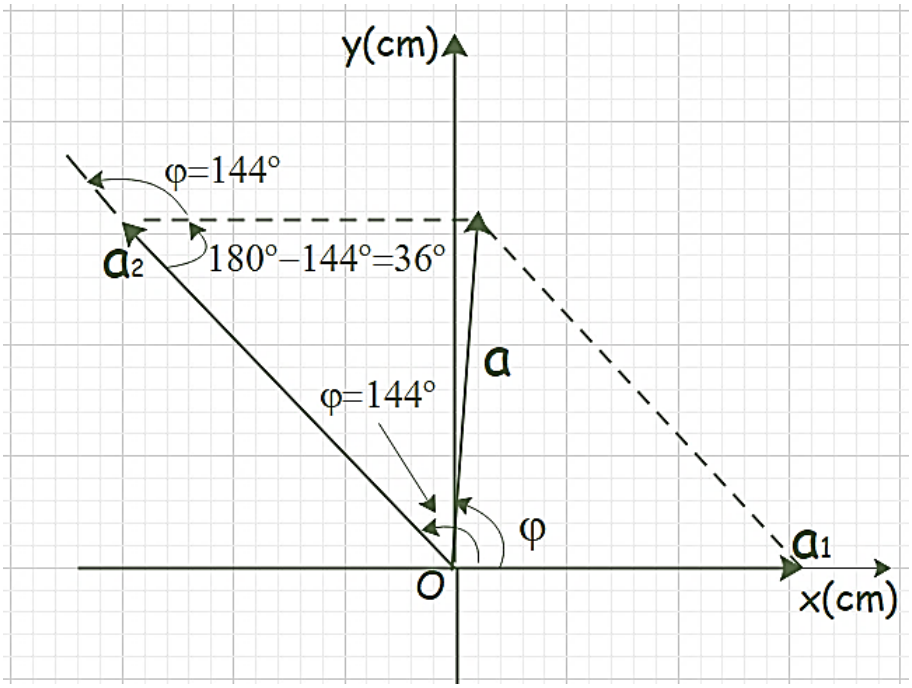
ក. គណនាអំពីទុតនៃរលកតម្រួត

តាមសម្មតិក $y_1(x,t) = (4.60\text{ mm})\sin(2\pi x - 400\pi t)$ ឬ:

$y_2(x,t) = (5.60\text{ mm})\sin(2\pi x - 400\pi t + 0.80\pi\text{ rad}).$

យើងបាន : $a_1 = 4.60\text{ mm}, a_2 = 5.60\text{ cm}, \varphi_1 = 0\text{ rad} = 0^o$ និង $\varphi_2 = 0.80\text{ rad} = 144^o$

សង់សំណង់ប្រណែលៈ



តាមទ្រឹស្តីបទកូស៊ីនុសៈ $a = \sqrt{(a_1)^2 + (a_2)^2 + 2a_1a_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

$= \sqrt{(4.60)^2 + (5.60)^2 + 2(4.60)(5.60)\cos(144^o)}$

$= \sqrt{21.16 + 31.36 + 44.88}$

$= 9.87\text{ mm}$

$= 9.87\times10^{-3}\text{ m}$

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a = 9.87\times10^{-3}$ mm ។

ខ. គណនាជាសនៃរលកតម្រួត

តាមទ្រឹស្តីបទស៊ីនុសៈ $\frac{a_2}{\sin\varphi} = \frac{a}{\sin 36^o}$

នាំឲ្យ : $\sin\varphi = \frac{a_2}{a}\sin 36^o$

$$\varphi = \sin^{-1}\left(\frac{a_2}{a}\sin 36^o\right)$$

ដោយ : $a = 3.29\ \text{mm}$

$:a_2 = 5.60\ \text{mm}$

$:\sin\left(36^o\right) = 0.58$

យើងបាន : $\varphi = \sin^{-1}\left(\frac{5.60}{3.29}\times 0.58\right)$

$= 88.8^o$

ដូចនេះផលសងជាសនៃរលកតម្រួត គឺ $\varphi = 88.8^o$ ។

22. ខ្សែមួយធ្វើចលនាលំយោលបង្កើតបានជារលកជញ្ជាំ តាងដោយសមីការ $y = (0.50\ \text{cm})\sin\left[\left(\frac{\pi}{3}\ \text{cm}^{-1}\right)x\right]\cos\left[\left(40\pi\ \text{s}^{-1}\right)t\right]$ ។ ចូរគណនា៖

ក. អំព្លីទុត និង

ខ. ល្បឿននៃរលកទាំងពី(មានលក្ខណៈដូចគ្នា លើកលែងតែទិសដៅ)ដែលដាលកាត់គ្នាបង្កើតបានជាលំយោលនេះ ។

គ. គណនារយៈពេលចន្លោះរវាងថ្នាំងពីរ ។

ឃ. គណនាល្បឿនភាគល្អិតនៃរលកទទឹងដែលយោលនៃលើខ្សែនៅត្រង់ចំណុច $x = 1.5\ \text{cm}$ នៅខណៈ $t = \frac{9}{8}\ \text{s}$ ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអំព្លីទុតនៃរលកទាំងពីរ

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលកជញ្ជាំ: $y(x,t) = 2a\sin(kx)\cos(\omega t)$

តាមសម្មតិកម្ម: $y = (0.50\ \text{cm})\sin\left[\left(\frac{\pi}{3}\ \text{cm}^{-1}\right)x\right]\cos\left[\left(40\pi\ \text{s}^{-1}\right)t\right]$

យើងបាន : $2a = 0.50\ \text{cm}$

$a = \frac{0.50}{2}\ \text{cm}$

$= 0.25\times 10^{-2}\ \text{m}$

ដូចនេះអំព្លីទុតនៃរលកទាំងពីរគឺ $a = 0.25\times 10^{-2}\ \text{m}$ ។

ខ. គណនាល្បឿនដំណាលនៃរលក

យើងមានកន្សោមទូទៅនៃរលកជញ្ជាំ: $y(x,t) = 2a\sin(kx)\cos(\omega t)$

នាំឲ្យ : $k = \frac{\pi}{3}\ \text{cm}^{-1} = \frac{\pi}{3}\times 10^{-2}\ \text{m}^{-1}$ និង $\omega = 40\pi\ \text{rad/s}^{-1}$

យើងបាន: $v = \frac{40\pi\ \text{rad/s}}{\frac{\pi}{3}\times 10^{-2}\ \text{m}^{-1}}$

$= 120\times 10^{2}\ \text{m/s}$

ដូចនេះល្បឿននៃរលកគឺ $v = 120\times10^{2}$ m/s ។

គ. គណនារយៈពេលចន្លោះរវាងថ្នាំងពីរ(ឬ ខួបនៃរលក)

តាមរូបមន្ត : $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$

នាំឲ្យ : $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

ដោយ : $\omega = 40\pi$ rad/s^{-1}

យើងបាន : $T = \dfrac{2\pi}{40\pi} = 0.05$ s

ដូចនេះរយៈពេលចន្លោះរវាងថ្នាំងពីរគឺ $T = 0.05$ s ។

ឃ. គណនាល្បឿនរលកទទឹងនៃធាតុរបស់ខ្សែខាងលើត្រង់ចំណុច $x = 1.5$ cm នៅខណៈ $t = \dfrac{9}{8}$ s

តាមរូបមន្ត : $v_y = \dfrac{dy}{dt} = \dfrac{d}{dt}\left(2a\sin(kx)\cos(\omega t)\right) = -2a\omega\sin(kx)\sin(\omega t)$

ដោយ : $k = \dfrac{\pi}{3}$ cm^{-1} $= \dfrac{\pi}{3}\times10^{-2}$ m^{-1}

$: \omega = 40\pi$ rad/s^{-1}

$: a = 0.25\times10^{-2}$ m

$: t = \dfrac{9}{8}$ s

$: x = 1.5$ cm$=1.5\times10^{-2}$ m

យើងបាន: $v_y = -2\times0.25\times10^{-2}\times40\pi\sin\left(\dfrac{\pi}{3}\times10^{-2}\times1.5\times10^{-2}\right)\cos\left(40\pi\times\dfrac{9}{8}\right)$

$= (-0.628)(0.0000027)(-0.78)$

$= 0.13\times10^{-5}$ m/s

ដូចនេះល្បឿនរលកទទឹងនៃធាតុរបស់ខ្សែខាងលើត្រង់ចំណុច $x = 1.5$ cm នៅខណៈ $t = \dfrac{9}{8}$ s គឺ

$v = 0.13\times10^{-5}$ m/s ។

23. រកសមីការរលកតម្រួតនៃលំយោល និង អំពីទុតនៃរលកតម្រួត :

ក. $y_1 = 4.0\text{ cm}\sin\left(5\pi t + \dfrac{\pi}{6}\right)$

$y_2 = 6.0\text{ cm}\sin\left(5\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

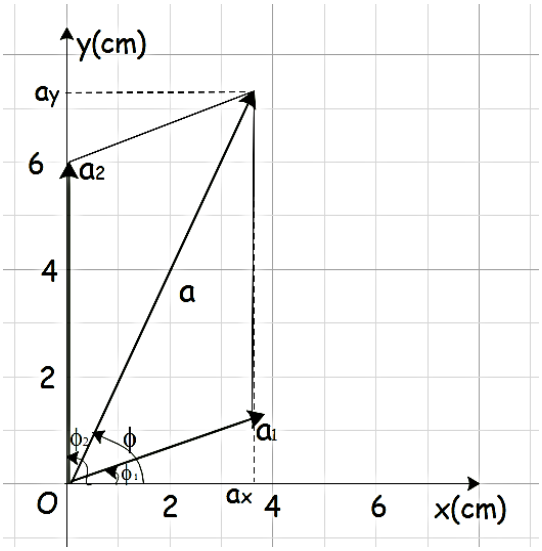
ខ. $y_1 = 7.0\text{ cm}\sin(10\pi t)$

$y_2 = 8.0\text{ cm}\sin\left(10\pi t + \dfrac{\pi}{2}\right)$

$y_3 = 9.0\text{ cm}\sin\left(10\pi t - \dfrac{\pi}{2}\right)$

ដំណោះស្រាយ

រកសមីការរលកតម្រួត និង អំពីទុតនៃរលកតម្រួត:



ក. $y_1 = 4.0\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$

$y_2 = 6.0\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

- អំពីទុតរលកតម្រួត:

តាមរូបមន្ត : $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$

ដោយ : $\vec{a}_x \perp \vec{a}_y$

យើងបាន : $a = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2}$

តែ: $a_x = a_1\cos(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2) = 4\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) + 6\cos\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2\sqrt{3}\ \text{cm}$

: $a_y = a_1\sin(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2) = 4\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) + 6\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 3\ \text{cm}$

នាំឲ្យ : $a = \sqrt{\left(2\sqrt{3}\right)^2 + (3)^2}$

$= \sqrt{21}$

$= 4.6\ \text{cm}$

$= 4.6\times10^{-2}\ \text{m}$

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a = 4.6\times10^{-2}\ \text{m}$ ។

- សមីការរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \phi)$

ដោយ : $a = 4.6\times10^{-2}\ \text{m}$

: $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{6}{4}\right) = -0.14\ \text{rad}$

: $\omega = 5\pi\ \text{rad/s}$

យើងបាន: $y = 4.6\times10^{-2}\ \text{m}\sin(5\pi t - 0.14)$

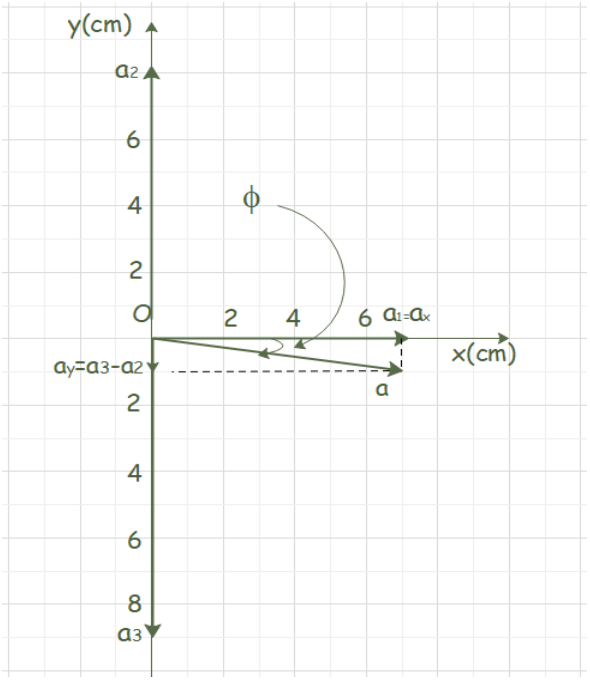
ដូចនេះសមីការរលកតម្រួតគឺ $y = 4.6\times10^{-2}\ \text{m}\sin(5\pi t - 0.14)$ ។

ខ. $y_1 = 7.0\ \text{cm}\sin(10\pi t)$

$y_2 = 8.0\ \text{cm}\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

$y_3 = 9.0\ \text{cm}\sin\left(10\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$

- អំពីទុតរលកតម្រួត:



តាមរូបមន្ត : $\vec{a}=\vec{a}_x+\vec{a}_y$

ដោយ : $\vec{a}_x \perp \vec{a}_y$

យើងបាន : $a=\sqrt{(a_x)^2+(a_y)^2}$

តែ: $a_x=a_1\cos(\phi_1)+a_2\cos(\phi_2)+a_3\cos(\phi_3)$

$=7\cos(0)+8\cos\left(\frac{\pi}{2}\right)+9\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)$

$=7\ \text{cm}$

$:a_y=a_1\sin(\phi_1)+a_2\cos(\phi_2)+a_3\cos(\phi_3)$

$=7\sin(0)+8\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)+9\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)$

$=-1\ \text{cm}$

នាំឲ្យ : $a=\sqrt{(7)^2+(-1)^2}$

$=\sqrt{50}$

$=7.07\ \text{cm}$

$=7.07\times10^{-2}\ \text{m}$

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a=7.07\times10^{-2}\ \text{m}$ ។

- សមីការរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y=y_1+y_2=a\sin(\omega t+\phi)$

ដោយ : $a=7.21\times10^{-2}\ \text{m}$

$:\phi=\tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)=\tan^{-1}\left(\frac{-1}{7}\right)=-0.14\ \text{rad}$

$:\omega=10\pi\ \text{rad/s}$

យើងបាន: $y=7.21\times10^{-2}\ \text{m}\sin(10\pi t-0.14)$

ដូចនេះសមីការរលកតម្រួតគឺ $y=7.21\times10^{-2}\ \text{m}\sin(10\pi t-0.14)$ ។

24. គេមានសមីការរលក២គឺ $y_1=4\ \text{cm}\sin\left(5\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ និង $y_2=3\ \text{cm}\sin\left(5\pi t+\frac{\pi}{4}\right)$ ។

ក. កំណត់អំពីទុត ផាសដើម ប្រេកង់ ពុលសាស្យុង និងខួបនៃលំយោលនីមួយៗ។

ខ. គណនាគំលាតផាសនៃទាំងពីរ ។

គ. សង់សំណង់ប្រៃណែល ។

ឃ. គណនាអំពីទុត ខួប និងផាសនៃរលកតម្រួត។

ង. កំណត់សមីការនៃរលកតម្រួត។

ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់អំពីទុត ជាសដើម ប្រេកង់ ពុលសាស្យុង និងខួបនៃលំយោលនីមួយៗ

