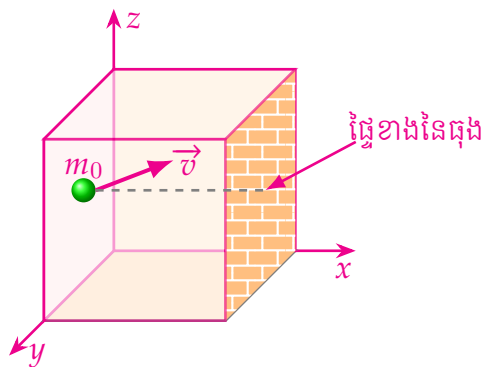


# បេរៀនទី ១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

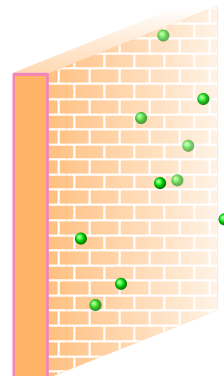
## ១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

### និយមន័យ

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន: ជាការសិក្សាអំពីចលនារបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ដែលស្ថិតក្នុងធុងដែលផ្ទុកវា ។



(ក). ធុងផ្ទុកឧស្ម័ន



(ខ). ផ្ទៃខាងនៃធុង

- ម៉ូលេគុលឧស្ម័នទាំងអស់ធ្វើចលនាឥតឈប់ឈរ និងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ ។
- គ្រប់ការទង្គិចរបស់ម៉ូលេគុលជាទង្គិចខ្នាត ។
- គេសន្មតថាម៉ូលេគុលនីមួយៗមានល្បឿនថេរជានិច្ច និងអាចអនុវត្តច្បាប់ញ៉ូតុនបានគ្រប់ពេល ។
- គេចាត់ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័នជាចំណុចរូបធាតុ ព្រោះវិមាត្ររបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗតូចធៀបនឹងលំហអន្តរម៉ូលេគុល ។
- ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលសមាមាត្រនឹងសីតុណ្ហភាព ។

## ២ សម្ភាពក្នុងទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

យើងសិក្សាចលនាម៉ូលេគុលក្នុងធុងមួយ ។ យើងបានសម្ភាពដែលសង្កត់លើផ្ទៃធុងគឺជាកម្លាំងទង្គិចរបស់ចលនាម៉ូលេគុល

$$\text{យើងបាន} : P = \frac{F}{A} \quad \text{ដោយ} : F = m \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{m \times 2v_x}{\frac{2L}{v_x}} = \frac{mv_x^2}{L}$$

$$\text{យើងបាន} : P = \frac{mv_x^2}{AL} = \frac{mv_x^2}{V}$$

$$\text{តែ} : (v^2)_{av} = (v_x^2)_{av} + (v_y^2)_{av} + (v_z^2)_{av} = 3(v_x^2)_{av}$$

$$\text{ដែល} : (v = v_x = v_y = v_z = \text{ថេរ})$$

$$\text{នាំឲ្យ} : (v_x^2)_{av} = \frac{1}{3}(v^2)_{av}$$

$$\text{យើងបានសម្ភាពលើផ្ទៃខាងនីមួយៗ កំណត់ដោយ} : P = \frac{1}{3} \times \frac{m}{V} (v^2)_{av} \quad \text{ឬ} \quad P = \frac{1}{3} \rho (v^2)_{av}$$

$$\text{ដែល} : \rho = \frac{m}{V} (\text{ម៉ាសមាឌ})$$

$$\text{ម្យ៉ាងទៀត} : m = m_0 N$$

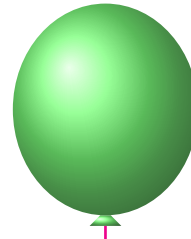
$$\begin{aligned}\text{យើងបាន} & : P = \frac{1}{3} \times \frac{Nm_0}{V} (v^2)_{av} = \frac{2N}{3V} \times \frac{1}{2} m_0 (v^2)_{av} \\ \text{ដូចនេះ} & : P = \frac{2}{3} \times \frac{N}{V} K_{av}\end{aligned}$$

**៣ ចាមពលស៊ីនេទិច និងសីតុណ្ហភាព**

**ក សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ៖**

តាមពិសោធន៍បង្ហាញថា៖

- សម្ពាធសមាមាត្រនឹងសីតុណ្ហភាព៖  $P \sim T$
- សម្ពាធសមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូលេគុល៖  $P \sim N$
- សម្ពាធប្រាសសមាមាត្រនឹងមាឌ៖  $P \sim \frac{1}{V}$



រូបភាព ២. បាញ់បាល់បង្ហាញពីសីតុណ្ហភាព

$$\begin{aligned}\text{យើងបាន} & : P \sim \frac{NT}{V} \quad \text{ឬ} \quad P = k_B \frac{NT}{V} \quad \text{នោះ} \quad PV = Nk_B T \\ \text{ដែល} & : k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K \text{ (ថេរហ្វូលស្មាន់)} \\ \text{តែ} & : N = nN_A \quad \text{នោះ} \quad PV = nk_B N_A T \\ \text{តាង} & : R = k_B N_A \quad \text{ដែល} \quad N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ម៉ូលេគុល/mol (ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ)} \\ \text{ដូចនេះ} & : PV = k_B NT = nRT\end{aligned}$$

**ខ សមីការបម្រែបម្រួលភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ៖**

បើឧស្ម័នប្រែប្រួលភាព ពីភាពដើម 1 ទៅភាពស្រេច 2 យើងបាន៖

$$\begin{aligned}\bullet \text{ នៅភាពដើម 1: } P_1 V_1 &= nRT_1 \quad \text{ឬ} \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = nR & \bullet \text{ នៅភាពស្រេច 2: } P_2 V_2 &= nRT_2 \quad \text{ឬ} \quad \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR \\ \text{យើងបាន} & : \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR = \text{ថេរ} \\ \text{ច្បាប់ប៊ិយ-ម៉ាហ្គីត} & : P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (\text{សីតុណ្ហភាពថេរ } T_1 = T_2) \\ \text{ច្បាប់សាល} & : \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (\text{មាឌថេរ } V_1 = V_2) \\ \text{ច្បាប់កេលុយសាក់} & : \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}\end{aligned}$$

**គ ចាមពលស៊ីនេទិច និងសីតុណ្ហភាព៖**

១. កម្រិតចាមពលស៊ីនេទិចបង្កើននៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន៖

$$\text{តាមសម្រាយបញ្ជាក់ខាងលើ} : P = \frac{2}{3} \times \frac{N}{V} K_{av}$$

យើងបាន:  $PV = \frac{2}{3}NK_{av}$

នាំឱ្យ:  $K_{av} = \frac{3}{2} \times \frac{PV}{N} = \frac{3}{2}k_B T$

ព្រោះ:  $\frac{PV}{N} = k_B T$

ដូចនេះ តម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ:  $K_{av} = \frac{3}{2}k_B T = \frac{3}{2} \left( \frac{PV}{N} \right)$

**២. តម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន:**

យើងមាន:  $K_{av} = \frac{3}{2}k_B T$

នាំឱ្យ:  $K = N \times K_{av} = \frac{3}{2}Nk_B T = \frac{3}{2}nRT$

ដូចនេះ តម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នគឺ:  $K = \frac{3}{2}Nk_B T = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$

**២៥ ល្បឿនបួសកាអែនៃការល្បឿនមធ្យម:**

យើងមាន:  $K_{av} = \frac{3}{2}k_B T = \frac{1}{2}m_0 (v^2)_{av}$

នាំឱ្យ:  $\sqrt{(v^2)_{av}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}}$

តាង:  $v_{rms} = \sqrt{(v^2)_{av}} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

ដូចនេះ ល្បឿនបួសកាអែនៃការល្បឿនមធ្យមគឺ:  $v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

**សម្គាល់**

១. ល្បឿនមធ្យម:  $v_{av} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_N}{N}$  ដែល  $v_{av}$  គិតជា  $m/s$

$(v_{av})^2 = (\bar{v})^2 = \left( \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_N}{N} \right)^2$  ល្បឿនមធ្យមលើកជាការេ

$(v^2)_{av} = v_{rms}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2}{N}$  តម្លៃមធ្យមនៃការេល្បឿន

២. ល្បឿនបួសកាអែនៃការល្បឿនមធ្យម:  $v_{rms} = \sqrt{(v^2)_{av}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_N^2}{N}}$