	រលកទី១ : $y_1 = 4\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$	**រលកទី២**: $y_2 = 3\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$
អំពីទុត	$A_1 = 4\times10^{-2}\ \text{m}$	$A_2 = 3\times10^{-2}\text{m}$
ជាសដើម	$\phi_1 = \frac{\pi}{4}\text{rad}$	$\phi_2 = \frac{\pi}{4}\ \text{rad}$
ប្រេកង់	$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{5\pi}{2\pi} = 2.5\text{Hz}$	$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{5\pi}{2\pi} = 2.5\ \text{Hz}$
ពុលសាស្យុង	$\omega_1 = 5\pi\ \text{rad/s}$	$\omega_2 = 5\pi\ \text{rad/s}$
ខួប	$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4\ \text{s}$	$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4\ \text{s}$

ខ. គណនាគំលាតជាសនៃរលកទាំងពីរ

តាមរូបមន្ត : $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$

ដោយ : $\phi_1 = \frac{\pi}{4}\ \text{rad}$

$: \phi_2 = \frac{\pi}{4}\ \text{rad}$

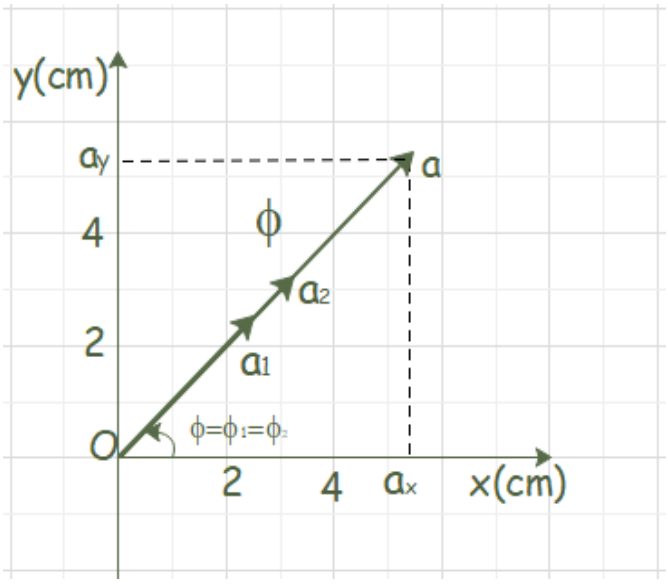
យើងបាន : $\Delta\phi = \frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{4} = 0\ \text{rad}$

ដូចនេះផលសងជាសនៃរលកទាំងពីរ $\Delta\phi = 0\ \text{rad}$ ។

គ. សង់សំណង់ប្រៃណែល

យើងមាន: $y_1 = 4\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ និង $y_2 = 3\ \text{cm}\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$

យើងបានអាចគូសបាន:



ឃ. គណនាអំពីទុត ខួប និងជាសនៃរលកតម្រួត

- អំពីទុតនៃរលកតម្រួត

  តាមរូបមន្ត : $\vec{a}=\vec{a}_x+\vec{a}_y$

  ដោយ : $\vec{a}_x \nearrow\nearrow \vec{a}_y$

  យើងបាន : $a=a_x+a_y$

  តែ: $a_x=4\text{ cm}=4\times10^{-2}\text{ m}$

  : $a_y=3\text{ cm}=3\times10^{-2}\text{ m}$

  នាំឲ្យ : $a=4\times10^{-2}+3\times10^{-2}=7\times10^{-2}\text{ m}$

  ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a=7\times10^{-2}\text{ m}$ ។

- ខួបនៃរលកតម្រួត

  ដោយខួបនៃរលកតម្រួតមានតម្លៃស្មើគ្នានឹងរលកនីមួយៗ:

  យើងបាន : $T=T_1=T_2=0.4\text{ s}$

  ដូចនេះខួបនៃរលកតម្រួតគឺ $T=0.5\text{ s}$ ។

- ជាសនៃរលកតម្រួត

  តាមរូបមន្ត : $\phi=\tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

  ដោយ : $a_x=4\text{cm}=4\times10^{-2}\text{ m}$

  : $a_y=3\text{cm}=3\times10^{-2}\text{ m}$

យើងបាន : $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{4\times10^{-2}}{3\times10^{-2}}\right) = 4.13 \text{ rad}$

ដូចនេះជាសនៃរលកតម្រួតគឺ $\phi = 4.13 \text{ rad}$ ។

ង. កំណត់សមីការនៃរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \phi)$

ដោយ : $a = 7\times10^{-2}$ m

: $\phi = 4.13 \text{ rad}$

: $\omega = 5\pi$ rad

យើងបាន : $y = 7\times10^{-2}\text{ m}\sin(5\pi t + 4.13)$

ដូចនេះសមីការនៃរលកតម្រួតគឺ $y = 7\times10^{-2}\text{ m}\sin(5\pi t + 4.13)$ ។

25. គេមានសមីការរលក២ គឺ $y_1 = 5\text{ cm}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ និង $y_2 = 8\text{ cm}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$។

ក. កំណត់អំព្លីទុត ជាសដើម ប្រេកង់ ពុលសាស្យុង និងខួបនៃលំយោលនីមួយៗ។

ខ. គណនាគំលាតជាសនៃរលកទាំងពីរ។

គ. គណនាអំព្លីទុត ខួប និងជាសនៃរលកតម្រួត។

ឃ. កំណត់សមីការនៃរលកតម្រួត។

ង. ចូរធ្វើសំណង់ប្រៃណែល។

ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់អំព្លីទុត ជាសដើម ប្រេកង់ ពុលសាស្យុង និងខួបនៃលំយោលនីមួយៗ

	រលកទី១ : $y_1 = 5\text{ cm}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$	**រលកទី២**: $y_2 = 8\text{ cm}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$
អំព្លីទុត	$A_1 = 5\times10^{-2}$ m	$A_2 = 8\times10^{-2}$ m
ជាសដើម	$\phi_1 = \frac{\pi}{4}$ rad	$\phi_2 = \frac{\pi}{2}$ rad
ប្រេកង់	$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2$ Hz	$f_2 = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2$ Hz
ពុលសាស្យុង	$\omega_1 = 4\pi$ rad/s	$\omega_2 = 4\pi$ rad/s
ខួប	$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0.5$ s	$T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0.5$ s

ខ. គណនាគំលាតផាសនៃរលកទាំងពីរ

តាមរូបមន្ត : $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$

ដោយ : $\phi_1 = \frac{\pi}{4}$ rad

: $\phi_2 = \frac{\pi}{2}$ rad

យើងបាន : $\Delta\phi = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{3\pi}{4}$ rad

ដូចនេះផលសងផាសនៃរលកទាំងពីរ $\Delta\phi = \frac{3\pi}{4}$ rad ។

គ. គណនាអំពីទុត ខួប និងផាសនៃរលកតម្លួត

- អំពីទុតនៃរលកតម្លួត

តាមរូបមន្ត : $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$

ដោយ : $\vec{a}_x \perp \vec{a}_y$

យើងបាន : $a = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2}$

តែ: $a_x = a_1\cos(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2)$

$= 5\cos\left(\frac{\pi}{4}\right) + 8\cos\left(\frac{\pi}{2}\right)$

$= \frac{5\sqrt{2}}{2}$

$= 3.53$ cm

: $a_y = a_1\sin(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2) + a_3\cos(\phi_3)$

$= 5\sin\left(\frac{\pi}{4}\right) + 8\sin\left(\frac{\pi}{2}\right)$

$= \frac{5\sqrt{2}}{2} + 8$

$= 11.53$ cm

នាំឲ្យ : $a = \sqrt{(3.53)^2 + (11.53)^2}$

$= \sqrt{12.5 + 132.94}$

$= 12.06$ cm

$= 12.06\times10^{-2}$ m

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្លួតគឺ $a = 12.06\times10^{-2}$ m ។

- ខួបនៃរលកតម្លួត

ដោយខួបនៃរលកតម្រួតមានតម្លៃស្មើគ្នានឹងរលកនីមួយៗ:

យើងបាន : $T = T_1 = T_2 = 0.5\ \text{s}$

ដូចនេះខួបនៃរលកតម្រួតគឺ $T = 0.5\ \text{s}$ ។

- ជាសនៃរលកតម្រួត

តាមរូបមន្ត : $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

ដោយ : $a_y = 11.53\times10^{-2}\ \text{m}$

: $a_x = 3.53\times10^{-2}\ \text{m}$

យើងបាន : $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{11.53\times10^{-2}}{3.53\times10^{-2}}\right) = 0.12\ \text{rad}$

ដូចនេះជាសនៃរលកតម្រួតគឺ $\phi = 0.12\ \text{rad}$ ។

ឃ. កំណត់សមីការនៃរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \phi)$

ដោយ : $a = 12.06\times10^{-2}\ \text{m}$

: $\phi = 0.12\ \text{rad}$

: $\omega = 4\pi\ \text{rad}$

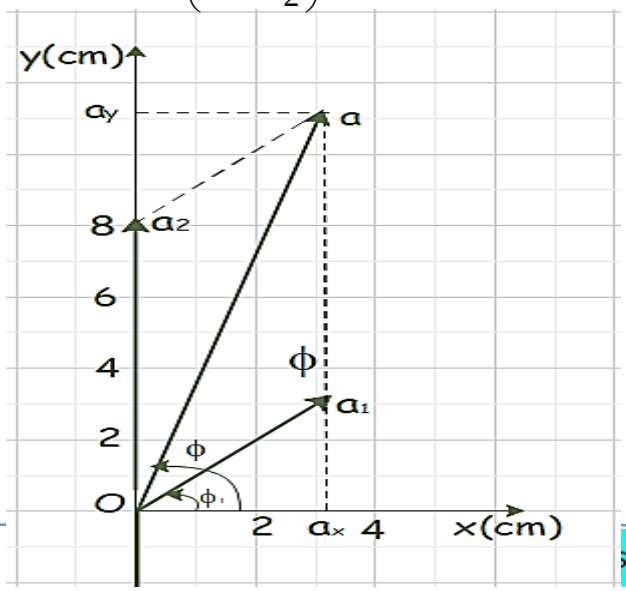
យើងបាន : $y = 12\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4\pi t + 0.12)$

ដូចនេះសមីការនៃរលកតម្រួតគឺ $y = 12\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4\pi t + 0.12)$ ។

ង. ចូរធ្វើសំណង់ប្រៃណែល

យើងមាន : $y_1 = 5\ \text{m}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ និង $y_2 = 8\ \text{cm}\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

យើងបានអាចគូសបាន:



26. គេមានសមីការរលកបីគឺ $y_1 = 15\ \text{cm}\sin(4\pi t)$ $y_2 = 6\ \text{cm}\sin(4\pi t + \pi)$ និង $y_3 = 7\ \text{cm}\sin(4\pi t + \pi)$ ។

ក. កំណត់អំពីទុត ពុលសាស្យុង និងជាសនៃរលកនីមួយៗ ។

ខ. កំណត់សមីការរលកតម្រួត។

ដំណោះស្រាយ

ក. កំណត់អំពីទុត ពុលសាស្យុង និងជាសនៃរលកនីមួយៗ

	រលកទី១ $y_1 = 15\ \text{cm}\sin(4\pi t)$	**រលកទី២** $y_2 = 6\ \text{cm}\sin(4\pi t + \pi)$	**រលកទី៣** $y_3 = 7\ \text{cm}\sin(4\pi t + \pi)$
អំពីទុត	$A_1 = 15\times10^{-2}\ \text{m}$	$A_2 = 6\times10^{-2}\ \text{m}$	$A_3 = 7\times10^{-2}\text{m}$
ពុលស្យុង	$\omega_1 = 4\pi\ \text{rad/s}$	$\omega_2 = 4\pi\ \text{rad/s}$	$\omega_3 = 4\pi\ \text{rad/s}$
ជាស	$\phi_1 = 0\ \text{rad}$	$\phi_2 = \pi\ \text{rad}$	$\phi_3 = \pi\ \text{rad}$

ខ.កំណត់សមីការនៃរលកតម្រួត

តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \phi)$

ដោយ : $\omega = \omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 4\pi\ \text{rad/s}$

- អំពីទុតនៃរលកតម្រួត

តាមរូបមន្ត : $\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$

ដោយ : $\vec{a}_x \perp \vec{a}_y$

យើងបាន : $a = \sqrt{(a_x)^2 + (a_y)^2}$

តែ: $a_x = a_1\cos(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2) + a_3\cos(\phi_3)$

$= 15\cos(0) + 6\cos(\pi) + 7\cos(\pi)$

$= 15 - 6 - 7$

$= 2\ \text{cm}$

$= 2\times10^{-3}\ \text{m}$

$: a_y = a_1\sin(\phi_1) + a_2\cos(\phi_2) + a_3\cos(\phi_3)$

$= 15\sin(0) + 6\sin(\pi) + 7\sin(\pi)$

$= 0\ \text{m}$

នាំឲ្យ : $a = \sqrt{(2)^2 + (0)^2}$

$= \sqrt{(2)^2}$

$= 2 \text{ cm}$

$= 2\times10^{-2} \text{ m}$

ដូចនេះអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $a = 2\times10^{-2} \text{ m}$ ។

- ជាសនៃរលកតម្រួត

តាមរូបមន្ត : $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right)$

ដោយ : $a_y = 0 \text{ m}$

: $a_x = 2\times10^{-2} \text{ m}$

យើងបាន : $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{0}{2\times10^{-2}}\right) = 0 \text{ rad}$

ដូចនេះសមីការរលកតម្រួតគឺ $y = 2\times10^{-2}\text{m}\sin(4\pi t)$ ។

27. រលកពីរដាលតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា កាត់គ្នា និងបង្កើតជារលកជង្រុំ។ សមីការរលកនីមួយៗត្រូវបានតាងដោយ៖ $y_1 = 4.0 \text{ cm}\sin(3x - 2.0t)$ និង $y_1 = 4.0 \text{ cm}\sin(3x + 2.0t)$ ។

ក. គណនាបំលាស់ទីអតិបរមារបស់ភាគល្អិតនៅត្រង់ទីតាំង $x = 2.3 \text{ cm}$។

ខ. រកទីតាំងពោះ និងទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជង្រុំ។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាបំលាស់ទីអតិបរមារបស់ភាគល្អិតនៅត្រង់ទីតាំង $x = 2.3 \text{ cm}$

តាមគោលការណ៍រលកជង្រុំ: $y = y_1 + y_2$

ដោយ : $y_1 = 4.0 \text{ cm}\sin(3x - 2.0t)$ និង $y_1 = 4.0 \text{ cm}\sin(3x + 2.0t)$

យើងបាន : $y = 4 \text{ cm}\sin(3x + 2.0t) + 4 \text{ cm}\sin(3x - 2.0t)$

$= 4 \text{ cm}\left[\sin(3x + 2.0t) + \sin(3x - 2.0t)\right]$

តែ: $\sin A + \sin B = 2\sin\left(\frac{A+B}{2}\right)\cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$

នាំឲ្យ : $y = 4 \text{ cm}\left[\sin\left(\frac{(3x + 2.0t) + (3x - 2.0t)}{2}\right)\cos\left(\frac{(3x + 2.0t) - (3x - 2.0t)}{2}\right)\right]$

$= 4 \text{ cm}\left[\sin\left(\frac{2(3x)}{2}\right)\cos\left(\frac{2(2.0t)}{2}\right)\right]$