ដែល  $v_{rms}$  គិតជា  $m/s$  និង  $v_{rms}^2 = (v^2)_{av}$

៣. ម៉ាសមាឌ ឬដង់ស៊ីតេមាឌនៃឧស្ម័ន:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_0 N}{V}$  ដែល  $\rho$  គិតជា  $(kg/m^3)$

$m$  ជាម៉ាសឧស្ម័ន គិតជា  $(kg)$

$m_0$  ម៉ាសម៉ូលេគុល គិតជា  $(kg)$

$V$  មាឌឧស្ម័ន គិតជា  $(m^3)$

៤. ចំនួនម៉ូល:  $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_{mol}}$  ដែល  $M$  ម៉ាសម៉ូលគិតជា  $(kg/mol)$

$N$  ចំនួនម៉ូលេគុលសរុប

$V_{mol}$  ជាមាឌឧស្ម័នក្នុងមួយម៉ូល ( $m^3/mol$ )

$V$  មាឌឧស្ម័ន ( $m^3$ )

៥. ចំនួនម៉ូលេគុលសរុបនៃឧស្ម័ន:  $N = \frac{m}{m_0} = nN_A = \frac{m}{M} \times N_A$  ដែល  $n$  ចំនួនម៉ូល គិតជា ( $mol$ )

៦. មាឌម៉ូលនៃឧស្ម័នក្នុងលក្ខខណ្ឌគំរូដែលមានសម្ពាធ  $P_0 = 1atm$  និងសីតុណ្ហភាព  $T = 273K$

គឺ:  $V_{mol} = 22.4 \times 10^{-3} m^3/mol$

៧. ល្បឿននៃចលនាត្រង់ស្មើ: (បង្គោលទី=ល្បឿន  $\times$  រយៈពេល)  $x = v \times \Delta t$

## ៤ លំហាត់

១. ចូរពោលទ្រឹស្តីស្តីនៃទីចនៃឧស្ម័ន ។

២. ចូរសរសេរសមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

៣. ចូរសរសេររូបមន្តថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ ។

៤. ចូរសរសេររូបមន្តថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ។

៥. ចូរសរសេររូបមន្តល្បឿនបួសការងារនៃការល្បឿនមធ្យមម៉ូលេគុលឧស្ម័ន ។

៦. ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានផ្ទុកឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ( $O_2$ )  $2mol$  ។

គណនាចំនួនម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននេះ បើចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  ។

៧. ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ( $H_2$ )  $0.2mol$  និងមានម៉ាស់ម៉ូល  $2.0g/mol$  ។

បើគេដឹងថា ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនក្នុងធុងនេះ ។

ខ. គណនាម៉ាស់សរុបរបស់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែន ។

៨. ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានឧស្ម័ន  $0.25mol$  និងមានម៉ាស់សរុប  $7.0g$  ។

បើគេដឹងថា ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបរបស់ឧស្ម័នក្នុងធុងនេះ ។

ខ. តើឧស្ម័ននេះជាឧស្ម័នអ្វី?

៩. ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានឧស្ម័នពេញ មានម៉ាស់សរុប  $64.0g$  និងមានចំនួនម៉ូលេគុលសរុបគឺ  $12.044 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល ។

បើគេដឹងថា ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័នក្នុងធុងនេះ ។

ខ. តើឧស្ម័ននេះជាឧស្ម័នអ្វី?

១០. ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានផ្ទុក ឧស្ម័ន  $H_2$  ពេញមានម៉ាស់សរុប  $1.0g$  ។ ដោយឧស្ម័ននេះមានម៉ាស់ម៉ូល  $2.0g/mol$

និងចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបរបស់ឧស្ម័នក្នុងធុងនេះ ។

ខ. គណនាចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័ន  $H_2$  ។

- ១១.** ផង់នីមួយៗមានម៉ាស់  $m_0$  និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ  $1mm^2$  និងក្នុង  $1s$  មានផង់ចំនួន  $10^{15}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ។ ចូររកសម្ពាធរបស់ផង់លើផ្ទៃប៉ះ។  
គេឲ្យ  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}kg$  និង  $v = 8 \times 10^7 m/s$  ។ គេសន្មត ទង្គិចរវាងផង់ និងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្ងួត។
- ១២.** គេបាញ់ផង់ឲ្យផ្លាស់ទីតាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ដែលកែងនឹងផ្ទៃរបស់អេក្រង់មួយ។ គេដឹងថា ផង់នីមួយៗមានម៉ាស់  $m_0$  និងល្បឿន  $v_0$  ។ គេដឹងថាក្នុង  $1.25mm^2$  ផ្ទៃរបស់អេក្រង់មានផង់ចំនួន  $4 \times 10^{14}$  ទៅទង្គិចរៀងរាល់វិនាទី។  
គេសន្មតថា ទង្គិចនោះជាទង្គិចស្ងួត។ គណនាល្បឿនរបស់ផង់ដែលផ្លាស់ទីតាមអ័ក្ស  $ox$  ។  
បើគេដឹងថា សម្ពាធដែលកើតឡើងដោយសារការទង្គិចរបស់ផង់លើផ្ទៃអេក្រង់គឺ  $P = 3.64 \times 10^{-3} N/m^2$   
 $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} kg$  ។
- ១៣.** ផង់នីមួយៗមានម៉ាស់  $m_0$  និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ  $2mm^2$  និងក្នុងមួយវិនាទីមានផង់ចំនួន  $2 \times 10^{15}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ។ គេឲ្យ:  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}kg$  និង  $v = 5 \times 10^7 m/s$  ។  
គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងផង់ និងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្ងួត។
- ក.** គណនាកម្លាំងសរុបដែលផង់មានអំពើលើផ្ទៃប៉ះ។      **ខ.** គណនាសម្ពាធសរុបរបស់ផង់លើផ្ទៃប៉ះ។
- ១៤.** ប្រូតុងមួយមានម៉ាស់  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}kg$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ក្នុងមាឌមួយមានរាងជាកូបដែលទ្រនុងនីមួយៗមានរង្វាស់  $3mm$  ប្រូតុងផ្លាស់ពីផ្ទៃម្ខាងទៀតក្នុង  $2ns$  ។ គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងប្រូតុង និងផ្ទៃខាងនៃកូបជាទង្គិចស្ងួត។
- ក.** រកល្បឿនដើមប្រូតុង នៅខណៈវាចាប់ផ្តើមចេញពីផ្ទៃខាងនៃកូប។
- ខ.** រកសម្ពាធរបស់ប្រូតុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។
- គ.** គេដឹងថាក្នុងរយៈពេល  $2ns$  មានចំនួនប្រូតុង  $2 \times 10^6$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃខាងនៃកូប។ រកសម្ពាធសរុបរបស់ប្រូតុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។
- ១៥.** អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស់  $m_e = 9.1 \times 10^{-31}kg$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ក្នុងមាឌមួយមានរាងជាកូបដែលទ្រនុងនីមួយៗមានរង្វាស់  $5mm$  ប្រូតុងផ្លាស់ពីផ្ទៃម្ខាងទៀតក្នុង  $25ns$  ។  
គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងប្រូតុង និងផ្ទៃខាងនៃកូបជាទង្គិចស្ងួត។
- ក.** រកល្បឿនដើមអេឡិចត្រុង នៅខណៈវាចាប់ផ្តើមចេញពីផ្ទៃខាងនៃកូប។
- ខ.** រកសម្ពាធរបស់អេឡិចត្រុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។
- គ.** គេដឹងថាក្នុងរយៈពេល  $25ns$  មានចំនួនអេឡិចត្រុង  $2 \times 10^{10}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃខាងនៃកូប។  
រកសម្ពាធសរុបរបស់អេឡិចត្រុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។
- ១៦.** អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស់  $m_e = 9.1 \times 10^{-31}kg$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ក្នុងមាឌមួយមានរាងជាកូបដែលទ្រនុងនីមួយៗមានរង្វាស់  $2mm$  ប្រូតុងផ្លាស់ពីផ្ទៃម្ខាងទៀតក្នុង  $25ns$  ។ គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងប្រូតុង និងផ្ទៃខាងនៃកូបជាទង្គិចស្ងួត។
- ក.** រកល្បឿនដើមអេឡិចត្រុង នៅខណៈវាចាប់ផ្តើមចេញពីផ្ទៃខាងនៃកូប។
- ខ.** រកសម្ពាធរបស់អេឡិចត្រុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។
- គ.** គេដឹងថាក្នុងរយៈពេល  $25ns$  មានចំនួនអេឡិចត្រុង  $25 \times 10^6$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃខាងនៃកូប។  
រកសម្ពាធសរុបរបស់អេឡិចត្រុងលើផ្ទៃខាងនៃកូប។