$= 4 \text{ cm}\sin(3x)\cos(2.0t)$

ដោយ : $x = 2.3\text{ cm} = 2.3\times10^{-2}\text{ m}$

នោះ $y = 4\text{ cm}\sin\left(3\times2.3\times10^{-2}\right)\cos(5t)$

$= 0.27\text{ cm}\cos(5t)$

ដូចនេះអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកនៅត្រង់$x = 2.3\text{ cm}$ គឺ $y = 0.27\text{ cm}\cos(5t)$ ។

ខ. រកទីតាំងពោះ និងទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជង្រុំ

- ទីតាំងពោះ

ដើម្បីឲ្យអំព្លីទុតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$$\sin(kx) = \pm1$$

$$\sin(kx) = \sin\left(n\frac{\pi}{2}\right)$$

$$kx = n\frac{\pi}{2}$$

$$x = \frac{n}{k}\frac{\pi}{2} \quad ,k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$x = \frac{n}{(2\pi/\lambda)}\frac{\pi}{2}$$

$$= n\frac{\lambda}{4}\ ,\ n = 0,1,2.....$$

ដោយ : $\lambda = \frac{2\pi}{3} = \frac{2\pi}{3} = 2.10\text{ m}$

យើងបាន : $x = n\frac{\pi\times2.10}{4} = 1.65n$

– ចំពោះ $n = 1 : x = 1.65\times1 = 1.65\text{ m}$ ។

– ចំពោះ $n = 2 : x = 1.65\times2 = 5.3\text{ m}$ ។

– ចំពោះ $n = 3 : x = 1.65\times3 = 4.95\text{ m}$ ។

- ទីតាំងថ្នាំង

ដើម្បីឲ្យអំព្លីទុតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$$\sin(kx) = 0$$

$$\sin(kx)=\sin\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right)$$

$$kx=\frac{\pi}{2}+n\pi$$

$$x=\frac{1}{(2\pi/\lambda)}\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right),k=\frac{2\pi}{\lambda}$$

$$x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}$$

$$=(1+2n)\frac{\lambda}{4},\ n=0,1,2.....$$

ដោយ : $\lambda=2.10$ m

យើងបាន : $x=(1+2n)\frac{(2.10)}{4}=(1+2n)0.26$

– ចំពោះ $n=1: x=(1+2\times1)0.26=0.78$ m ។

– ចំពោះ $n=2: x=(1+2\times2)0.26=1.30$ m ។

– ចំពោះ $n=3: x=(1+2\times3)0.26=1.82$ m ។

28.រលក២ដាលតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា: $y_1=a\sin(kx+\omega t)$ និង $y_2=a\sin(kx-\omega t)$ ។ រលកទាំងពីរនេះត្រូវបានដាលកាត់គ្នាក្នុងមជ្ឈដ្ឋានតែមួយបង្កើតបានជារលកជង្រុំមួយ។ គេឲ្យ

$k=4$ rad/s , ω=5 rad/s , a=5 cm

ក. គណនាអេឡុងកាស្យុងរលកនៅត្រង់$x=25$ cm ។

ខ. កំណត់ទីតាំងពោះត្រង់អំពីទុតអតិបរមា ។

គ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងត្រង់អំពីទុតស្មើសូន្យ។

ឃ. តើសមីការចលនាទីតាំងអតិបរមាត្រង់ទីតាំងពោះមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកនៅត្រង់$x=25$ cm

តាមគោលការណ៍រលកជង្រុំ: $y=y_1+y_2$

ដោយ : $y_1=a\sin(kx+\omega t)$

: $y_2=a\sin(kx-\omega t)$

យើងបាន : $y=a\sin(kx+\omega t)+a\sin(kx-\omega t)$

$$=a\left[\sin(kx+\omega t)+\sin(kx-\omega t)\right]$$

តែ: $\sin A+\sin B=2\sin\left(\frac{A+B}{2}\right)\cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$

នាំឲ្យ : $y=a\left[\sin\left(\frac{(kx+\omega t)+(kx-\omega t)}{2}\right)\cos\left(\frac{(kx+\omega t)-(kx-\omega t)}{2}\right)\right]$

$=a\left[\sin\left(\frac{2kx}{2}\right)\cos\left(\frac{2\omega t}{2}\right)\right]$

$=a\sin(kx)\cos(\omega t)$

ដោយ : $x=25\text{ cm}=25\times10^{-2}\text{ m}$

$:k=4\text{ rad/s}$

$:\omega=5\text{ rad/s}$

:a=5 cm

នោះ $y=5\times10^{-2}\sin\left(4\times25\times10^{-2}\right)\cos(5t)$

$=4.20\times10^{-2}\text{ m}\cos(5t)$

ដូចនេះអេឡុងកាស្យុងរបស់សមីការចលនារលកនៅត្រង់$x=25\text{ cm}$ គឺ $y=4.20\times10^{-2}\text{ m}\cos(5t)$ ។

ខ. កំណត់ទីតាំងពោះត្រង់អំពីទុតអតិបរមា

ដើម្បីឲ្យអំពីទុតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$\sin(kx)=\pm1$

$\sin(kx)=\sin\left(n\frac{\pi}{2}\right)$

$kx=n\frac{\pi}{2}$

$x=\frac{n}{k}\frac{\pi}{2}\quad,k=\frac{2\pi}{\lambda}$

$x=\frac{n}{(2\pi/\lambda)}\frac{\pi}{2}$

$=n\pi\frac{\lambda}{4}\ ,\ n=0,1,2.....$

ដោយ : $\lambda=\frac{2\pi}{k}=\frac{2\pi}{4}=\pi\text{ m}$

យើងបាន : $x=n\frac{\pi^2}{4}=n\frac{10}{4}=2.5n$

- ចំពោះ $n=1:x=2.5\times1=2.5\text{ m}$ ។
- ចំពោះ $n=2:x=2.5\times2=5\text{ m}$ ។

– ចំពោះ $n=3: x=2.5\times3=7.5$ m ។

គ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងត្រង់អំពីទុតស្មើសូន្យ

ដើម្បីឲ្យអំពីទុតនៃរលកមានតម្លៃអតិបរមាលុះត្រាតែ:

$$\sin(kx)=0$$

$$\sin(kx)=\sin\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right)$$

$$kx=\frac{\pi}{2}+n\pi$$

$$x=\frac{1}{(2\pi/\lambda)}\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right),k=\frac{2\pi}{\lambda}$$

$$x=\left(\frac{1}{2}+n\right)\frac{\lambda}{2}$$

$$=(1+2n)\frac{\lambda}{4},\ n=0,1,2.....$$

ដោយ : $\lambda=\frac{2\pi}{k}=\frac{2\pi}{4}=\frac{\pi}{2}$ m

យើងបាន : $x=(1+2n)\frac{(\pi/2)}{4}=(1+2n)\frac{\pi}{8}$

– ចំពោះ $n=1: x=(1+2\times1)\frac{\pi}{8}=1.17$ m ។

– ចំពោះ $n=2: x=(1+2\times2)\frac{\pi}{8}=1.97$ m ។

– ចំពោះ $n=3: x=(1+2\times3)\frac{\pi}{8}=2.75$ m ។

ឃ. តើសមីការចលនាទីតាំងអតិបរមាត្រង់ទីតាំងពោះមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

យើងមានសមីការចលនា: $y=5\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4x)\cos(5t)$

– ចំពោះ $n=1: x=1.17$ m

យើងបាន: $y=5\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4\times1.17)\cos(5t)$

$$=-4.99\times10^{-2}\ \text{m}\cos(5t)$$ ។

– ចំពោះ $n=2: x=1.97$ m

យើងបាន : $y=5\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4\times1.97)\cos(5t)$

$$=-4.99\times10^{-2}\ \text{m}\cos(5t)$$ ។

– ចំពោះ $n=3: x=2.75$ m

យើងបាន: $y = 5\times10^{-2}\ \text{m}\sin(4\times2.75)\cos(5t)$

$= -4.99\times10^{-2}\ \text{m}\cos(5t)$ ។

29. គេអោយសមីការរលកជង្រុំមួយគឺ $y = 0.15\ \text{cm}\sin(5x)\cos(300t)$ ។

ក. គណនាអំពីទុតអតិបរមាលំយោល។

ខ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជង្រុំ ។

គ. គណនាជំហានរលក ប្រេកង់ និងល្បឿនដំណាលរលក។

ដំណោះស្រាយ

ក. គណនាអំពីទុតអតិបរមាលំយោលត្រង់ទីតាំងពោះ

យើងមានកន្សោមរលកជង្រុំ: $y = 0.15\ \text{cm}\sin(5x)\cos(300t)$

យើងបាន: $A = 0.15\ \text{cm}\sin(5x)$

ដោយ : $\sin(5x) = \pm1$

នោះ $A = \pm0.15\ \text{cm} = \pm0.15\times10^{-2}\ \text{m}$

ដូចនេះអំពីទុតអតិបរមាលំយោលត្រង់ទីតាំងពោះគឺ $A = \pm0.15\times10^{-2}\ \text{m}$ ។

ខ. កំណត់ទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជង្រុំ

តាមរូបមន្ត : $x = n\dfrac{\lambda}{4}$

ដោយ : $\lambda = \dfrac{2\pi}{k} = \dfrac{2\pi}{5} = 1.25\ \text{m}$

យើងបាន : $x = n\left(\dfrac{1.25}{4}\right) = 0.31n$

- ចំពោះ $n = 1: x = 0.31\times1 = 0.31\ \text{m}$ ។
- ចំពោះ $n = 2: x = 0.31\times2 = 0.62\ \text{m}$ ។
- ចំពោះ $n = 3: x = 0.31\times3 = 0.93\ \text{m}$ ។

គ. គណនាជំហានរលក ប្រេកង់ និងល្បឿនដំណាលរលក

- ជំហានរលក

តាមចំណុចខ. យើងបាន $\lambda = 1.25\ \text{m}$

ដូចនេះជំហានរលកគឺ $\lambda = 1.25\ \text{m}$ ។

- ប្រេកង់

តាមរូបមន្ត : $\omega = 2\pi f$

នាំឲ្យ : $f = \frac{\omega}{2\pi}$

ដោយ : $\omega = 300 \text{ rad/s}$

យើងបាន : $f = \frac{300}{2\pi}$

$= 150\pi$

$= 471 \text{ Hz}$

ដូចនេះ ប្រេកង់នៃរលកគឺ $f = 471 \text{ Hz}$ ។

- ល្បឿនរលក

តាមរូបមន្ត : $v = \frac{\lambda}{f}$

ដោយ : $\lambda = 1.25 \text{ m}$

: $f = 471 \text{ Hz}$

យើងបាន : $v = \frac{1.25}{471} = 0.003 \text{ m/s}$

ដូចនេះល្បឿនរលកគឺ $v = 0.003 \text{ m/s}$ ។

30.រកសមីការរលកជញ្ជុំនៃរលកពីរដាលតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នានៅលើខ្សែមួយតាមទិសដេក បន្ទាប់មកវា បានជួបគ្នានៅត្រង់ចំណុចមួយ បង្កើតបានជារលកជញ្ជុំ នៅក្នុងប្លង់ឈរមួយ ៖

$$y_1(x,t) = (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x - 400\pi t)$$

$$y_2(x,t) = (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x + 400\pi t),$$

ដែល x គិតជា (m) និង t គិតជា (s) ។

ដំណោះស្រាយ

រកសមីការរលកជញ្ជុំ

តាមគោលការណ៍រលកតម្លើត : $y = y_1 + y_2$

ដោយ :

$$y_1(x,t) = (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x - 400\pi t)$$

$$y_2(x,t) = (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x + 400\pi t),$$

យើងបាន: $y = (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x - 400\pi t) + (6.00 \text{ mm}) \sin(4.00\pi x + 400\pi t)$

$$= (6.00\ \text{mm})\left[\sin(4.00\pi x - 400\pi t) + \sin(4.00\pi x + 400\pi t)\right]$$

$$= (6.00\ \text{mm})\left[2\sin\left(\frac{(4.00\pi x - 400\pi t) + (4.00\pi x + 400\pi t)}{2}\right)\cos\left(\frac{(4.00\pi x - 400\pi t) - (4.00\pi x + 400\pi t)}{2}\right)\right]$$

$$= (6.00\ \text{mm})\left[2\sin(4.00\pi x)\cos(-400\pi t)\right]$$

$$= (12.00\ \text{mm})\sin(4.00\pi x)\cos(-400\pi t)$$

ដូចនេះសមីការរលកជញ្ជាំ គឺ $y = (12.00\ \text{mm})\sin(4.00\pi x)\cos(-400\pi t)$ ។

ផ្នែកទី២៖ សំណួរជ្រើសរើស (មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. ពុលសាស្បុងនៃរលកគឺ

◯ $\omega=2\pi f$
◯ $\omega=f2$
◯ $\omega=f2\pi$
◯ $\omega=\pi f$

2. ល្បឿនដំណាលនៃរលកគឺ

◯ $v=k\omega$
◯ $v=K2\pi$
◯ $v=\lambda\times t$
◯ $v=\omega/k$

3. ចំនួនរលកគឺ

◯ $k=\lambda 2\pi$
◯ $k=2/\pi\lambda$
◯ $k=2\pi/\lambda$
◯ $k=2/3kBT$

4. ជំហានរលកគឺ

◯ $\lambda=k2\pi$
◯ $\lambda=TV$
◯ $\lambda=fv$
◯ $\lambda=vT$

5. គោលការណ៍រលកតម្រួតគឺ

◯ $y=y_1+y_2=asin(\omega t+\phi)$
◯ $y=a_1^2+a_2^2=asin(\omega t+\phi)$
◯ $y=a_1+a_2=asin(\omega t+\phi)$
◯ $y=y_1+y_2+...+y_n=asin(\omega t+\phi)$

6. ផលសងផាសរវាងរលកពីរគឺ

◯ $\Delta\phi=\phi 2-\phi 1$
◯ $\Delta\phi=\phi 1+\phi 2+\phi 3$
◯ $\Delta\phi=\phi 1+\phi 2$
◯ $\Delta\phi=ax-ay$

7. អំពីទុតនៃរលកតម្រួត ក្នុងករណីទូទៅគឺ

◯ $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}$
◯ $a=a_1+a_2$
◯ $a=\sqrt{a_1^2+a_2^2}$
◯ $a=a_1^2+a_2^2+2a_1a_2cos\Delta\phi$

8. អំពីទុតនៃរលកតម្រួត ករណីឈមផាសគឺ

◯ $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}$
◯ $a=a_1+a_2$
◯ $a=\sqrt{a_1^2+a_2^2}$
◯ $a=|a_1-a_2|$

9. គេមានសមីការរលកពី $y_1=a_1sin(kx-\omega t)$ និង $y_2=a_2sin(kx+\omega t)$ នោះអំពីទុតនៃរលកជង្រុំគឺ

◯ $A=2asinkx$
◯ $A=2asin\omega t$
◯ $A=2acoskx$
◯ $A=2acos\omega t$

10. ចំពោះទីតាំងពោះ នោះគេបាន

◯ $A=\pm 2a$
◯ $A=-a$
◯ $A=+a$
◯ $A=0$
◯

11. ចំពោះទីតាំងថ្នាំង នោះគេបាន

- ○ $A=\pm 2a$
- ○ $A=-a$
- ○ $A=+a$
- ○ $A=0$

12. រយៈពេលដែលរលកដាលបានមួយជំហានរលកហៅថាអ្វី?