**១៧.** អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយមានម៉ាស់  $m$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v = 1500 \text{ km/s}$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $ox$  ក្នុងមាឌមួយ មានរាងគូបដែលទ្រនុងនីមួយៗមានរង្វាស់  $3 \text{ mm}$  ។ អ៊ីដ្រូសែន ផ្លាស់ទីពីផ្ទៃម្ខាងទៅម្ខាងទៀត។ គេសន្មតថាសន្ទត់ ថា ទង្គិចរវាងអ៊ីដ្រូសែន និងផ្ទៃខាងនៃគូបជាទង្គិចឆ្មាត។

**ក.** រករយៈពេលដែលអាតូមអ៊ីដ្រូសែនទៅប៉ះនឹងផ្ទៃម្ខាងទៀតនៃគូប។

**ខ.** គេដឹងថាក្នុងរយៈពេល  $2 \text{ ns}$  មានចំនួនអាតូមអ៊ីដ្រូសែន  $2 \times 10^6$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃខាងនៃគូបហើយផ្ទៃខាង រងនៅសម្ពាធសរុប  $27.83 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2$  ។ រកម៉ាស់អាតូមអ៊ីដ្រូសែនមួយ។

**១៨.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានមាឌ  $V = 100 \text{ cm}^3$  ស្ថិតក្រោមសម្ពាធដែលស្មើ  $2.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $20^\circ \text{C}$  ។ តើឧស្ម័ននោះមានប៉ុន្មានម៉ូល? ( $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ )

**១៩.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមាន  $n = 0.08 \times 10^{-1} \text{ mol}$  មានសម្ពាធដែលស្មើ  $P = 5.00 \times 10^5 \text{ Pa}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $60^\circ \text{C}$  ។ តើឧស្ម័ននោះមានមាឌប៉ុន្មាន?

**២០.** នៅសីតុណ្ហភាព  $293 \text{ K}$  និងសម្ពាធដែលស្មើ  $5 \text{ atm}$  មេតាន  $1 \text{ kmol}$  មានម៉ាស់  $16.0 \text{ kg}$  ។ គណនាម៉ាស់មាឌនៃមេតានក្នុងលក្ខខណ្ឌខាងលើ។

**២១.** នៅក្នុងបំពង់បិទជិតដែលមានមាឌ  $20 \text{ mL}$  នៅសីតុណ្ហភាពកំណត់មួយយ៉ាងទាបមានតំណក់នីត្រូសែនរាវមាន ម៉ាស់  $50 \text{ mg}$  ។ គណនាសម្ពាធនីត្រូសែននៅក្នុងបំពង់នោះ កាលណាបំពង់នោះមានសីតុណ្ហភាព  $300 \text{ K}$  ដោយសន្មត ថានីត្រូសែននេះជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  ។

**២២.** ធុងមួយមានផ្ទុកអេល្យូម  $2.00 \text{ mol}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $27^\circ \text{C}$  ។ គេសន្មតថាអេល្យូមជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ។

**ក.** គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ

**ខ.** គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលទាំងអស់។

គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  ។

**២៣.** នៅក្នុងធុងមួយដែលមានមាឌ  $2.00 \text{ mL}$  មានឧស្ម័នដែលមានម៉ាស់  $50 \text{ mg}$  និងសម្ពាធដែលស្មើ  $100 \text{ kPa}$  ។ ម៉ាស់របស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននីមួយៗគឺ  $8.0 \times 10^{-26} \text{ kg}$  ។

**ក.** រកចំនួនម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននោះ។

**ខ.** រកតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗ។ គេឲ្យ:  $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

**២៤.** ចូរគណនាបួសកាវ៉ែននៃការលឿនមធ្យមរបស់អាតូមអេល្យូមនៅសីតុណ្ហភាព  $20.0^\circ \text{C}$  ។ ម៉ាស់ម៉ូលអេល្យូមគឺ  $4.00 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  ។

**២៥.** រកបួសកាវ៉ែននៃការលឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព  $200^\circ \text{C}$  ។ ម៉ាស់ម៉ូលអុកស៊ីសែន  $32 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$  និង  $R = 8.31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$  ។

**២៦. ក.** គណនាម៉ាស់ម៉ូលេគុលនៃអ៊ីដ្រូសែន។ គេឲ្យម៉ាស់ម៉ូលគឺ  $M = 2.00 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$  និងចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$  ។

**ខ.** គណនាតម្លៃបួសកាវ៉ែននៃការលឿនមធ្យមរបស់ឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព  $100^\circ \text{C}$  ។

**គ.** គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែននីមួយៗនៅសីតុណ្ហភាព  $100^\circ \text{C}$  ។ គេឲ្យ:  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  ។

**២៧.** ដោយប្រើតម្លៃលេខ 1, 3, 7 និង 8 ចូរបង្ហាញថា បួសកាវ៉ែននៃការលឿនមធ្យម  $v_{rms}$  ខុសគ្នាពីតម្លៃមធ្យម  $v_{av}$  របស់វា។

**២៨.** ចូរកំណត់រកល្បឿន  $v_{rms}$  របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ( $\text{O}_2$ ) និងអាសូត ( $\text{N}_2$ ) ក្នុងបន្ទប់មួយដែលមាន



សីតុណ្ហភាព  $20^{\circ}\text{C}$  ។

- ២៩. ក.** បង្ហាញថាល្បឿន  $v_{rms}$  នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ អាចសរសេរជាទម្រង់មួយទៀតគឺ  $v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$  ដែល  $\rho$  ជាដង់ស៊ីតេ ឬហៅថាម៉ាស់មាឌ ហើយ  $P$  ជាសម្ពាធិ។
- ខ.** ល្បឿន  $v_{rms}$  របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមួយប្រភេទស្មើ  $450\text{m/s}$  ។  
ប្រសិនបើវាស្ថិតនៅសម្ពាធបរិយាកាស តើដង់ស៊ីតេរបស់ឧស្ម័ននោះស្មើប៉ុន្មាន?
- ៣០.** កែវបាឡុងមួយចំណុះ  $1\text{L}$  មានអុកស៊ីសែនជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមានសីតុណ្ហភាព  $27^{\circ}\text{C}$  ក្រោមសម្ពាធិ  $2\text{atm}$  ។ គណនាម៉ាស់អុកស៊ីសែន។ គេឲ្យ:  $O = 16$
- ៣១.** គេមានខ្យល់មានមាឌ  $1\text{m}^3$  នៅសីតុណ្ហភាព  $18^{\circ}\text{C}$  ក្នុងសម្ពាធបរិយាកាស  $P_1 = 1\text{atm}$  ទៅបណ្តែននៅសីតុណ្ហភាពដដែល តែក្នុងសម្ពាធបរិយាកាស  $P_2 = 3.5\text{atm}$  ។ គណនាមាឌស្រេចនៃខ្យល់។
- ៣២.** ដបមួយផ្ទុកឧស្ម័នមានសម្ពាធិ  $P_0 = 1.0\text{atm}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $17^{\circ}\text{C}$  ។  
តើគេត្រូវកម្ដៅឱ្យឧស្ម័ននេះដល់សីតុណ្ហភាពប៉ុន្មាន ដើម្បីសម្ពាធកើនឡើងដល់  $1.5\text{atm}$ ?
- ៣៣.** គេយកបំពង់អុកស៊ីសែនមានចំណុះ  $20\text{L}$  ក្រោមសម្ពាធិ  $P_1 = 200\text{atm}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $20^{\circ}\text{C}$  ទៅដាក់ក្នុងបាឡុង កៅស៊ូស្តើងមួយ។  
គណនាមាឌបាឡុង បើឧស្ម័នក្នុងបាឡុងមានសម្ពាធិ  $P_2 = 1\text{atm}$  និងសីតុណ្ហភាព  $9^{\circ}\text{C}$  ។
- ៣៤. ក.** ចូរគណនាល្បឿនប្រសិទ្ធ ( $v_{rms}$ ) នៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីត្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព  $20^{\circ}\text{C}$  ។
- ខ.** គណនាសីតុណ្ហភាព ប្រសិនបើល្បឿនប្រសិទ្ធ ( $v_{rms}$ ) ថយចុះពាក់កណ្តាល។
- គ.** គណនាសីតុណ្ហភាព ប្រសិនបើល្បឿនប្រសិទ្ធ ( $v_{rms}$ ) កើនឡើងពីរដងវិញ។
- ៣៥.** មួយ ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីត្រូសែនផ្សំឡើងពីអាតូមនីត្រូសែនពីរ។ គណនាម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីត្រូសែន។  
ម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីត្រូសែនគឺ  $M = 28\text{kg}/\text{kmol}$  គេឲ្យ  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol
- ៣៦.** គណនាមាឌឧស្ម័នអុកស៊ីសែន  $3.2\text{g}$  ដែលផ្ទុកក្នុងធុងនៅសម្ពាធិ  $76\text{cmHg}$  និងសីតុណ្ហភាព  $27^{\circ}\text{C}$  ។
- ៣៧.** រកល្បឿនប្រសិទ្ធ  $v_{rms}$  នៃម៉ូលេគុលអាសូតដោយម៉ាស់ម៉ូល  $M = 28\text{g}/\text{mol}$  នៅ  $300\text{K}$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J}/\text{mol}\cdot\text{K}$
- ៣៨.** គណនាសីតុណ្ហភាពដែលធ្វើឲ្យល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនស្មើ  $331\text{m/s}$  ។ គេឲ្យ:  $M_{\text{H}_2} = 2.0\text{g}/\text{mol}$  ។
- ៣៩.** គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព  $727^{\circ}\text{C}$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J}/\text{mol}\cdot\text{K}$  និង  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol ។
- ៤០.** រកតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែននីមួយៗក្នុងខ្យល់នៅក្នុងបន្ទប់មានសីតុណ្ហភាព  $300\text{K}$  គិតជាអេឡិចត្រុង-វ៉ុល ។ គេឲ្យ  $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$  និង  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J}/\text{K}$
- ៤១.** មួយម៉ូលេគុលនីត្រូសែននៅពេលស្ថិតនៅលើផ្ទៃដីវាកើតមានល្បឿនប្រសិទ្ធ នៅសីតុណ្ហភាព  $0^{\circ}\text{C}$  ។ ប្រសិនបើវាផ្លាស់ទីឡើងត្រង់ទៅលើដោយគ្មានទង្គិចនឹងម៉ូលេគុលផ្សេងទៀត។ ចូរគណនាកម្ពស់ដែលវាឡើងដល់។  
គេឲ្យម៉ាស់មួយម៉ូលេគុលរបស់នីត្រូសែន  $m = 4.65 \times 10^{-26}\text{kg}$  និង  $g = 10\text{m}/\text{s}^2$  ។
- ៤២.** ស៊ីទែនមួយស្ថិតក្រោមលក្ខខណ្ឌស្តង់ដា (STP) ផ្ទុកឧស្ម័ននីត្រូសែន  $28.5\text{kg}$  ។
- ក.** ចូរគណនាមាឌរបស់ស៊ីទែន។
- ខ.** ប្រសិនបើគេបន្ថែមនីត្រូសែន  $32.2\text{kg}$  ទៀតចូលក្នុងស៊ីទែនដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពនៅដដែល។  
ចូរគណនាសម្ពាធិឧស្ម័ននីត្រូសែនក្នុងស៊ីទែន។

**៤៣.** បាច់ម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនត្រូវបានបាញ់លើជញ្ជាំងដោយទិសបង្កើតបានមុំ  $55^\circ$  ជាមួយនឹងរ៉ិចទ័រឯកតាផ្ទៃ ( $\vec{n}$ ) របស់ជញ្ជាំង។ ម៉ូលេគុលនីមួយៗនៃឧស្ម័នអ៊ីដ្រូសែនមានល្បឿន  $1\text{km/s}$  និងម៉ាស់  $3.3 \times 10^{-24}\text{kg}$ ។ បាច់អ៊ីដ្រូសែនបានទៅទង្គិចនឹងជញ្ជាំងដែលមានផ្ទៃ  $2\text{cm}^2$  ដោយអត្រា  $10^{23}$  ម៉ូលេគុលក្នុងមួយវិនាទី។  
ដោយសន្មតថាទង្គិចនេះ ជាទង្គិចខ្ចាត ចូរគណនាសម្ពាធដែលមានលើជញ្ជាំង។

**៤៤.** គេបាញ់ផង់ឲ្យផ្លាស់ទីតាមបណ្តោយអ័ក្ស  $\vec{ox}$  ដែលកែងនឹងផ្ទៃរបស់អេក្រង់មួយ។ គេដឹងថាផង់នីមួយៗមានម៉ាស់  $m_0$  និងមានល្បឿន  $v$ ។ គេដឹងថាក្នុង  $1.25\text{mm}^2$  ផ្ទៃរបស់អេក្រង់មានផង់  $4 \times 10^{14}$  ទៅទង្គិចរៀងរាល់វិនាទី។  
គេសន្មតថា ទង្គិចនោះជាទង្គិចស្លាក់។ គណនាល្បឿនរបស់ផង់ដែលផ្លាស់ទីតាមតាមអ័ក្ស  $\vec{ox}$ ។ បើគេដឹងថាសម្ពាធដែលកើតឡើងដោយសារការទង្គិចរបស់ផង់លើផ្ទៃរបស់អេក្រង់គឺ  $3.64 \times 10^{-3}\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$  និង  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$ ។

**៤៥.** ផង់នីមួយៗមានម៉ាស់  $m_0$  និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $\vec{ox}$ ។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ  $2\text{mm}^2$  និងក្នុងមួយវិនាទីមានផង់ចំនួន  $2 \times 10^{15}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ។ គេឲ្យ:  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$  និង  $v = 5.0 \times 10^{15}\text{m/s}$ ។  
គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងផង់និងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្លាក់។

**ក.** គណនាកម្លាំងសរុបដែលផង់មានអំពើលើផ្ទៃប៉ះ។

**ខ.** គណនាសម្ពាធសរុបរបស់ផង់លើផ្ទៃប៉ះ។

**៤៦.** ប្រូតុងមួយមានម៉ាស់  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$  និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿនដើម  $\vec{v}_0$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $\vec{ox}$  ក្នុងធុងមួយមានរាងជាគូប។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ  $4\text{mm}^2$  និងក្នុងមួយវិនាទីមានប្រូតុងចំនួន  $5 \times 10^{13}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ ហើយសម្ពាធរបស់ប្រូតុងលើផ្ទៃប៉ះគឺ  $8.35 \times 10^{-2}\text{Pa}$ ។ គេសន្មតថាទង្គិចរវាងផង់និងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្លាក់។

**ក.** គណនាកម្លាំងដែលប្រូតុងនីមួយៗមានអំពើលើផ្ទៃប៉ះ។

**ខ.** គណនាល្បឿនប្រូតុងនៅខណៈវាទៅប៉ះនឹងផ្ទៃម្ខាងទៀតនៃគូប។

**៤៧.** អេឡិចត្រុងមួយមានម៉ាស់  $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$  ផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $v$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $\vec{ox}$ ។ ក្នុងធុងមួយមានរាងជាគូបដែលទ្រនុងនីមួយៗមានរង្វាស់  $l = 5\text{mm}$ ។ អេឡិចត្រុងផ្លាស់ទីពីផ្ទៃម្ខាងទៅផ្ទៃម្ខាងទៅក្នុង  $25\text{ns}$ ។ គេសន្មតថាទង្គិចរវាងអេឡិចត្រុង នឹងផ្ទៃខាងនៃគូបជាទង្គិចស្លាក់។

**ក.** គណនាល្បឿនស្រេចអេឡិចត្រុង នៅខណៈវាទៅប៉ះនឹងផ្ទៃម្ខាងទៀតនៃគូប។

**ខ.** គណនាសម្ពាធរបស់អេឡិចត្រុងមានលើផ្ទៃខាងនៃគូប។

**គ.** គេដឹងថាក្នុងរយៈពេល  $25\text{ns}$  មានចំនួនអេឡិចត្រុង  $2 \times 10^{10}$  ទៅទង្គិចនិងផ្ទៃខាងនៃគូប។  
គណនាសម្ពាធសរុបរបស់អេឡិចត្រុងមានលើផ្ទៃខាងនៃគូប។

**៤៨.** សម្ពាធនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុងមួយមានមាឌ  $250\text{mL}$  ស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធនៃ  $125\text{kPa}$  និងថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃភាគល្អិតនីមួយៗគឺ  $1.875 \times 10^{-21}\text{J}$ ។

**ក.** គណនាចំនួនភាគល្អិតនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង។

**ខ.** គណនាចំនួនម៉ូលនៃ ឧស្ម័ននៅក្នុងធុង។ គេឲ្យ:  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ ម៉ូលេគុល/ $\text{mol}$