- ○ ខួប
- ○ ល្បឿនមុំ
- ○ ប្រេកង់
- ○ ចំនួនរលក

13. ចំនួនលំយោលឬរលកក្នុងមួយវិនាទិហៅថាអ្វី?

- ○ ខួប
- ○ ជំហានរលក
- ○ ប្រេកង់
- ○ ល្បឿនដំណាលរលក

14. កាលណារលកពីរឬច្រើនដាលឆ្លងកាត់មជ្ឈដ្ឋានតែមួយ បម្លាស់ទីសរុបរាល់ចំណុចណាក៏ដោយនៃរលកស្មើនឹងផលបូកវ៉ិចទ័ររបស់បណ្តាចំណុចបម្លាស់ទីរលកទោលទាំងអស់ បង្កើតបានជា.....

- ○ រលកដាលលើខ្សែ
- ○ រលកជង្ហុំ
- ○ រលកតម្លួត
- ○ រលកទឹក

ផ្នែកទី៣៖លំហាត់ និងដំណោះស្រាយខ្លីៗ(មានចម្លើយនៅផ្នែកខាងក្រោយនៃសៀវភៅ)

1. រលកទទឹងនៅលើខ្សែមួយមានល្បឿន $8.00\ \text{m/s}$ ជំហានរលក $0.32\ \text{m}$ និងអំព្លីទុត $0.07\ \text{m}$ ។ រលកបានដាលតាមទិសដៅ $-x$ និងនៅខណៈ $t=0$ ត្រូវនឹង $x=0$ នៃចុងខ្សែដែលស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងអំព្លីទុតអតិបរមាវិជ្ជមាន ។
   ក. រកប្រេកង់ ខួប និងចំនួនរលកនៃរលកនេះ។
   ខ. សរសេរសមីការរលកនេះ។
   គ. រកអេឡុងការស្បុងនៃធាតុរលកត្រង់ទីតាំង $x=0.36\ \text{m}$ និងខណៈ $t=0.15\ \text{s}$ ។
2. រលកទទឹងមួយត្រូវបានពិពណ៌នាដោយសមីការ៖
   $y(x,t)=(6.50\ \text{mm})\cos 2\pi\left(\frac{x}{28.0\ \text{cm}}-\frac{t}{0.036\ \text{s}}\right)$ ។ចូរកំណត់៖
   ក. អំព្លីទុត
   ខ. ជំហានរលក
   គ. ប្រេកង់
   ឃ. ល្បឿនដំណាលនៃរលក
   ង. ទិសដៅដំណាលនៃរលក។

តើសមីការរលកណាខ្លះដែលជាសមីការរលកនៃលំយោលអាម៉ូនិចងាយ?

ក. $y(x,t)=A\cos(\omega t+kx)$

ខ. $y(x,t)=A\sin(\omega t+kx)$

គ. $y(x,t)=A(\cos kx+\cos\omega t)$

រលកនៃទឹកបានដាលតាមគន្លងត្រង់នៅក្នុងទឹកបឹង១បានពិពណ៌នាដោយសមីការ៖

$y(x,t)=(3.75\ \text{cm})\cos\left(0.45\text{cm}^{-1}\,x+5.40\text{s}^{-1}\,t\right)$ ដែល y ជាបម្លាស់ទីនៃផ្ទៃលើទឹកបឹង ។

ក.គណនាខួប និងជំហានរលក។

ខ.គណនាចំនួនរលក និងចំនួនរលកក្នុងមួយវិនាទី ។

គ. គណនាល្បឿនដំណាលនៃរលក និងល្បឿនអតិបរមានៃរលកដែលផ្លាស់ទីតាមទិសដៅឈរធៀបនឹងផ្ទៃទឹករាបស្មើ។

ក. បង្ហាញថារលកខ្សែមួយ $y(x,t)=A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v}-t\right)\right]$ ដាលទៅស្តាំអាចត្រូវបានតាងដោយសមីការ $y(x,t)=A\cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}(x-vt)\right]$ ។

ខ. រកសមីការល្បឿននៃរលកនេះ ។

គ. រកកន្សោមល្បឿនអតិបរមានៃរលក ។ ចូរបញ្ជាក់ពីលក្ខខណ្ឌដើម្បីឲ្យល្បឿននៃធាតុរលកមានតម្លៃនឹងល្បឿនដំណាលនៃរលក តូចជាងល្បឿនដំណាលនៃរលក និងធំជាងល្បឿនដំណាលនៃរលក ។

ទីតាំងពោះពីរនៃរលកជង្ហុំដែលដាលនៅលើខ្សែមួយមានប្រវែង $15.0\ \text{cm}$ ពីគ្នា ។ ចំណុចនៃភាគល្អិតមួយដែលស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងពោះ បានយោលដោយចលនាអាម៉ូនិចមានអំព្លីទុត $0.85\ \text{cm}$ និងខួប $0.075\ \text{s}$ ។ ខ្សែនេះបានលាត្រង់ស្ថិតនៅតាមបណ្តោយនៃអ័ក្សដេក (x) នៅខណៈពេល 0 វិនាទី។

ក. គណនាចម្ងាយរវាងថ្នាំងពីរជាប់គ្នា។

ខ. រកជំហានរលក អំព្លីទុត និងល្បឿនដំណាលនៃរលក ។

គ. រកល្បឿនអតិបរមា និងអប្បបរមានៃចំណុចមួយនៅត្រង់ទីតាំងពោះ។

ឃ. តើចម្ងាយខ្លីបំផុតនៅលើខ្សែរវាងថ្នាំង និងពោះនៃរលកនេះមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

រលកជង្ហុំដែលបង្កើតឡើងដោយខ្សែភ្លើងត្រូវបានពិពណ៌នាដោយសមីការ $y = 2A\sin(kx)\sin(\omega t)$ ។ ដែលគេដឹងថានៅចុងខាងឆ្វេងនៃខ្សែភ្លើងនេះស្ថិតនៅ $x = 0\ \text{m}$ ។ គេឲ្យ: $a = 2.50\ \text{mm}, \omega = 942\ \text{rad/s}$ និង $k = 0.75\pi\ \text{rad/s}$ ។ តើនៅចម្ងាយប៉ុន្មានពីចុងនៃខ្សែខាងឆ្វេងទៅទីតាំង

ក. ថ្នាំង និង

ខ. ពោះ ។

3. ខ្សែឆ្មាមិនយឺតមួយត្រូវបានចងភ្ជាប់ចុងទាំងពីររបស់វា និងត្រូវបានធ្វើចលនាលំយោលអាម៉ូនិចលំដាប់ទីបីរបស់វា ដែលបង្កើតបានជារលកជង្ហុំ តាងដោយសមីការ៖

$$y(x,t) = (5.60\ \text{cm})\sin\left[(0.034\ \text{rad/cm})x\right]\sin\left[(50.0\ \text{rad/s})t\right]$$

គេដឹងថាទីតាំងដើមនៃស្ថិតនៅចុងខាងឆ្វេងនៃខ្សែ ធ្វើចលនានៅតាមបណ្តោយអ័ក្ស (x) និងធ្វើចលនាលំយោលស្របនឹងអ័ក្ស (y) ។

ក. គូសក្រាបតាងឲ្យរលកជង្ហុំនេះ ។

ខ. រកអំព្លីទុតនីមួយៗ នៃរលកទាំងពីរដែលបង្កើតបានជារលកជង្ហុំមួយនេះ ។

គ. គណនាប្រវែងខ្សែ ។

ឃ. គណនាជំហានរលក ប្រេកង់នៃរលក ខួបនៃរលក និងល្បឿនដំណាលនៃរលក ។

ង. គណនាល្បឿនអតិបរមានៃចំណុចមួយដែលស្ថិតនៅលើខ្សែ ។

ច. តើសមីការនៃរលក $y(x,t)$ នឹងមានសមីការដូចម្តេចចំពោះខ្សែនេះ បើសិនជាវាយោលដោយចលនានៅលំដាប់ទី៨ ?

4. អនុគមន៍រលកជង្រុំ $y(x,t) = (4.44\ \text{mm})\sin[(32.5\ \text{rad/m})x]\cos[(754\ \text{rad/s})t]$ ។
ចំពោះរលកនីមួយៗដែលបង្កើតបានជារលកជង្រុំនេះ គណនា៖
ក. អំពីទុត
ខ. ជំហានរលក
គ. ប្រេកង់នៃរលក
ឃ. ល្បឿនរលក និង
ង. រកអនុគមន៍រលកនីមួយៗ ។

5. រលកជង្រុំដែលបង្កើតដោយខ្សែមួយត្រូវបានតាងដោយសមីការ
$y(x,t) = (0.75\ \text{cm})\cos\pi\left[(0.40\ \text{cm}^{-1})x + (250\ \text{s}^{-1})t\right]$ ។
ក. រកអំពីទុត ខួប ប្រេកង់ ជំហានរលក និងល្បឿនដំណាលនៃរលកនៅលើខ្សែ ។
ខ. ចូរគូសរូបរាងនៃរលកនៅខណៈ 0.0005s និង 0.001s ។
គ. តើរលកនេះផ្លាស់ទីតាមទិសដៅណា ?

6. រលកទទឹងមួយត្រូវបានពណ៌នាដោយសមីការ
$y(x,t) = (6.50\ \text{mm})\cos 2\pi\left(\frac{x}{28.0\ \text{cm}} - \frac{t}{0.036\ \text{s}}\right)$ ។ ចូររក៖
ក. អំពីទុត
ខ. ជំហានរលក
គ. ប្រេកង់
ឃ. ល្បឿនដំណាល និង
ង. កំណត់ទិសដៅដំណាលនៃរលក ។

7. ចំពោះរលក $y = 5\sin 30\pi\left(t - \frac{x}{240}\right)$ ដែល x និង y គិតជា cm និង t គិតជា s ។ ចូរ
គណនា៖
ក. បម្លាស់ទីនៃរលកនៅខណៈ $t = 0\ \text{s}$ និង $x = 2\ \text{cm}$ ។
ខ. ជំហានរលក ។
គ. ល្បឿននៃធាតុរលក និង
ឃ. ប្រេកង់នៃរលក ។

8. សមីការរលកដែលដាលតាមអ័ក្សអាប់ស៊ីសក្នុងទិសដៅវិជ្ជមានមួយគឺ
$y = (3.0\ \text{cm})\sin\left[(3.14\text{cm}^{-1})x - (314\text{s}^{-1})t\right]$ ។
ក. គណនាល្បឿនអតិបរមានៃបម្លាស់ទីភាគល្អិតរបស់រលកនៅលើខ្សែ ។
ខ. គណនាសំទុះនៃភាគល្អិតនៃរលកនៅត្រង់ចំណុច $x = 6.0\ \text{cm}$ និងខណៈ $t = 0.11\ \text{s}$ ។

9. រលកមួយមានប្រេកង់ $20\ \text{Hz}$ ល្បឿនដំណាល $15\ \text{m/s}$ និងល្បឿននៃបម្លាស់ទីនៃធាតុរលក $v_y = 20\ \text{m/s}\cos\left(6.28t + \frac{\pi}{3}\right)$ ។

ក. គណនាចម្ងាយរវាងពោះពីរនៃរលកនេះ ។

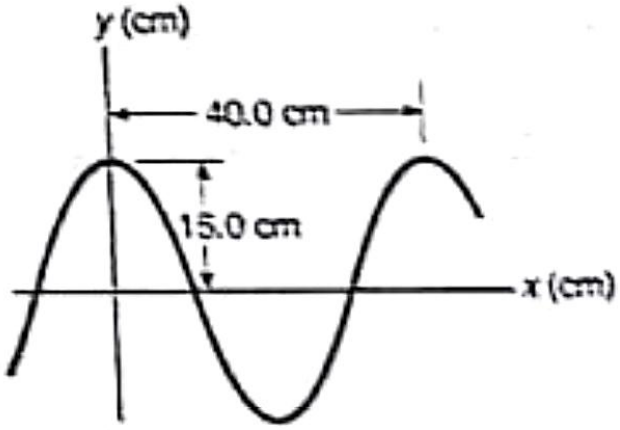
ខ. គណនាជាស នៅខណៈដែលរលកបានផ្លាស់ទីក្នុងរយៈពេល 10^{-3}s ។

10. អង្គធាតុមួយរងនូវលំយោលពីរដែលមានទិសដៅ និងប្រេកង់ដូចគ្នា ។ លំយោលនីមួយៗមានសមីការ: $y_1 = 5\ \text{cm}\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ និង $y_2 = 10\ \text{cm}\sin\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{cm}$ ។

ក. រកខួប ប្រេកង់ និងគម្លាតជាសនៃលំយោលទាំងពីរ ។

ខ. រកអំពីទុត និងជាសដើមនៃរលកតម្រួត ។

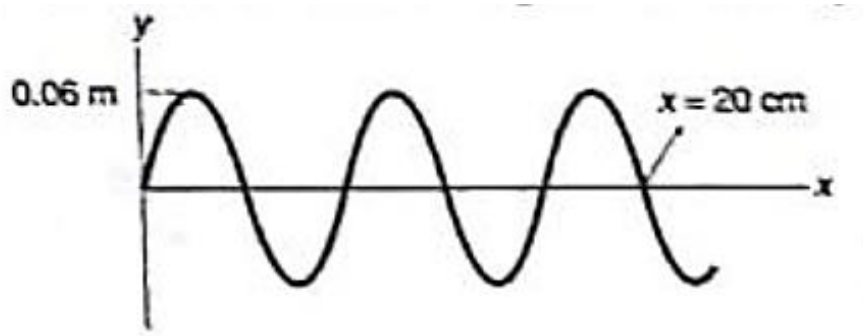
11. រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតកំពុងដាលតាមទិសដៅ $(+x)$ មានអំពីទុត $15.0\ \text{cm}$ ជំហានរលក $40.0\ \text{cm}$ និងប្រេកង់ $8.00\ \text{Hz}$ ។ បម្លាស់ទីនៃរលកតាមអ័ក្សឈរ នៅខណៈ $t = 0$ ត្រូវនឹង $x = 0$ គឺ $15.0\ \text{cm}$ (ដូចបានបង្ហាញនៅក្នុងរូប) ។



ក. គណនាចំនួនរលក ខួប ប្រេកង់មុំ និងល្បឿនដំណាលនៃរលក ។

ខ. សរសេរកន្សោមទូទៅនៃរលក ។

12. ចំពោះរលក១ដែលត្រូវបានបង្ហាញដូចរូបខាងក្រោម ។ ចូររកតម្លៃអំពីទុត ប្រេកង់ និងជំហានរលក ប្រសិនបើសល្បឿនដំណាលនៃរលកគឺ $300\ \text{m/s}$ ។ បន្ទាប់មកសរសេរសមីការលកចំពោះបម្លាស់ទីនៃរលកនេះផ្លាសទីតាមទិសដៅ $+x$ ប្រសិនបើ $t = 0$ ដូចបានបង្ហាញក្នុងរូប ។



13.រលកទទឹងដែលត្រូវបានដាលនៅលើខ្សែមួយមានល្បឿន $8.00\ \text{m/s}$ អំពីទុក $0.07\ \text{m}$ និងជំហានរលក $0.32\ \text{m}$ ។ រលកនេះត្រូវបានផ្លាស់ទីនៅក្នុងទិសដៅវិជ្ជមាននៃអ័ក្សអាប់ស៊ីស និងនៅខណៈ $t=0$ ត្រូវនឹង $x=0$ ដែលចុងម្ខាងនៃខ្សែត្រូវបានស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងអំពីទុតអតិបរមា។

ក. រកប្រេកង់ ខួប និង ចំនួនរលក ។

ខ. សរសេរសមីការលកនេះ ។

គ. គណនាបម្លាស់ទីភាគល្អិតនៃរលកនៅខណៈ $t=0.04\ \text{s}$ ត្រូវនឹង $x=0.32\ \text{m}$ ។

14.រកសមីការរលកតម្រួតនៃរលកពីរខាងក្រោម៖

$y_1(x,t)=2\ \text{m}\sin\left(kx-\omega t+\frac{\pi}{6}\right)$ និង $y_2(x,t)=2\ \text{m}\sin\left(kx-\omega t+\frac{\pi}{2}\right)$ ។

15.រលកអាម៉ូនិចពីរ ត្រូវបានបង្ហាញនៅក្នុងប្រព័ន្ធខ្នាតអន្តរជាតិ SI ដោយ

$y_1(x,t)=0.2\sin(x-3.0t)$ និង $y_1(x,t)=0.2\sin(x-3.0t+\phi)$ ។

ក. សរសេរសមីការរលកតម្រួត ចំពោះ $\phi=\frac{\pi}{2}\ \text{rad}$ ។

ខ. ដោយសន្មតថា ជាស ϕ នៃរលកទាំងពីរ មិនត្រូវបានស្គាល់ និងអំពីទុតនៃរលកតម្រួតគឺ $0.32\ \text{m}$ ។ ចូរគណនា ϕ ។

16.រកសមីការតម្រួតរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតខាងក្រោម៖

a. $y_1=(5\times10^{-3})\sin\left(10\pi t-50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)$

b. $y_2=(4\times10^{-3})\sin\left(10\pi t-50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)$

c. $y_3=(5\times10^{-3})\sin\left(10\pi t+50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)$

d. $y_4=(4\times10^{-3})\sin\left(10\pi t+50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)$

17.រកសមីការរលកជម្រាំនៃរលកនស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរខាងក្រោម៖

a. $y(x,t)=(0.02\ \text{m})\sin\left[(2\pi\ \text{m}^{-1})x+(10\pi\ \text{s}^{-1})t\right]$

b. $y(x,t)=(0.02\ \text{m})\sin\left[(2\pi\ \text{m}^{-1})x-(10\pi\ \text{s}^{-1})t\right]$

18. រកសមីការតម្រួតរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតខាងក្រោម៖

$y_1 = (0.06\ \text{m}) \cos [(78.5\ \text{m}^{-1})x + (23562\ \text{s}^{-1})t]\ \text{m}$

$y_2 = (0.06\ \text{m}) \sin [(78.5\ \text{m}^{-1})x - (23562\ \text{s}^{-1})t]\ \text{m}$

19. តើសមីការរលកខាងក្រោមអាចប្រើសំណង់ប្រៃណែល ដើម្បីបូករលកខាងក្រោមបញ្ចូលគ្នាបានដែរឬទេ ? ព្រោះអ្វី ? បើអាច ចូររកសមីការតម្រួតរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតខាងក្រោម៖

a. $y_1 = 0.1 \sin (4\pi(t-1) + 8(x-2))$

b. $y_2 = 0.1 \sin ((t-1) - (x-2))$

c. $y_3 = 0.1 \sin (4\pi(t-1) - 8(x-2))$

20. តើសមីការរលកខាងក្រោមអាចប្រើសំណង់ប្រៃណែល ដើម្បីបូករលកខាងក្រោមបញ្ចូលគ្នាបានដែរឬទេ ? ព្រោះអ្វី ? បើអាច ចូររករកសមីការតម្រួតរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតខាងក្រោម៖

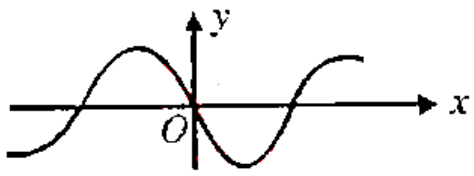
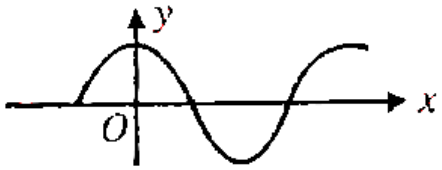
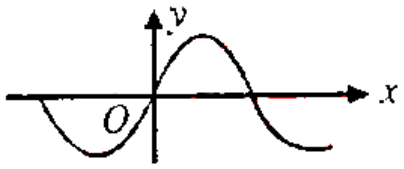
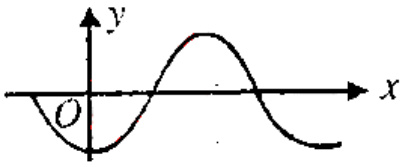
a. $y = (0.1\ \text{m}) \cos [(2\ \text{rad/s})x - (12.5\ \text{rad/s})t]$

b. $y = (0.1\ \text{m}) \cos [(1.26\ \text{rad/m})x - 18.8\ \text{rad/s})t]$

c. $y = (0.1\ \text{m}) \sin [(1.5\ \text{rad/m})x - (10\ \text{rad/s})t]$

d. $y = (0.1\ \text{m}) \sin [(1.5\ \text{rad/m})x - (4\ \text{rad/s})t]$

21. ចូរផ្គូផ្គងរូបរាងនៃរលកនៅក្នុងជួរឈរ A ទៅនិងសមីការរលកនៅជួរឈរ B៖

A	B
i. 	**a.** $y = A \cos (\omega t - kx)$
ii. 	**b.** $y = -A \cos (kx - \omega t)$
iii. 	**c.** $y = A \sin (\omega t - kx)$
iv. 	**d.** $y = A \sin (kx - \omega t)$

22. ប្រភពលំញ័រពីរមានអំព្លីទុត និងជាសដូចគ្នា ហើមានប្រេកង់ 60Hz ដាលពីចុងខ្សែពីរនៃខ្សែតែមួយដែលមានចុងពីរ គឺ A និង B ។

ក. គណនាល្បឿនដំណាលនៃរលកនីមួយៗ បើចម្ងាយរវាងកំពូលរលកពីរនៃរលកមួយមានចម្ងាយ 3mm ។

ខ. កំណត់សមីការរលកជញ្ជុំត្រង់ចំណុច M បើសិនជាចំណុច M ស្ថិតនៅចន្លោះរវាងចំណុច A និង B ហើយ $AB = 4\text{cm}$ ។

គ. កំណត់ចំណុច M ដើម្បីឲ្យរលកតម្រួតមានអំព្លីទុតអតិបរមា ។

23. រលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរត្រូវពណ៌នាដោយសមីការ ៖

$$y_1(x,\ t) = 5.00 \sin (2.00x - 10.0t)$$

$$y_2(x,\ t) = 10.0 \cos (2.00x - 10.0t)$$

ដែល: x, y_1, y_2 គិតជា m និង t គិតជា s ។

ក. បង្ហាញថាផលបូកនៃរលកទាំងពីរនេះអាចត្រូវបានតាងដោយអនុគមន៍ស៊ីនុស ។

ខ. គណនាអំព្លីទុត និងជាសនៃរលកស៊ីនុយសូអ៊ីតនេះ ។

24. រលកទទឹង១ត្រូវបានពណ៌នាដោយអនុគមន៍ $y = (1.00\ \text{mm}) \sin \pi \left(\frac{x}{2.0\text{cm}} - \frac{t}{0.01\text{s}} \right)$ ។

ក. គណនាខួប និងជំហានរលក ។

ខ. សរសេរសមីការល្បឿននៃបម្លាស់ទីរបស់ភាគល្អិតនៃរលក។

គ.គណនាតម្លៃល្បឿននៃភាគល្អិតនៃរលកនៅត្រង់ចំណុច $x = 1.0\ \text{cm}$ និងខណៈ $t = 0.01\ \text{s}$ ។

24. រលកជព្រាំមួយត្រូវបានពិពណ៌នាដោយសមីការរលក ៖

$$y = 6 \sin \left(\frac{\pi}{2} x \right) \cos (100\pi t)$$

ដែល: x, y គិតជា m និង t គិតជា s ។

ក. គូសក្រាប $y(x)$ ចំពោះ៥ករណី ៖ $t = 0$, $5\ \text{ms}$, $10\ \text{ms}$, $15\ \text{ms}$ និង 20ms ។

ខ. ដោយប្រើក្រាបនៅក្នុងចំណុច(ក) ចូរកំណត់ពីជំហានរលក និងពន្យល់ពីរបៀបនៃការកំណត់របស់អ្នក។

គ. ដោយប្រើក្រាបនៅក្នុងចំណុច(ក) ចូរកំណត់ពីប្រេកង់នៃរលក និងពន្យល់ពីរបៀបនៃការកំណត់របស់អ្នក។

ឃ. ដោយប្រើសមីការរលក ចូរកំណត់ពីប្រេកង់នៃរលក និងពន្យល់ពីរបៀបនៃការកំណត់របស់អ្នក។

ង. ដោយប្រើសមីការរលក ចូរកំណត់ពីប្រេកង់នៃរលក និងពន្យល់ពីរបៀបនៃការកំណត់របស់អ្នក។

ផ្នែកចម្លើយ

I. ចម្លើយនៃសំណួរជ្រើសរើស

ល.រ	មេរៀនទី១	មេរៀនទី២	មេរៀនទី៣	មេរៀនទី១ រលក
១	ខ	ក	ឃ	○ $\omega=2\pi f$
២	ខ	ឃ	ក	○ $v=\omega/k$
៣	គ	គ	ក	○ $k=2\pi/\lambda$
៤	គ	ខ	ខ	○ $\lambda=vT$
៥	ឃ	ខ	គ	○ $y=y_1+y_2+...+y_n=asin(\omega t+\phi)$
៦	ឃ	គ	គ	$\Delta\phi=\phi 2-\phi 1$
៧	គ	ឃ	ឃ	○ $a=\sqrt{a_x^2+a_y^2}$
៨	ឃ	ក	ឃ	○ $a=\sqrt{a_1^2+a_2^2}$
៩	ខ	ក	ខ	○ $A=2asinkx$
១០	គ	ខ	ខ	○ $A=\pm 2a$
១១	ក	ក	ក	○ $A=0$
១២	ក	ឃ	ខ	○ ខូប
១៣	ក	ក	ក	○ ប្រែកង់
១៤	ក	ក	គ	○ រលកតម្លួត
១៥	ខ	ឃ	ក	

II. ចម្លើយខ្លីនៃលំហាត់តាមមេរៀនមួយ ៗ

1) មេរៀនទី១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

ល.រ	រូបមន្តសង្ខេប និងចម្លើយ
1	$m=\frac{M}{N_a}=0.933\ \text{kg}$
2	ក. $n=\frac{m}{m_o}=0.0127\ \text{mol}$ ខ. $N=nN_a=7.64$ ម៉ូលេគុល
3	ក. $n=\frac{PV_1}{RT_1}=3.88\ \text{mol}$ ខ. $T_2=\frac{PV_2}{nR}=493\ \text{K}$
4	ក. $n=\frac{PV}{RT}=80\ \text{mol}$ ខ. $V_2=\frac{V_1P_1T_2}{P_1T_1}=0.67\ \text{m}^3$
5	$n=\frac{PV}{RT}=4.1\times10^{-23}\ \text{mol}$
6	$P_2=\frac{T_2}{T_1}P_1=1.60\times10^5\ \text{Pa}$
7	ក. $n=\frac{PV}{RT}=5.47\times10^{-8}\ \text{mol}$ ខ. $N=nN_a=3.29\times10^{16}$ ម៉ូលេគុល
8	$P_2=\frac{P_1V_1T_2}{V_2T_1}=287\ \text{kPa}$
9	$\frac{P_2}{P}=\frac{\frac{n_1RT}{V}}{(n_1+n_2)\left(\frac{RT}{V}\right)}=\frac{n_2}{n_1+n_2}=0.2$

10	ក. $n=\frac{PV}{RT}=1.5\ \text{mol}$ ខ. $T_b=T_a\left(\frac{P_bV_b}{P_aV_a}\right)=1.8\times10^3\ \text{K}$ គ $T_c=\frac{P_cV_cT_a}{P_aV_a}=6.0\times10^2\ \text{K}$
11	$V_2=\frac{T_2}{T_1}\frac{P_o+\rho gh}{P_o}V_1=1.0\times10^{-4}\ \text{m}^3$
12	$P=\frac{n_A^{'}RT_A}{V_A}=2.0\times10^5\ \text{Pa},\left(\text{n=n}_\text{A}+n_B\right)$
13	$v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_bT}{m_o}}=9.53\times10^6\ \text{m/s}$
14	ក. $v_{rms}=511\ \text{m/s}$ ខ. $\frac{v_1}{v_2}=\sqrt{\frac{T_2}{T_1}},$ $-v_2=\frac{1}{2}v_1=>T_2=T_1\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2=73.0\ \text{K}$ $-v_2=2v_1=>T_2=T_1\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2=1.17\times10^3\ \text{K}$
15	$v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}=2.50\times10^3\ \text{m/s}$
16	$v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}=1.8\times10^2\ \text{m/s}$
17	$v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}=442\ \text{m/s}$
18	$P=\frac{F}{A}=\frac{2\left(\frac{N}{\Delta t}\right)mv\cos\theta}{A}=1.9\times10^3\ \text{Pa}$

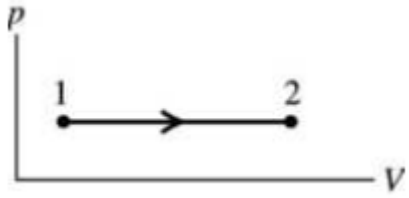
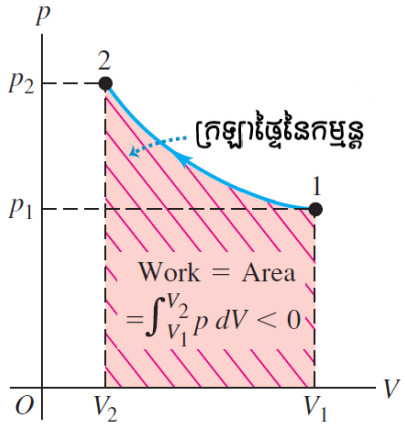
19	ក. $v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}=\sqrt{\frac{3\left(\frac{PM}{\rho}\right)}{M}}=\sqrt{\frac{3P}{\rho}}=494\ \text{m/s}$ ខ. $M=\frac{\rho RT}{P}=28\ \text{g/mol}$ គ. N_2
20	ក. $K_{avg}=\frac{3}{2}k_bT=5.65\times10^{-21}\ \text{J}$ ខ. $K_{avg}=7.72\times10^{-21}\ \text{J}$ គ. $K=N_aK_{avg}=3.40\times10^{3}\ \text{J}$ និង $K=4.65\times10^{3}\ \text{J}$
21	$K_{avg}=\frac{3}{2}k_bT=3.31\times10^{-20}\ \text{J}$
22	$n=\frac{pV}{RT}=\frac{(1.013\times10^5\ \text{Pa})(216\ \text{m}^3)}{(8.314\ \text{J/mol}\cdot\text{K})(300\ \text{K})}=8773\ \text{mol.}$ ក. $N=nN_\text{A}=(8773\ \text{mol})(6.022\times10^{23}\ \text{molecules/mol})=5.28\times10^{27}\ \text{molecules.}$ ខ. $\frac{5.28\times10^{27}\ \text{molecules}}{2.16\times10^{8}\ \text{cm}^3}=2.45\times10^{19}\ \text{molecules/cm}^3.$ គ. $m=nM=(8773\ \text{mol})(28.014\times10^{-3}\ \text{kg/mol})=246\ \text{kg.}$
23	យើងមាន: $p_1=1.30\times10^6\ \text{Pa}+1.01\times10^5\ \text{Pa}=1.40\times10^6\ \text{Pa}$ $p_2=2.50\times10^5\ \text{Pa}+1.01\times10^5\ \text{Pa}=3.51\times10^5\ \text{Pa}$ $m_1=p_1VM/RT;\ V=hA=h\pi r^2=(1.00\ \text{m})\pi(0.060\ \text{m})^2=0.01131\ \text{m}^3$ $m_1=\frac{(1.40\times10^6\ \text{Pa})(0.01131\ \text{m}^3)(44.1\times10^{-3}\ \text{kg/mol})}{(8.3145\ \text{J/mol}\cdot\text{K})((22.0+273.15)\text{K})}=0.2845\ \text{kg}$ នាំឲ្យ: $m_2=m_1\left(\frac{p_2}{p_1}\right)=(0.2845\ \text{kg})\left(\frac{3.51\times10^5\ \text{Pa}}{1.40\times10^6\ \text{Pa}}\right)=0.0713\ \text{kg.}$ យើងបានម៉ាសដែលបានប្រើ: $m_1-m_2=0.2845\ \text{kg}-0.0713\ \text{kg}=0.213\ \text{kg.}$