**៤៩.** ក្នុងធុងមួយមានមាឌ  $200\text{mL}$  មានម៉ូលេគុលសរុប  $5 \times 10^{21}$  ហើយស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធនៃ  $250\text{kPa}$ ។ ថេរបុលស្ប៉ាន់  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$  និង ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ ម៉ូលេគុល/ $\text{mol}$

**ក.** គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃភាគល្អិតនីមួយៗ។



ខ. គណនាចំនួនម៉ូលនៃ ឧស្ម័ននៅក្នុងធុង ។

គ. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ននៅក្នុងធុង ។

៥០. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានមាឌ  $V = 500\text{cm}^3$  ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ  $600\text{kPa}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $27^\circ\text{C}$  ។ គណនាចំនួនម៉ូលនៃ ឧស្ម័ននោះ ។ គេឲ្យថេរសាកលនៃឧស្ម័ន  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$

៥១. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមាន  $n = 0.25\text{mol}$  មានសម្ពាធ  $P = 250\text{kPa}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $57^\circ\text{C}$  ។ តើឧស្ម័ននោះមានមាឌប៉ុន្មាន? គេឲ្យថេរសាកលនៃឧស្ម័ន  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$

៥២. ធុងមួយមានផ្ទុកឧស្ម័នអេល្យូម  $0.5\text{mol}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $27^\circ\text{C}$  ។ គេសន្មតថាអេល្យូមជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។ គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$  និង  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$  ។

ក. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ ។

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលទាំងអស់ ។

គ. គណនាសម្ពាធឧស្ម័នអេល្យូមក្នុងធុង បើធុងមានមាឌ  $4.53 \times 10^{-3}\text{m}^3$  ។

៥៣. ក. គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព  $127^\circ\text{C}$  ។ ម៉ាសម៉ូលអុកស៊ីសែនគឺ  $32\text{g/mol}$  និង  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$  ។

ខ. គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែននីមួយៗ នៅសីតុណ្ហភាព  $127^\circ\text{C}$  ។ គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$

៥៤. ក. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែនគិតជា  $^\circ\text{C}$  ។

បើដឹងថា ល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែន  $v_{rms} = 1933.78\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  ម៉ាសម៉ូលអ៊ីដ្រូសែនស្មើនឹង  $2.0\text{g/mol}$  និងគេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$ ;  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$  ។

ខ. គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលអ៊ីដ្រូសែននីមួយៗ នៅសីតុណ្ហភាពនោះ ។

៥៥. ធុងមួយមានមាឌ  $V = 2.5\text{mL}$  មានផ្ទុកឧស្ម័នដែលមានម៉ាស  $50\text{mg}$  ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ  $1035\text{kPa}$  ។ ម៉ាសរបស់ម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ននីមួយៗគឺ  $8 \times 10^{-26}\text{kg}$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបនៃឧស្ម័ននោះ ។ គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$  ។

ខ. គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ

គ. គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ម៉ូលេគុលក្នុងធុង ។

ឃ. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នក្នុងធុង ។

៥៦. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានមាឌ  $V = 125\text{cm}^3$  ស្ថិតក្រោមសម្ពាធ  $2 \times 10^5\text{Pa}$  ។

គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនោះ ។ បើគេដឹងថាឧស្ម័ននោះមាន  $n = 9.4 \times 10^{-3}\text{mol}$ ;  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$  ។

៥៧. ធុងមួយមានមាឌ  $0.025\text{m}^3$  ផ្ទុកម៉ាស  $0.084\text{kg}$  នៃឧស្ម័ននីដ្រូសែន  $\text{N}_2$  ស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធ  $3.17\text{atm}$  ។

គណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នគិតជាអង្សារសេ ( $^\circ\text{C}$ ) ។ គេឲ្យ:  $1\text{atm} = 1.013 \times 10^5\text{Pa}$  ម៉ាសម៉ូល  $M = 28\text{g/mol}$  និង  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$  ។

៥៨. ផង់នីមួយៗមានម៉ាស  $m_0$  និងផ្លាស់ទីដោយល្បឿន  $\vec{v}$  តាមបណ្តោយអ័ក្ស  $\vec{ox}$  ។ គេដឹងថាក្នុងផ្ទៃ  $5\text{mm}^2$  និងក្នុងមួយវិនាទីមានផង់ចំនួន  $1 \times 10^{15}$  ទៅទង្គិចនឹងផ្ទៃនោះ ។ គណនាសម្ពាធសរុបរបស់ផង់មានលើផ្ទៃប៉ះ ។ គេសន្មតថា ទង្គិចរវាងផង់នឹងផ្ទៃប៉ះជាទង្គិចស្មើ ហើយម៉ាសផង់នីមួយៗគឺ  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$  និង  $v = 8 \cdot 10^7\text{m/s}$  ។

៥៩. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបដែលមាននៅក្នុង  $500\text{g}$  នៃខ្យល់ ។

បើគេដឹងថាក្នុងខ្យល់មានអុកស៊ីសែន 22% និងមានអាសូត 78% ជាម៉ាស ។

- ៦០.** ក្នុងធុងបិទជិតមួយមានមាឌសរុប  $16.62dm^3$  មានផ្ទុកឧស្ម័នបរិសុទ្ធពេញស្ថិតក្រោមសម្ពាធ  $3 \times 10^5 Pa$  និងមានសីតុណ្ហភាព  $47^\circ C$  ។ គេឲ្យថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ  $R = 8.31 J/mol \cdot K$  ។ គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធក្នុងធុងនោះ។
- ៦១.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗគឺ  $8 \times 10^{-26} kg$  នៅសីតុណ្ហភាព  $57^\circ C$  ។  
គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$
- ក.** គណនាប្រសិទ្ធភាពនៃការលឿនមធ្យម  $v_{rms}$  ។
  - ខ.** គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធនីមួយៗ។
- ៦២.** **ក.** គណនាម៉ាស់ម៉ូលេគុលនីមួយៗរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន។  
បើគេដឹងថាម៉ាស់ម៉ូលរបស់វាគឺ  $32g/mol$  និង  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol
- ខ.** គណនាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែនស្ថិតនៅសីតុណ្ហភាព  $0^\circ C$  ។
  - គ.** គណនាតម្លៃថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗ របស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននៅសីតុណ្ហភាព  $0^\circ C$  ។  
គេឲ្យ:  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$
- ៦៣.** បាឡុងពីរត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយបំពង់មួយមានរ៉ូពីនេបិទជិត។ ដោយបាឡុងទី១ មានផ្ទុកឧស្ម័នដែលមានសម្ពាធ  $5atm$  និងមានមាឌ  $6L$  ចំណែកបាឡុងទី២នៅទីនោះមានមាឌ  $4L$  ។  
គេចាប់ផ្តើមបើករ៉ូពីនេ (បើគេដឹងថាបាឡុងនីមួយៗមានសីតុណ្ហភាពថេរ) ។  
គណនាសម្ពាធរបស់បាឡុងនីមួយៗ ក្រោយពេលគេបើករ៉ូពីនេ។
- ៦៤.** បាឡុងពីរត្រូវបានភ្ជាប់គ្នាដោយបំពង់មួយមានរ៉ូពីនេបិទជិត។ ដោយបាឡុងទី១ មានផ្ទុកឧស្ម័នដែលមានសម្ពាធ  $6atm$  និងមានមាឌ  $5L$  ចំណែកបាឡុងទី២ មានផ្ទុកឧស្ម័នដូចគ្នាដែលមានសម្ពាធ  $4atm$  និងមានមាឌ  $3L$  ។  
គេចាប់ផ្តើមបើករ៉ូពីនេ (បើគេដឹងថាបាឡុងនីមួយៗមានសីតុណ្ហភាពថេរ) ។  
គណនាសម្ពាធរបស់បាឡុងនីមួយៗ ក្រោយពេលគេបើករ៉ូពីនេ។
- ៦៥.** កំណត់សីតុណ្ហភាពដើម្បីឲ្យល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអាសូតដែលមានម៉ាស់ម៉ូល  $M_{(N_2)} = 28g/mol$  ស្មើនឹងល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ដែលមានម៉ាស់ម៉ូល  $M_{(O_2)} = 32g/mol$  នៅសីតុណ្ហភាព  $47^\circ C$  ។
- ៦៦.** គូបមួយមានជ្រុង  $10.0cm$  ផ្ទុកខ្យល់ដែលមានម៉ាស់ម៉ូល  $28.9g/mol$  នៅសម្ពាធបរិយាកាស និងសីតុណ្ហភាព  $300K$  ។
- ក.** គណនាម៉ាស់ និងទម្ងន់នៃឧស្ម័នក្នុងគូប។
  - ខ.** គណនាកម្លាំងដែលមានអំពើលើផ្ទៃខាងនីមួយៗនៃគូប។
  - គ.** តើហេតុអ្វីបានជាសំណាកដ៏តូចល្អិតមួយអាចបង្កើតកម្លាំងដ៏មហិមានេះបាន?
- ៦៧.** **ក.** គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមានមាឌ  $1m^3$  នៅសីតុណ្ហភាព  $20.0^\circ C$  និងសម្ពាធបរិយាកាស។
- ខ.** ក្នុងមួយម៉ូលនៃម៉ូលេគុលខ្យល់មានម៉ាស់  $28.9g$  ។ គណនាម៉ាស់ខ្យល់ក្នុង  $1m^3$  ។
- ៦៨.** ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយម៉ូលមានសម្ពាធ  $P_1$  នៅសីតុណ្ហភាព  $27.0^\circ C$  ។
- ក.** បើឧស្ម័នត្រូវបានកម្ដៅដោយរក្សាមាឌថេររហូតដល់សម្ពាធកើនឡើងបីដង ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ន។
  - ខ.** បើឧស្ម័នមានសម្ពាធ និងមាឌកើនឡើងពីរដង ចូរគណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័ន។
- ៦៩.** នៅក្រោមផ្ទៃទឹកសមុទ្រជម្រៅ  $25.0m$  មានម៉ាស់មាឌ  $\rho = 1025kg/m^3$  មានសីតុណ្ហភាព  $5^\circ C$  ។ ពពុះខ្យល់មួយមានមាឌ  $1cm^3$  ផុសចេញមកលើផ្ទៃទឹកដែលមានសីតុណ្ហភាព  $20^\circ C$  ។

គណនាមាឌរបស់ពុះខ្យល់ពេលរៀបបែកចូលក្នុងខ្យល់។

៧០. គេដាក់ទឹក  $9.0g$  ទៅក្នុងធុងដែលមានចំណុះ  $2.0L$  រួចដុតកម្ដៅដល់សីតុណ្ហភាព  $500^{\circ}C$  ។  
គណនាសម្ពាធក្នុងធុង។

៧១. សរសៃដ្ឋានមួយមានវិមាត្រ  $10.0m \times 20.0m \times 30.0m$  ។  
គណនាចំនួនម៉ូលេគុលខ្យល់នៅក្នុងសរសៃដ្ឋាននោះនៅកម្រិតសីតុណ្ហភាព  $20.0^{\circ}C$  និងសម្ពាធដែលមាន  $101kPa$  ។

៧២. ក. បង្ហាញឲ្យឃើញថា ម៉ាសមាឌឧស្ម័នបរិសុទ្ធដែលមានមាឌ  $V$  មានទំនាក់ទំនង  $\rho = \frac{PM}{RT}$  ដែល  $P$  ជាសម្ពាធខ្នែង  $M$  ជាម៉ាសម៉ូលេគុល  $T$  ជាសីតុណ្ហភាពខ្នែង និង  $R$  ជាថេរសកលនៃឧស្ម័ន។

ខ. គណនាម៉ាសមាឌនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែននៅសម្ពាធធម្មតា និងសីតុណ្ហភាព  $20.0^{\circ}C$  ។

៧៣. មាសមានម៉ាសម៉ូល  $197g/mol$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃអាតូមមាសក្នុងគម្រូមាសសុទ្ធ  $2.50g$  ។

ខ. គណនាចំនួនអាតូមដែលមានក្នុងគម្រូខាងលើ។

៧៤. គណនា: ចំនួនម៉ូល និងចំនួនម៉ូលេគុលក្នុង  $1.00cm^3$  នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅសម្ពាធដែលមាន  $100Pa$  និងសីតុណ្ហភាព  $220K$  ។

៧៥. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នបរិសុទ្ធក្នុងករណី:

1. ក. សីតុណ្ហភាព  $0.00^{\circ}C$  ។

ខ. សីតុណ្ហភាព  $100^{\circ}C$  ។

2. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបក្នុងមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធក្នុងករណី:

ក. សីតុណ្ហភាព  $0.00^{\circ}C$  ។

ខ. សីតុណ្ហភាព  $100^{\circ}C$  ។

៧៦. គណនាប្រសិទ្ធភាពនៃការលឿនមធ្យម  $v_{rms}$  នៃអាតូមអេលូមនៅសីតុណ្ហភាព  $1000K$  ។  
គេឲ្យម៉ាសម៉ូលអេលូម  $M = 4.00g/mol$

៧៧. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលនីត្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព  $1600K$  ។

៧៨. ឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមួយមានមាឌ  $1000cm^3$  នៅសីតុណ្ហភាព  $40^{\circ}C$  និងមានសម្ពាធដែលមាន  $1.01 \times 10^5 Pa$  បានរីករហូតដល់មាឌរបស់វា  $1500cm^3$  និងសម្ពាធរបស់វាគឺ  $1.06 \times 10^5 Pa$  ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែនខាងលើ។

ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័នគម្រូខាងលើ។

៧៩. ក្នុងប្រព័ន្ធសុញ្ញកាសខ្ពស់មួយ សម្ពាធដែលអាចវាស់បានស្មើនឹង  $1.00 \times 10^{-10} torr$  (ដែល  $1torr = 133Pa$ ) ។  
ឧបមាថា សីតុណ្ហភាពស្មើនឹង  $300K$  ។ គេឲ្យ ថេរហ្វូលស្មាន់  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$   
ចូរគណនាចំនួនម៉ូលេគុលក្នុងមាឌមួយស្មើនឹង  $1.00cm^3$  ។

៨០. បរិមាណនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅសីតុណ្ហភាព  $10.0^{\circ}C$  និងសម្ពាធដែលមាន  $100kPa$  ត្រូវបានគេបំពេញទៅក្នុងមាឌ  $2.50m^3$  ។  
គេឲ្យ ថេរសកលនៃឧស្ម័ន  $R = 8.31J/mol \cdot K$

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នដែលបានរៀបរាប់ខាងលើ។

ខ. ប្រសិនបើសម្ពាធឡើងដល់  $300kPa$  និងសីតុណ្ហភាពឡើងដល់  $30.0^{\circ}C$  ។  
គណនាមាឌដែលត្រូវយកឧស្ម័នទៅបំពេញ សន្មតថាគ្មានលិចឧស្ម័ន។