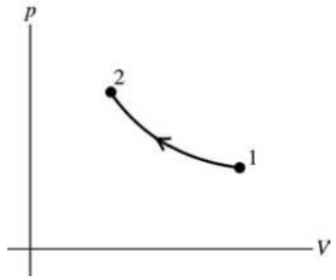
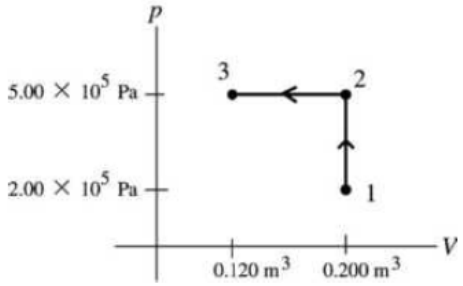
24	$p_2 = p_1\left(\frac{V_1}{V_2}\right)\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = (2.72\text{ atm})\left(\frac{0.0150\text{ m}^3}{0.0159\text{ m}^3}\right)\left(\frac{318\text{ K}}{278\text{ K}}\right) = 2.94\text{ atm}.$ យើងបានសំពាធស្រេចគឺ $2.94\text{ atm} - 1.02\text{ atm} = 1.92\text{ atm}.$
25	ក. $p_2 = p_1(T_2/T_1) = (1.013\times10^5\text{ Pa})(300\text{ K}/490\text{ K}) = 6.20\times10^4\text{ Pa}.$ ខ. $m_{\text{tot}} = \left(\frac{p_2V}{RT_2}\right)M = \left(\frac{(6.20\times10^4\text{ Pa})(1.50\times10^{-3}\text{ m}^3)}{(8.3145\text{ J/mol}\cdot\text{K})(300\text{ K})}\right)(30.1\times10^{-3}\text{ Kg/mol}) = 1.12\text{ g}.$
26	ក. $m = \frac{M}{N_A} = \frac{28.0\times10^{-3}\text{ kg/mol}}{6.022\times10^{23}\text{ molecules/mol}} = 4.65\times10^{-26}\text{ kg}$ ខ. $\frac{1}{2}m(v^2)_{\text{av}} = \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}(1.381\times10^{-23}\text{ J/molecule}\cdot\text{K})(295.15\text{ K}) = 6.11\times10^{-21}\text{ J}$ គ. $N = \frac{pV}{kT} = \frac{(1.27\times10^5\text{ Pa})(0.0654\text{ m}^3)}{(1.381\times10^{-23}\text{ J/molecule}\cdot\text{K})(295.15\text{ K})} = 2.04\times10^{24}\text{ molecules}$ ឃ. $N\left(\frac{1}{2}m(v^2)_{\text{av}}\right) = (2.04\times10^{24}\text{ molecules})(6.11\times10^{-21}\text{ J/molecule}) = 1.25\times10^4\text{ J}.$
27	ក. $K_{\text{tr}} = \frac{3}{2}(0.2025\text{ mol})(8.314\text{ J/mol}\cdot\text{K})(300\text{ K}) = 758\text{ J}.$ $\left(n = \frac{pV}{RT} = \frac{(1.01\times10^5\text{ Pa})(5.00\times10^{-3}\text{ m}^3)}{(8.314\text{ J/mol}\cdot\text{K})(300\text{ K})} = 0.2025\text{ moles}\right)$ ខ. $K_{\text{tot}} = K + K_{\text{tr}} = 18.4\text{ J} + 758\text{ J} = 776\text{ J}.$ $\left(K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(4.08\times10^{-4}\text{ kg})(300.0\text{ m/s})^2 = 18.4\text{ J}.\right)$ គ. មិនទាក់ទងទេ ។
28	ក. $m = \frac{3kT}{v_{\text{rms}}^2} = \frac{3(1.381\times10^{-23}\text{ J/K})(300\text{ K})}{(0.0010\text{ m/s})^2} = 1.24\times10^{-14}\text{kg}.$ ខ. $N = mN_A/M = (1.24\times10^{-14}\text{ kg})(6.022\times10^{23}\text{ molecules/mol})/(18.0\times10^{-3}\text{ kg/mol})$ $= 4.16\times10^{11}\text{ molecules}.$

	គ. $D = 2r = 2\left(\frac{3V}{4\pi}\right)^{1/3} = 2\left(\frac{3m/\rho}{4\pi}\right)^{1/3} = 2\left(\frac{3(1.24\times10^{-14}\ \text{kg})}{4\pi(920\ \text{kg/m}^3)}\right)^{1/3} = 2.95\times10^{-6}\ \text{m}$ អាចមើលនឹងភ្នែកទទេបាន ។
29	ក. $T = 0.0^\circ\text{C} = 273.15\ \text{K},\ v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3(8.314\ \text{J/mol}\cdot\text{K})(273.15\ \text{K})}{44.0\times10^{-3}\ \text{kg/mol}}} = 393\ \text{m/s}.$ $T = -100.0^\circ\text{C} = 173\ \text{K},\ v_{\text{rms}} = 313\ \text{m/s}.$ ខ. $T = 273.15\ \text{K},\ \frac{n}{V} = \frac{650\ \text{Pa}}{(8.314\ \text{J/mol}\cdot\text{K})(273.15\ \text{K})} = 0.286\ \text{mol/m}^3.$ For $T = 173.15\ \text{K},$ $\frac{n}{V} = 0.452\ \text{mol/m}^3.$
30	ក. $\Delta h = h - h' = \left(\frac{h_o}{1+\frac{m_p g}{P_o A}}\right) - \left(\frac{h_o}{1+\frac{(m_p+m_d)g}{P_o A}}\right) = 2.38\text{mm}$ ខ. $T = T_i\left(\frac{h_i}{h'}\right) = T_i\left(\frac{\left(\frac{h_o}{1+\frac{m_p g}{P_o A}}\right)}{\left(\frac{h_o}{1+\frac{(m_p+m_d)g}{P_o A}}\right)}\right) = 294.4\text{K}$

2) មេរៀនទី២ ច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច

ល.រ	រូបមន្តសង្ខេប និង ចម្លើយ
1	$\Delta U = 3000\text{-}2500$ $\Delta U = 500$ Joule

2	$\Delta U = Q-W$ $\Delta U = 2000-(-2500)$ $\Delta U = 2000+2500$ $\Delta U = 4500$ Joule
3	$\Delta U = Q-W$ $\Delta U = -2000-(-3000)$ $\Delta U = -2000+3000$ $\Delta U = 1000$ Joule
4	$W = P\Delta V = 607.8\text{J}$
5	ក.  ខ. $W = P(\Delta V) = nR\Delta T = +1330\text{J}$
6	$T_2 = \Delta T + T_1 = 27.0^\circ\text{C}+48.1^\circ\text{C} = 75.1^\circ\text{C}$
7	ក.  ខ. $W = nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = -6180\text{J}$
8	ក. $W = nRT\ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) \Rightarrow P_1 = P_2 e^{\frac{W}{nRT}} = 0.942\text{atm}$

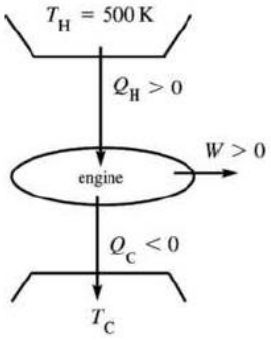
	ខ. 
9	ក.  ខ. $W_{total}=W_{1\to2}+W_{2\to3}=0+\left(-4\times10^4\right)=-4\times10^4\,\mathrm{J}$
10	ក. $V_b=\dfrac{T_b}{V_aT_a}=1.125\times10^{-3}\mathrm{m}^3$ ខ. $W=P\Delta V=-57.0\mathrm{J}<0$ គ. $U=\dfrac{3}{2}RT$ ដោយសី.ថយចុះ នាំឲ្យបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងថយចុះ ។ ឃ.តាមច្បាប់ទី១ នាំឲ្យ $Q<0$ ព្រោះ $W<0\,\&\,\Delta U<0$
11	ក. $W=P\Delta V=3.47\times10^4\mathrm{J}$ ខ. $\Delta U=Q-W=8.04\times10^4\mathrm{J}$ គ. $W=P\Delta V$ សម្រាប់សម្ពាធថេរ និង $\Delta U=Q-W$ អាចអនុវត្តបានចំពោះវត្ថុផ្សេងៗបាន ។ ច្បាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមិនត្រូវបានប្រើប្រាស់ នាំឲ្យវាមិនមែនជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធទេ ។
12	$T_2=\Delta T+T_1=-14.4^o\mathrm{C}+127^o\mathrm{C}=113^o\mathrm{C}$
13	ក. $T_a=\dfrac{P_aV_a}{nR}=278\mathrm{K}$

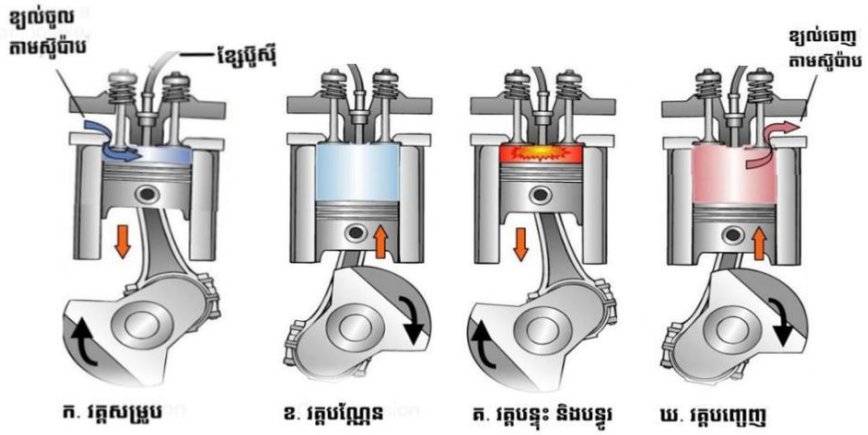
	ខ. $W=\frac{1}{2}\left(0.5\times10^{5}+0.3\times10^{5}\right)\left(6\times10^{-3}-2\times10^{-3}\right)=53\text{J}$ គ. $\Delta U=Q-W=215-162=53\text{J}$
14	ក. $W=P\Delta V=-9.00\times10^{4}\text{J}$ ខ. $Q=W+\Delta U=-2.30\times10^{5}\text{J}$ គ. $W=P\Delta V$ សម្រាប់សម្ពាធថេរ និង $\Delta U=Q-W$ អាចអនុវត្តបានចំពោះប្រព័ន្ធផ្សេងៗបាន ។ ច្បាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមិនត្រូវបានប្រើប្រាស់ នាំឲ្យវាមិនមែនជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធទេ ។
15	ក. $W=0\text{J}$ ខ. $PV=nRT\Rightarrow\frac{P}{T}=\frac{nR}{V}$ នៅពេលដែលសម្ពាធកើនពីរដងនាំឲ្យសីតុណ្ហភាពកើនពីរដងដែរ ។ គ. $\Delta U=Q=+700\text{J}$ នាំឲ្យ $U_b=U_a+700\text{J}$
16	ក.កម្មន្តធំបំផុតគឺ 1 និងតូចបំផុតគឺ 3 ។ ខ.តាមច្បាប់ទី១ នៅពេលដែលកម្មន្តធំជាងសូន្យ នាំឲ្យកម្តៅធំជាងសូន្យ ។ ប្រព័ន្ធស្រូបកម្តៅ ។
17	ក.កម្មន្តមានតម្លៃវិជ្ជមាន ព្រោះ(I)លំនាំនៃការបំលែងស្របនឹងទ្រនិចនាឡិកា បង្ហាញពីកម្មន្តវិជ្ជមាន ។ (II)លំនាំនៃការបំលែងច្រាសនឹងទ្រនិចនាឡិកា បង្ហាញពីកម្មន្តអវិជ្ជមាន ។ ខ. មើលនៅចំណុច.ក គ. $\Delta U=0\Rightarrow Q=W>0$ ឃ. $\Delta U_{(I)}=0\Rightarrow Q_{(I)}=W_{(I)}>0$ និង $\Delta U_{(II)}=0\Rightarrow Q_{(II)}=W_{(II)}<0$
18	ក. $\Delta U=0$

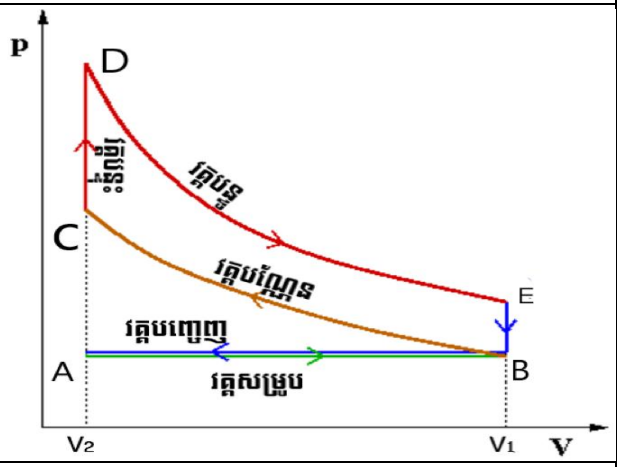
	ខ. $Q = W + 0 = nRT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 2.49\times10^3\,\text{J}$
19	ក.តាមក្រាប $P-V$ កើនឡើងជាមួយនឹងគ្នា នាំឲ្យសីតុណ្ហភាពកើនឡើងដែរ ។ ខ. $W = \frac{1}{2}(P_a + P_b)(V_b - V_a) = 4800\text{J}$
20	ក. $T_c = \frac{P_cV_c}{nR} = 192\text{K}$ ខ. $W = \frac{1}{2}(P_a + P_b)(V_b - V_a) + P_b(V_c - V_b) = +500\text{J}>0$ គ. $T_a = \frac{P_aV_a}{nR} = 192 = T_c \Rightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = W = +500\text{J}>0$ (កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធ)
21	ក. $P_a = \frac{P_cV_c}{V_a} = 8.0\times10^5\,\text{Pa}$ ខ. $T_a = \frac{P_aV_a}{nR} = 296\text{K}, T_b = \frac{P_bV_b}{nR} = 1184\text{K}, T_c = \frac{P_cV_c}{nR} = 296\text{K}$ គ. $Q_{ab} = nC_p\Delta T = 6.00\times10^4\,\text{J}, C_p = \frac{5}{2}R$ $Q_{bc} = \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T = -3.60\times10^4\,\text{J}$ $Q_{ca} = W = nRT\ln\left(\frac{V_a}{V_c}\right) = 3.60\times10^4\,\text{J}$ ឃ. $\Delta U_{ab} = nC_V\Delta T = 3.60\times10^4\,\text{J}, C_V = \frac{3}{2}R$ $\Delta U_{bc} = nC_V\Delta T = -3.60\times10^4\,\text{J}$ $\Delta U_{ca} = 0, (\Delta T = 0)$
22	ក. $Q = \Delta U + W = nC_V\Delta T + (W_{ab} + W_{bc}) = 1.20\times10^3 + 1800 = 3.00\times10^3\,\text{J}>0$, $\left(\Delta T_{ac} = \frac{P\Delta V_{ac}}{nR} = 289\text{K}\right)$ ខ. $Q = nC_P\Delta T = 2.00\times10^3\,\text{J}>0$

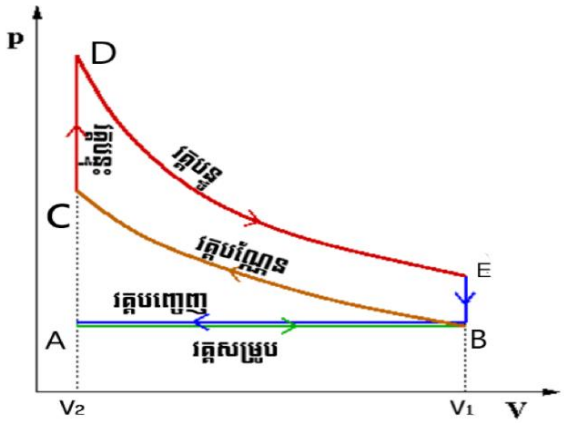
	គ. ថាមពលកម្តៅនៅចំណុច(ក)មានតម្លៃធំព្រោះ តាមច្បាប់ទី១ខែម៉ូឌីណាមិច យើងមានកម្ពន្ធនៃប្រពន្ធដែលបង្កើតជាក្រឡាផ្ទៃនៃក្រាប $P-V$ មានតម្លៃធំជាង ដែលនាំឲ្យកម្តៅមានតម្លៃធំជាងចណុច(ខ) ។
23	ក. $W_A = P\Delta V = 1.2\times10^2$ J ខ. $W_B = P_f\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V = 75$ J គ. $W_c = P_f\Delta V = 30$ J
24	ក. $a=+, b=+, c=0, d=+, e=-, f=-, g=-$ ខ. $W = \frac{1}{2}P_{avg}V_{avg} = 20$ J $\Rightarrow$ W=-20 J
25	$Q = W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = 60 - 90 + 0 = -30$ J
26	ក. $W = -200$ J ខ. $Q = -293$ J គ. $\Delta U = Q - W = -93$ J
27	ក. $W = Q - \Delta U = 6.0$ cal ខ. $Q = \Delta U + W = -43$ cal គ. $U_f = \Delta U_{if} + U_i = 40$ cal ឃ. $Q_{bf} = U_f - U_b = 18$ cal និង $Q_{ib} = Q - Q_{bf} = 18$ cal
28	$Q_{CA} = W - Q_{AB} - Q_{BC} = -50$ J
29	$W_{cd} = Q_{cd} - \Delta U_{da} = 60$ J
30	ក. $Q_{ab} = +8$ J ខ. Q_{bc}=-9.3 J

3) មេរៀនទី៣ ម៉ាស៊ីន

ល.រ	រូបមន្តសង្ខេប និងចម្លើយ
1	ក. $Q_c = Q_h\left(\frac{T_c}{T_h}\right) = 3.65\times10^3$ J ខ. $W = Q_h - Q_c = 2.80\times10^3$ J គ. $e = \frac{W}{Q_h} = 43\%$
2	ក. $W = Q_h - Q_c = 215$ J ខ. $T_c = T_h\frac{Q_c}{Q_h} = 378$ K គ. $e_c = 1-\frac{T_c}{T_h} = 39.0\%$ 
3	ក. $Q_h = \frac{W}{e} = 4.24\times10^4$ J ខ. $T_h = T_c\frac{Q_h}{Q_c} = 714$ K
4	$W = Q_h -\ W = Q_h - Q_c = \left(\frac{T_h}{Tc}Qc\right) - Qc = 4.89\times10^3$ J
5	$P = \frac{W}{t} = \frac{eQ_h}{t} = 2.77\times10^4$ W=37.1 hP
6	ក. $e = 1-\frac{T_c}{T_h} = 0.40 = 40\%$ ខ. $W = eQ_h = 80$ kJ
7	ក. $e = \frac{W}{Q_h} = 0.07 = 7\%$ ខ. $Q_c = Q_h - W = 335$ J
8	ក. $T_c = T_h(1-e) = 436$ K

	ខ. យើងមានកន្សោម: $e=1-\frac{T_c}{T_h}$ ដើម្បីបង្កើនទិន្នផលនៃម៉ាស៊ីនតម្លៃ(កម្រិត)ដែលគេចង់បាន គេត្រូវបន្តយតម្លៃនៃផលធៀប $\frac{T_c}{T_h}$ ឲ្យមានតម្លៃតូច គឺមានន័យថាបង្កើន T_h និងបន្តយ T_c។ គ. $T_c'=T_h(1-e')=327\ \text{K}$
9	ក. $W_m=e\times Q_h=3.6\times10^6\ \text{J}$ ខ. $\frac{Q_c}{Q_h}=\frac{T_c}{T_h}\Rightarrow Q_c=8.44\times10^2\ \text{J}$ គ. $W_u=e_m\times W_m=3.24\times10^6\ \text{J}$
10	$T_h'=T_h\left(\frac{1-e}{1-e'}\right)=\frac{T_c}{1-e}\left(\frac{1-e}{1-e'}\right)=\frac{T_c}{1-e'}=\frac{273+7}{1-0.7}=933.33\ \text{K}$
11	ក. $W=P\times t=20\ \text{kWh}$ ខ. $Q_h=\frac{W}{e}=240\times10^6\ \text{J}$
12	ក. $e=1-\frac{T_c}{T_h}=20\%$ ខ. $Q_c=Q_h-W=740\ \text{J}$
13	A.ក.  *រូបទី៤៖ ដំណើរការនៃម៉ូទ័រម៉ាស៊ីនបន្ទុះ៤វគ្គ* • **វគ្គទី៣បានបង្កើតកម្មន្តមេកានិច។**

	ខ. $W_m = \frac{(Q_h - Q_c)}{5\text{ mn}} = 12\times10^6\text{ J}$ គ. $e = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 23\%$ B.ឃ. $W'_u = (e_m \times W'_m) = 10.8\times10^6\text{ J}$ ខ. $e_u = e_c \times e_m = 0.21 = 21\%$
14	ក. $W_m = e_c \times W_h = 700\times10^3\text{ J}$ ខ. $W_u = e_m \times W_m = 595\times10^3\text{ J}$ គ. $e_u = e_c \times e_m = 30\%$
15	ក. ខ. $e_u = e_c \times e_m = 24\%$ 
16	ក. $e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} = 65\%$ ខ. $P_{avg} = \frac{W}{t} = 3000\text{ J/s}$ គ. $Q_h = \frac{W}{e_c} = 2307.70\text{ J}$ ឃ. $Q_c = Q_h - W = 807.70\text{ J}$
17	ក. $W = (e_c \times Q_h)\frac{1}{60_s} = 12\times10^6\text{ J/s}$ ខ. $W_u = e_m \times W_m = 10.2\times10^6\text{ J/s}$ គ. $e_u = e_c \times e_m = 26\%$

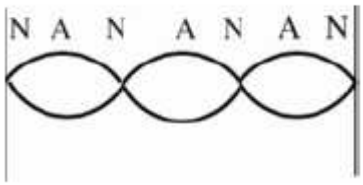
18	A.ក.  ខ. $W_m = \frac{(Q_h - Q_c)}{10\ \text{mn}} = 3000\ \text{MJ}$ គ. $e = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 33\%$ B. $W_u = e_m \times W_m = 25500\ MJ$ គ. $e_u = e_c \times e_m = 28\%$
19	$Q_c = \frac{W_m}{e} = ...\text{J}$
20	ក. $T_h = \frac{T_c}{1-e} = 714\ \text{K}$ ខ. $T_c = T_h(1-e) = 178.5\ \text{K}$
21	ក. $e_c = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ $= 1 - \frac{(30+273)K}{(652+273)K}$ $= 0.672 \quad or \quad 67.2\%$ ខ.

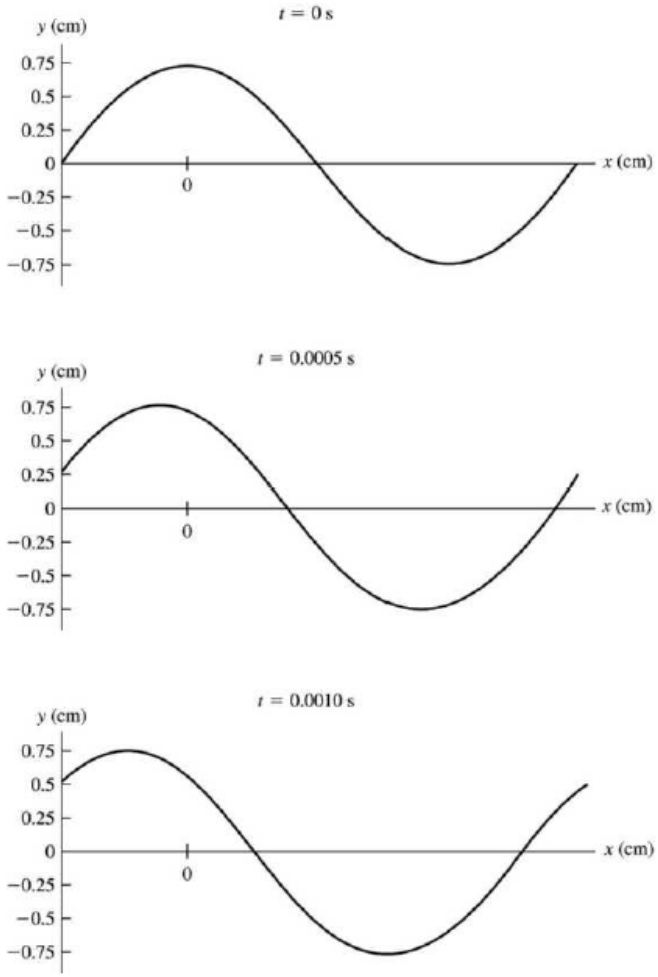
	$\frac{Q_C}{Q_H} = \frac{T_C}{T_H}$ $= \frac{(30+273)K}{(652+273)K} = 0.328$ $Q_C = 500\,kJ(0.328)$ $= 164\,kJ$
22	$e_C = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ $= 1 - \frac{300K}{1000K}$ $= 0.70 \quad or \quad 70\%$
23	. $Q_h = W + Q_c = 18.5\text{kJ}$. $e = \frac{W}{Q_h} = 54.1\%$
24	ក. $e = \frac{W}{Q_h} = 5.8\%$ ខ. $Q_c = Q_h - W = 2.41\times10^6$ J
25	ក. $W = eQ_h = 1.32 \times 10^9$ J ខ. $Q_c = Q_h - W = 4.68 \times 10^9$ J
26	ក. $Q_c = Q_h - W = 3.80 \times 10^9$ J ខ. 0.667
27	ក. 8.30×10^{12} J ដែលស្មើនឹង 3.32% នៃ 2.50×10^{14} J ខ. -8.30×10^{12} J (សញ្ញាអវិជ្ជមានបង្ហាញពីការផ្ទេរកំដៅទៅបរិស្ថាន)។

28	$e=1-\frac{T_c}{T_h} => t_h = 285.70\ ^oC$
29	ក. 517 K ខ. 428.6 K គ. អាចព្រោះដោយសារម៉ាស៊ីនរថយន្តមិនអាចក្តៅខ្លាំង ដោយមិនមានការក្តៅខ្លាំងបានទេ ទិន្ន ផលរបស់វានៅមានកម្រិត។
30	ក. $e_1=1-\frac{T_{c1}}{T_{h1}}=1-\frac{543K}{723K}=0.249$ ខ. $e_2=1-\frac{T_{c2}}{T_{h2}}=1-\frac{423K}{543K}=0.221$ គ. $e_{total}=e_1+e_2=0.249+0.221=0.47$ ឃ. $e=1-\frac{T_{c_2}}{T_{h_1}}=0.415$ វាមានតម្លៃតូចជាងចំណុច(គ) ព្រោះកម្តៅដែលបាត់បង់ដោយសារទី១ត្រូវបានយកមកប្រើ ប្រាស់ធ្វើជាប្រភពកម្តៅនៃម៉ាស៊ីនទី២ ប៉ុន្តែចំណុច(ឃ) គឺកម្តៅដែលបញ្ចេញចោលដោយ ម៉ាស៊ីនគឺចោលតែម្តង។

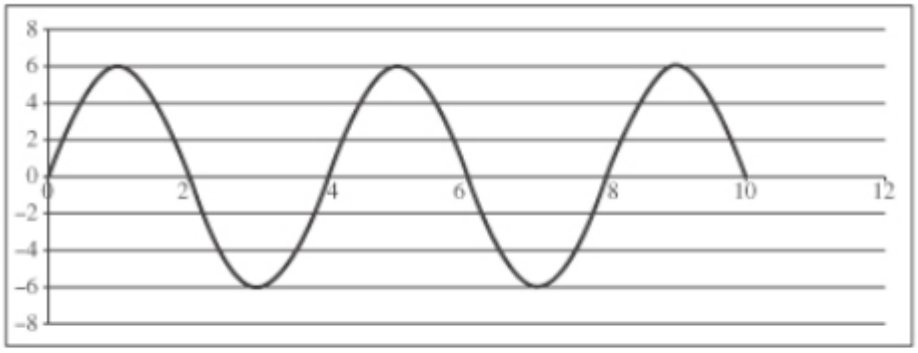
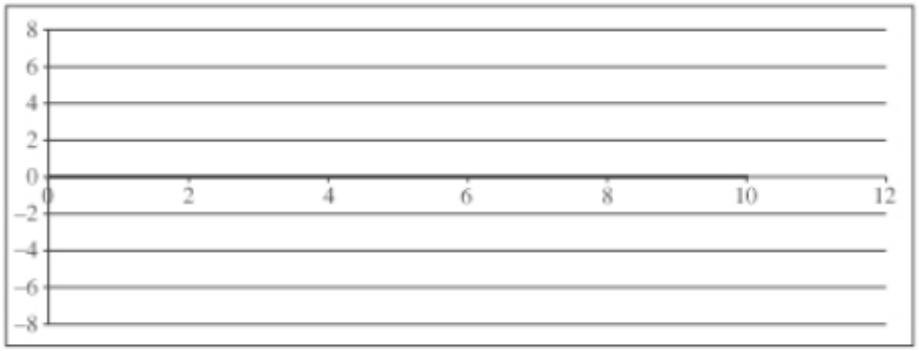
មេរៀនទី១ គោលការណ៍តម្លួតនៃរលកតម្លួត និងរលកជង្រុំ

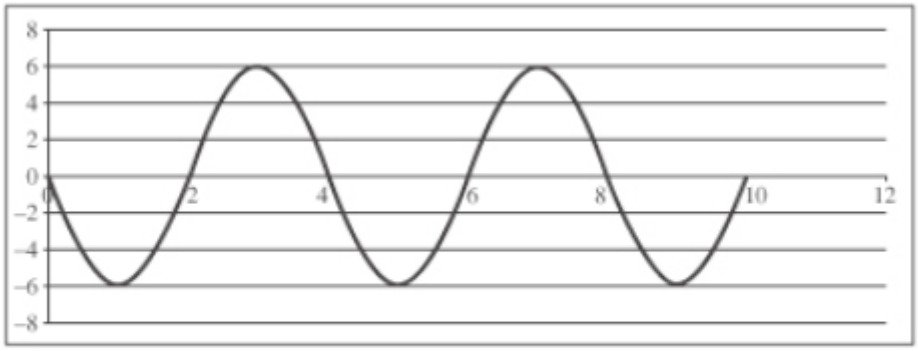
ល.រ	រូបមន្តសង្ខេប និងចម្លើយ
1	ក. $f=\frac{v}{\lambda}=25.0\text{ Hz}\ ,T=\frac{1}{f}=0.04\text{ s},k=\frac{2\pi}{\lambda}=19.6\text{ rad/m}$ ខ. $y=(0.07\text{ m})\sin(19.6x+157t)$ គ. $y(x=0.36,t=0.15)=-0.05\text{ m}$
2	ក. អំព្លីទុត : $A=6.50\text{ mm}=6.50\times10^{-3}\text{ m}$ ខ. ជំហានរលក : $\lambda=28.0\text{ cm}$ គ. ប្រេកង់ : $f=\frac{1}{T}=27.8\text{ Hz}$ ឃ. ល្បឿនដំណាលនៃរលក : $v=\frac{\lambda}{f}=7.78\text{ m/s}$ ង. ទិសដៅដំណាលនៃរលកទៅស្តាំ $(+x)$ ព្រោះសញ្ញានៅពីមុខ t គឺអវិជ្ជមាន។
3	រលកដែលដាលជាចលនាអាម៉ូនិចងាយគឺ ក និង ខ ព្រោះ វាផ្ទៀងផ្ទាត់ $\frac{d^2y}{dt^2}+\omega^2y=0$
4	ក. $T=\frac{2\pi}{\omega}=1.16\text{ s},\lambda=\frac{2\pi}{k}=1395.55\text{ m}$ ខ. $k=0.45\text{ m},\ f=\frac{1}{T}=0.86\text{ /s}$ គ. $v=f\times\lambda\ =1200.17\text{ m/s},v_{\max}=A\omega=0.20\text{ m/s}$
5	ក. $y(x,t)=A\cos\left[\omega\left(\frac{x}{v}-t\right)\right]$ $=A\cos\left[\frac{2\pi}{T}\left(\frac{x}{v}-t\right)\right]$ $=A\cos\left[\frac{2\pi}{Tv}\left(\frac{x}{1}-vt\right)\right]$ $=A\cos\left[\frac{2\pi}{\lambda}(x-vt)\right]$ ខ. $v_y=\frac{dy}{dt}=\frac{2\pi v}{\lambda}A\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(x-vt)\right]$ គ. - ល្បឿននៃបំលាស់ទីធំបំផុតនៅពេលដែលតម្លៃ $\sin\left[\frac{2\pi}{\lambda}(x-vt)\right]=1$ និងមានតម្លៃល្បឿនអតិបរមា $v_{\max}=\frac{2\pi A}{\lambda}$ ។ -ល្បឿននៃធាតុរលកតូចជាងល្បឿនដំណាលនៃរលក: $v<\frac{\lambda}{2\pi}$ - ល្បឿននៃធាតុរលកធំជាងល្បឿនដំណាលនៃរលក: $v>\frac{\lambda}{2\pi}$

6	ក. $\frac{\lambda/2}{2}=\frac{15.0\text{ cm}}{2}=7.50\text{ cm}$ ខ. $\frac{\lambda}{2}=15.0\text{ cm}=>\lambda=30\text{ cm},v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0.30\text{ m}}{0.075\text{ s}}=4.00\text{ m/s},A=0.85\text{ cm}$ គ. $v_{max}=A\omega=0.0712\text{ m/s},v_{min}=-A\omega=-0.0712\text{ m/s}$ ឃ. ចម្ងាយខ្លីបំផុតនៅលើខ្សែរវាងថ្នាំង $\frac{\lambda}{4}=7.50\text{ cm}$ និងពោះនៃរលក $\frac{\lambda}{2}=15.0\text{ cm}$
7	ក. $x=\frac{n\pi}{k}=1.33n,n=0,1,2.....$ ខ. $x=\left(n+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{k}=1.33\left(n+\frac{1}{2}\right),n=0,1,2.....$
8	ក.  ខ. $a_1=a_2=\frac{2a}{2}=\frac{5.60\text{ cm}}{2}=2.80\text{ cm}$ គ. $L=n\frac{\lambda}{2}=3\frac{\lambda}{2}=277\text{ cm}$ ឃ. $v=f\lambda=1470\text{ cm/s}$ ង. $v_{(max)}=A\omega=280\text{ cm/s}$ ច. $y_8(x,t)=2a\sin(k_8x)\sin(\omega_8t)=(5.60\text{ cm})\sin[(0.090\text{rad/cm})x]\sin[(133\text{rad/s})t]$ ដែលៈ $f_n=nf_o$
9	ក. $a=\frac{2a}{2}=2.22\text{ mm}$ ខ. $\lambda=\frac{2\pi}{k}=0.19\text{ m}$ គ. $f=\frac{\omega}{2\pi}=120.06\text{ Hz}$ ឃ. $v=\frac{\omega}{k}=23.2\text{ m/s}$ ង. $y_1=a\sin(\omega t+kx),y_2=a\sin(\omega t-kx)$
10	ក. $A=0.75\text{ cm},\lambda=0.15\pi\text{ m},f=125\pi\text{ Hz},T=\frac{1}{f}=\frac{0.008}{\pi}\text{ s},v=\lambda f=187.5\text{ m/s}$ ខ.

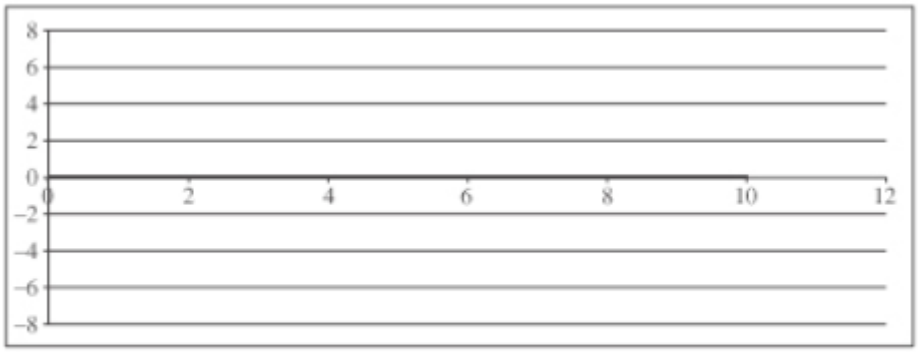
	 គ.រលកនេះដាលតាមទិសដៅអវិជ្ជមាន ។
11	ក. អំព្លីទុត $A = 6.50$ mm ខ. ដំហានរលក $\lambda = 28.0$cm គ. ប្រេកង់ $f = 27.8$ Hz ឃ. ល្បឿនដំណាល $v = \lambda f = 7.8$ m/s ង. ទិសដៅដំណាលនៃរលកគឺតាមទិសដៅវិជ្ជមាន ។
12	ក. $y(t = 0, x = 0.02) = -3.535$ m ខ. $\lambda = 16$ cm គ. $v = 240$ cm/s ឃ. $f = 15$ Hz
13	ក. $v_{max} = 9.4$ m/s ខ. $a = -23.50$ m/s^2
14	ក. $\frac{\lambda}{2} = 0.375$m ខ. $\phi(t = 0.01s) = 1.05$rad
15	ក. $T = 0.67$ s, $f = 1.5$ Hz, $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = \frac{\pi}{3}$ rad

	ខ. $a=\sqrt{a^2_1+a^2_2+2a_1a_2\cos(\Delta\phi)}=\sqrt{25+100+2\times5\times10\cos\frac{\pi}{3}}=14.53\text{ cm}$
16	ក. $k=0.157\text{ rad/cm},T=0.125\text{ s},320\text{ cm/s}$ ខ. $y(x,t)=(15.0\text{ cm})\cos(0.157t-50.3t)$
17	$A=0.06\text{ m},f=3750\text{ Hz},\lambda=8\text{ cm}$ និង $y(x,t)=(0.06\text{ m})\sin(78.5x-23562t)$
18	ក. $f=25\text{ Hz},T=0.04\text{ s},k=19.6\text{ rad/m}$ ខ. $y(x,t)=(0.07\text{ m})\cos2\pi\left(\frac{x}{0.32\text{ m}}-\frac{t}{0.04\text{ s}}\right)$ ព្រោះនៅខណៈ $t=0$ ត្រូវនឹង $x=0$ ដែលចុងម្ខាងនៃខ្សែត្រូវបានស្ថិតនៅត្រង់ទីតាំងអំពីទុតអតិបរមា ។ គ. $y=0.07\text{ m}$
19	$y(x,t)=2\text{ m}\sin\left(kx-\omega t+\frac{\pi}{3}\right)$
20	ក. $y=y_1+y=0.28\text{ m}\sin\left(x-3.0t+\frac{\pi}{4}\right)$ ខ. $a^2=a_1^2+a_2^2+2a_1a_2\cos\phi\Rightarrow\cos\phi=0.0112\Rightarrow\phi=1.56\text{ rad}$
21	$y=y_{12}+y_{34}$ $=9\times10^{-3}\sin\left(10\pi t-50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)+9\times10^{-3}\sin\left(10\pi t+50\pi x+\frac{\pi}{8}\right)$ $=18\times10^{-3}\cos(50\pi x)\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{8}\right)$
22	$y=y_1+y_2=2a\sin kx\cos\omega t=(0.04\text{ m})\sin\left((2\pi\text{m}^{-1})x\right)\cos\left((10\pi\text{s}^{-1})t\right)$
23	$y=y_1+y_2=2a\sin kx\cos\omega t=(0.12\text{ m})\sin\left((78.5\text{m}^{-1})x\right)\cos\left((23562\text{s}^{-1})t\right)$
24	មិនអាច ព្រោះមិនមានលក្ខណៈដូចគ្នា ។
25	មិនអាច ព្រោះមិនមានលក្ខណៈដូចគ្នា។
26	**i.→c.; ii.→a.; iii.→d.; iv.→b.**
27	ក. $v=\lambda f=60\times3\times10^{-3}=0.18\text{m/s}$ ស ខ. $y=2a\sin(kx)\cos(\omega t)=2a\sin\left(\frac{0.4\pi}{3}\right)\cos(120\pi t)$ គ. $x_m=\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right)\frac{1}{k}=\left(\frac{\pi}{2}+n\pi\right)\frac{3\times10^{-3}}{2\pi}=3\times10^{-3}\left(\frac{1}{4}+\frac{n}{2}\right),n=0,1,2...$
	ក.y= $5.00\sin(2.00x-10.0t)+10.0\cos(2.00x-10.0t)$ $=A\sin(2.00x-10.0t+\phi)$ $=A\sin(2.00x-10.0t)\cos\phi+A\cos(2.00x-10.0t)\sin\phi$ $y=11.2\sin(\omega t+63.4^o)$

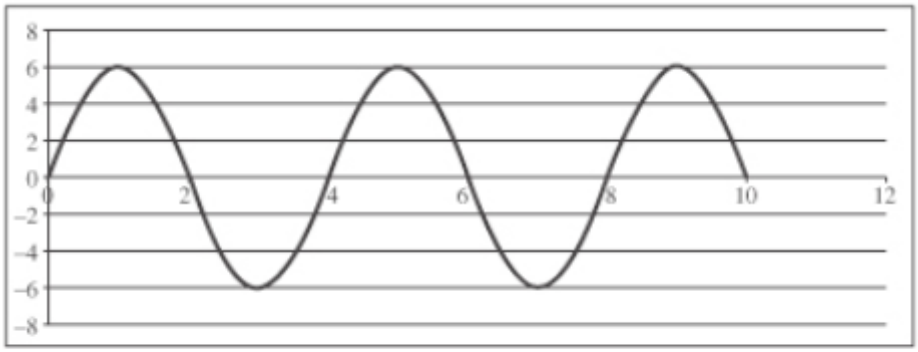
	ខ: $A = 11.2\text{m}, \varphi = 63.4^o$
29	ក. $T = 20\text{ ms}, \lambda = 4.0\text{ cm}$ ខ. $v = \frac{dy}{dt} = \left(-\frac{\pi}{10}\text{ m/s}\right)\cos\left(\frac{x}{2.0\text{ cm}} - \frac{t}{0.01\text{ s}}\right)$ គ. $v(1.0\text{ cm}, 0.01\text{ s}) = -27.56\text{ m/s}$
30	ក.  $t = 0\text{ s}$  $t = 5\text{ ms}$



$t = 10$ ms



$t = 15$ ms



$t = 20$ ms

ខ. $\lambda = 4$ m យកចម្ងាយខ្លីបំផុតរវាងពោះពីរជាប់គ្នាធៀបនឹងអ័ក្សដេក ។

គ. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02\text{ s}} = 50$ Hz រកឃើញដោយយកឯកយៈនៅពេលរលកចេរបានមួយលំយោពេញជាប់គ្នាធៀបនឹងអ័ក្សដេក ។

ឃ. $y = 2a\sin(kx)\cos(\omega t) \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 4$ m

ង. $y = 2a\sin(kx)\cos(\omega t) \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = 50$ Hz

ឯកសារយោង

1. ណារី, ល. ស. (២០១៣). *វិទ្យាសាស្ត្រថវិទ្យាថ្នាក់ទី១២* . ភ្នំពេញ: គ្រឹះស្ថានបោះពុម្ព និងចែកផ្សាយ .
2. Hugh D. Young& Roger A. Freedman. (2012). *University Physics with Modern Physics (13th Edition).* United States of America: Jim Smith.
3. Paul W. Zitzewitz, T. G. (2004). *Physics. Principles and Problems [textbook].* McGraw-Hill/Glencoe.
4. Paul W. Zitzewitz, T. G. (2010). *Physics: Principles and Problems.*
5. Raymond A Serway, & John W, J. J. (2014). *Physics.* United States of America: Raymond A. Serway.
6. Resnick, H. &. (2014). *FUNDAMENTALS OF PHYSICS.* United States of America: John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from
7. http://www.wiley.com/go/returnlabel