៨១. ប្រសិនបើ ម៉ាស់  $m = 2.1212g$  នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានមាឌ  $V = 1.49L$  ស្ថិតក្នុងលក្ខខណ្ឌដែលមានសីតុណ្ហភាព  $t = 0^{\circ}C$  និងសម្ពាធ  $P = 810.6kPa$  តើវាជាឧស្ម័នអ្វី? គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$
៨២. បាឡុងរាងស៊ីវែរមួយមានមាឌ  $4000cm^3$  ផ្ទុកដោយអេល្យូមនៅសម្ពាធ (ខាងក្នុង)  $1.20 \times 10^5 Pa$  ។ គណនាចំនួនម៉ូលនៃអេល្យូមក្នុងបាឡុង។ ប្រសិនបើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃអាតូមអេល្យូមនីមួយៗស្មើនឹង  $3.60 \times 10^{-23} J$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$  និង  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$
៨៣. ក. តើអាតូមនៃឧស្ម័នអេល្យូមប៉ុន្មាន ដែលបំពេញក្នុងបាឡុងមួយដែលមានអង្កត់ផ្ចិត  $30.0cm$  នៅសីតុណ្ហភាព  $20.0^{\circ}C$  និងសម្ពាធ  $1.00atm$  ។  
ខ. តើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃអាតូមអេល្យូមមួយស្មើប៉ុន្មាន?  
គ. គណនាបួសការងារនៃការល្បឿនមធ្យមនៃអាតូមអេល្យូម។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/K \cdot mol$ ,  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ ,  $1atm = 10^5 Pa$  និងម៉ាស់ម៉ូលអេល្យូម  $M = 4 \times 10^{-3} kg/mol$
៨៤. ធុងមួយមានមាឌ  $20.0L$  ផ្ទុកឧស្ម័នអេល្យូម  $0.225kg$  នៅសីតុណ្ហភាព  $18.0^{\circ}C$  ។ ម៉ាស់ម៉ូលអេល្យូមគឺ  $4.00g/mol$  ។ យក  $R = 8.31J/mol \cdot K$  និង  $1atm = 1.013 \times 10^5 Pa$   
ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័នអេល្យូមនៅក្នុងធុង។  
ខ. គណនាសម្ពាធនៅក្នុងធុងគិតជា  $Pa$  និង  $atm$  ។
៨៥. វិមាត្រនៃបន្ទប់មួយគឺ  $4.20m \times 3.00m \times 2.50m$  ។  
ក. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលខ្យល់ក្នុងបន្ទប់នៅសម្ពាធបរិយាកាស ( $1atm$ ) ដែលមានសីតុណ្ហភាព  $20^{\circ}C$  ។  
ខ. គណនាម៉ាស់ខ្យល់នេះ។ សន្មតថាខ្យល់ចាត់ចូលម៉ូលេគុលឌីអាតូម ដែលមានម៉ាស់ម៉ូល  $28.9g/mol$  ។  
គ. គណនាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗ។  
ឃ. គណនាបួសការងារនៃការល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុល។
៨៦. អ្នកផ្គុំបំប៉ោងបាឡុងរាងស៊ីវែរមួយដល់អង្កត់ផ្ចិត  $50.0cm$  រហូតដល់សម្ពាធខាងក្នុងគឺ  $1.25atm$  និងសីតុណ្ហភាពគឺ  $22.0^{\circ}C$  ។ សន្មតថាឧស្ម័នទាំងអស់ជា  $N_2$  មានម៉ាស់ម៉ូល  $28.0g/mol$  ។  
ក. រកម៉ាស់នៃម៉ូលេគុល  $N_2$  មួយ។  
ខ. រកតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុល  $N_2$  មាន។  
គ. តើមានចំនួនម៉ូលេគុល  $N_2$  ក្នុងបាឡុងនេះប៉ុន្មាន?  
ឃ. រកថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុល  $N_2$  ទាំងអស់ក្នុងបាឡុង។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$ ;  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ ;  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/ $mol$  និង  $1atm = 10^5 Pa$
៨៧. ក. គណនាមាឌ ដើម្បីរក្សា  $4.0g$  នៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ( $M = 32g/mol$ ) នៅលក្ខខណ្ឌ(S.T.P) ។  
ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែននោះ។  
គ. គណនាល្បឿន rms នៃអុកស៊ីសែននោះ។
៨៨. ឧស្ម័នមួយត្រូវបានផ្ទុកក្នុងធុង  $8.00L$  បិទជិតមួយនៅសីតុណ្ហភាព  $20.0^{\circ}C$  និងមានសម្ពាធ  $9.00atm$  ។  
ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នក្នុងធុង។  
ខ. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលដែលមានក្នុងធុង។

# មេរៀនទី ២ ច្បាប់ទី១នៃម៉ូឌីណាមិច

## ១ ប្រព័ន្ធនៃម៉ូឌីណាមិច:

### និយមន័យ

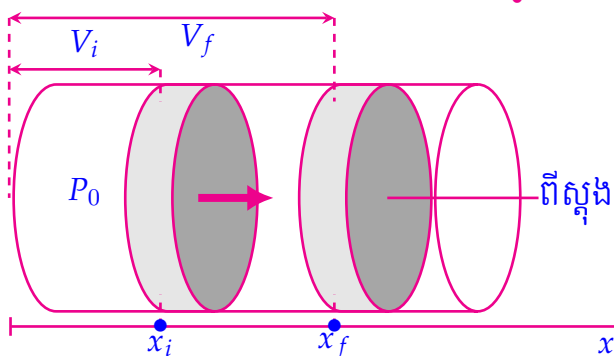
១. **ប្រព័ន្ធ**: គឺជាវត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលយើងលើកកមកសិក្សា ដោយធៀបទៅនឹងវត្ថុដ៏ទៃផ្សេងទៀត ។  
(វត្ថុដ៏ទៃផ្សេងទៀតនោះ យើងហៅថា: មជ្ឈដ្ឋានក្រៅ) ។
២. **ភាពនៃប្រព័ន្ធ**: គឺជាសំណុំលេខដែលវាស់ទំហំរូបវិទ្យា ដើម្បីសម្គាល់ប្រព័ន្ធនៅខណៈណាមួយ មានមាឌ សម្ពាធនិងសីតុណ្ហភាពជាអថេរសម្គាល់ភាពនៃប្រព័ន្ធ ។
៣. **បម្លែងទែម៉ូឌីណាមិច**: ប្រព័ន្ធមួយទទួលបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិច កាលណាវាផ្លាស់ប្តូរភាព ដោយប្តូរតែ កម្មន្ត និងកម្ដៅ ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅប៉ុណ្ណោះ ។ គេចែកបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចជាពីរគឺ បម្លែងចំហ និងបម្លែងបិទ ។
  - \* បម្លែងចំហ-បម្លែងបិទ: ពេលប្រព័ន្ធមួយទទួលបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិច:
    - បើភាពដើម និងភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធមួយ ខុសគ្នា នោះគេថាប្រព័ន្ធទទួលរងនូវបម្លែងចំហ ។
    - បើភាពដើម និងភាពស្រេចនៃប្រព័ន្ធមួយ ដូចគ្នា នោះគេថាប្រព័ន្ធទទួលរងនូវបម្លែងបិទ ។
៤. **ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច**: គឺជាប្រព័ន្ធដែលទទួល បម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចដោយមានការផ្លាស់ប្តូរភាពដើម និងភាពស្រេចតាមដំណើរប្រព្រឹត្តទៅខុសៗគ្នា ។
  - សមីការប្រែប្រួលភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ:  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = nR = \text{ថេរ}$   
ដែលភាពដើម  $P_1, V_1$  សម្ពាធនិងមាឌឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព  $T_1$  និង ភាពស្រេច  $P_2, V_2$  សម្ពាធនិងមាឌឧស្ម័ននៅសីតុណ្ហភាព  $T_2$  មាឌគិតជា  $m^3$  សីតុណ្ហភាពគិតជា  $K$  និងសម្ពាធគិតជា  $Pa$  ( $V_1, V_2$  អាចគិតជា  $L$  ក៏បាន) ។

## ២ កម្មន្តបំពេញក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាឌ:

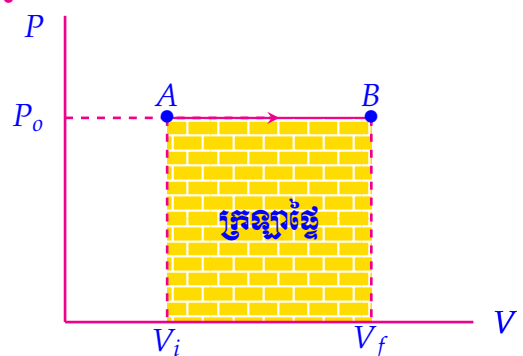
### ក ករណីសម្ពាធមេរ (លំនាំអ៊ីសូបារ):

ឧបមាថាឧស្ម័នមានមាឌដើម  $V_i$  ស្ថិតក្នុងស៊ីឡាំងដែលមានមុខកាត់  $A$  បិទជិតដោយពីស្តុងមួយ ។ ពេលឧស្ម័នរុញពីស្តុងពីទីតាំង  $x_i$  ទៅទីតាំង  $x_f$  ដែល  $V_i = Ax_i$  និង  $V_f = Ax_f$  ក្រោមសម្ពាធមេរ  $P_o$  :

រូបភាព ១. លំនាំអ៊ីសូបារ



(ក). កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន



(ខ). ផ្សាក្រាម ( $P - V$ )

**និយមន័យ**

លំនាំអ៊ីសូបារ (Isobaric Process) គឺជាលំនាំមួយដែលសម្ពាធនៃប្រព័ន្ធក្នុងបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចមានតម្លៃថេរ ។

**១. កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន:**

កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន :  $W = F \times \Delta x = F (x_f - x_i)$

ដែល :  $P_o = \frac{F}{A}$  នោះ  $F = P_o A$

យើងបាន :  $W = P_o A (x_f - x_i) = P_o (Ax_f - Ax_i)$

នាំឲ្យ :  $W = P_o (V_f - V_i) = P_o \Delta V$

ដូចនេះ :  $W = P_o \Delta V$

**២. សមីការប្រែប្រួលរាង:**  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

• ករណីសម្ពាធថេរ:  $P_1 = P_2 = P_o = \text{ថេរ}$

យើងបាន :  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{ថេរ}$

នាំឲ្យ :  $V_2 = \left(\frac{V_1}{T_1}\right) T_2$  មានរាង  $y = ax$  ជាបន្ទាត់

• កម្មន្តក្នុងលំនាំអ៊ីសូបារ: តាមដ្យាក្រាម ( $P - V$ ) ក្នុងរូបបង្ហាញពីសម្ពាធថេរ និងកំណើនមាឌនៃឧស្ម័ន:

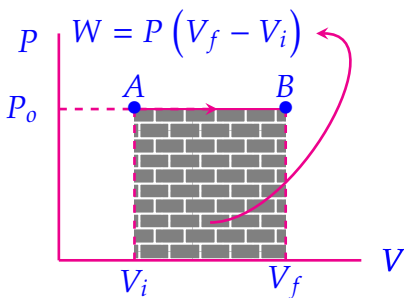
$W = P \Delta V = P (V_f - V_i) = A$

ដូចនេះក្នុងដ្យាក្រាម ( $P - V$ ) កម្មន្តដែលបំពេញ ដោយឧស្ម័នគឺជាក្រឡាផ្ទៃចតុកោណកែងដែលមានវិមាត្រជា

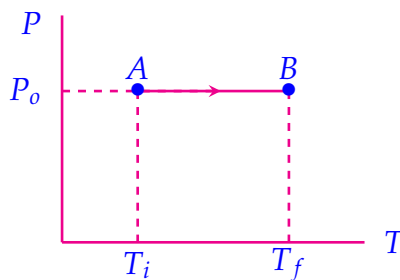
$P$  និង  $\Delta V$  ។

**៣. ដ្យាក្រាម ( $P - V$ ) , ( $P - T$ ) និង ( $V - T$ )**

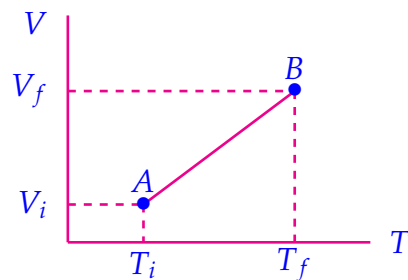
**រូបភាព ២. ដ្យាក្រាម**



(ក). ដ្យាក្រាម ( $P - V$ )



(ខ). ដ្យាក្រាម ( $P - T$ )



(គ). ដ្យាក្រាម ( $V - T$ )

**១ ករណីសម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ**

បើប្រព័ន្ធប្រែប្រួលសម្ពាធពី  $P_1$  ទៅ  $P_2$  យើងបានសម្ពាធមធ្យមកំណត់ដោយ:  $P_{av} = \frac{P_1 + P_2}{2}$

**១. កម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន**

យើងបាន :  $W = P_{av} \Delta V = \frac{P_1 + P_2}{2} \Delta V$

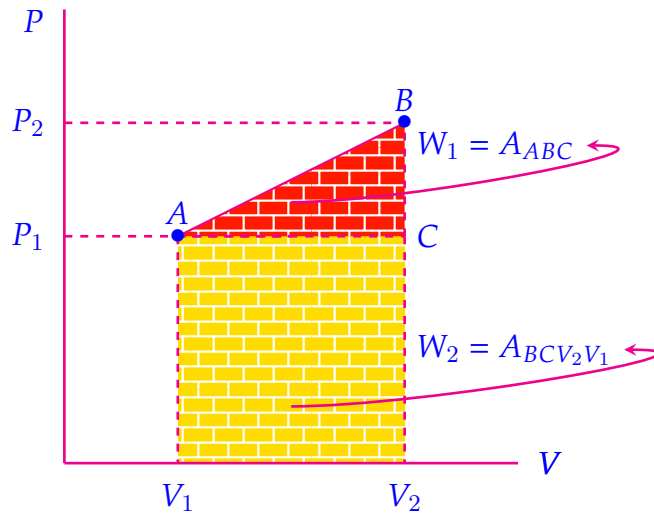


ម៉្យាងទៀត :  $W = \frac{2P_1 - P_1 + P_2}{2} \Delta V$

នោះ :  $W = P_1 \Delta V + \frac{P_2 - P_1}{2} \Delta V$

ដូចនេះ :  $W = P_1 \Delta V + \frac{1}{2} (P_2 - P_1) \Delta V$

## ២. ដ្យាក្រាម (P - V) ករណីសម្ពាធបម្រែបម្រួលស្មើ



រូបភាព ៣. ដ្យាក្រាម (P - V) ករណីសម្ពាធបម្រែបម្រួលស្មើ

## ៣. កម្មន្តក្នុងករណីសម្ពាធសមាមាត្រនឹងមាឌ

តាមដ្យាក្រាម (P - V) ខាងលើ យើងបានក្រឡាផ្ទៃឆ្នូតនៃ (P - V) គឺ  $A = A_{ABC} + A_{BCV_2V_1}$

ដែល :  $A_{ABC} = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)$  និង  $A_{BCV_2V_1} = P_1 \Delta V$

សមមូល :  $A = P_1 \Delta V + \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_2 - V_1)$

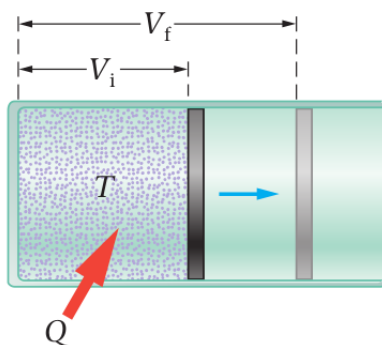
ដូចនេះ :  $A = W = P_1 \Delta V + \frac{1}{2} (P_2 - P_1) \Delta V$

ដូចនេះកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន គឺជាក្រឡាផ្ទៃផ្នែកឆ្នូតដែលបានខ័ណ្ឌដោយខ្សែកោង (P - V) ។

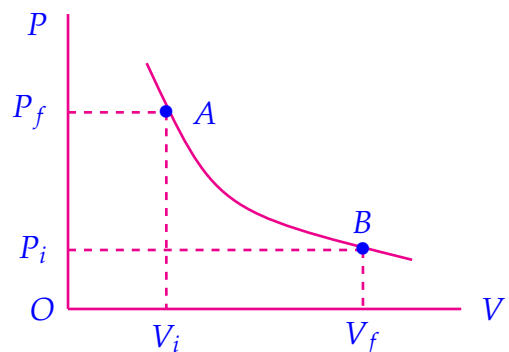
## គ ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ (លំនាំអ៊ីសូទែម)៖

ក្នុងករណីប្រព័ន្ធដំណើរការដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ តាមពិសោធន៍គេបានដ្យាក្រាម (P - V) ដូចរូប៖

រូបភាព ៤. លំនាំអ៊ីសូទែម



(ក). ស៊ីឡាំងដែលមានសីតុណ្ហភាពថេរ



(ខ). ដ្យាក្រាម (P - V) ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ

**និយមន័យ**

លំដាប់អ៊ីសូទែម(Isothermal Process): គឺជាលំដាប់អ៊ីសូទែមដែលសីតុណ្ហភាពនៃប្រព័ន្ធក្នុងបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចមានតម្លៃថេរ។

**១. កម្មន្តបំពេញដោយឧត្ត័នៈ**

តាមសម្រាយបញ្ជាក់ខាងលើ:  $W = A$  ដែល  $W = A = \int_{V_i}^{V_f} p dV = Nk_B T \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V}$

នោះ:  $W = Nk_B T \ln [V]_{V_i}^{V_f}$

នាំឱ្យ:  $W = Nk_B T \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right) = nRT \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$

ដូចនេះ:  $W = nRT \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$

**២. សមីការប្រែប្រួលភាព:**  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

• ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ:  $T_1 = T_2 = \text{ថេរ}$

យើងបាន:  $P_1 V_1 = P_2 T_2 = \text{ថេរ}$

នាំឱ្យ:  $P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$  មានរាង  $y = \frac{a}{x}$  ជាអ៊ីពែបូល

• កម្មន្តក្នុងករណីសីតុណ្ហភាពថេរ:

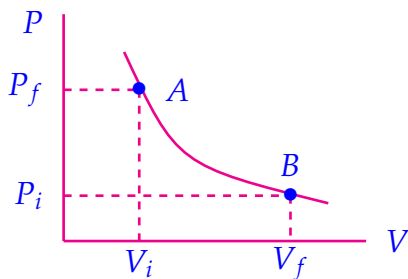
យើងមាន:  $W = nRT \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$  ឬ  $W = Nk_B T \ln \left( \frac{V_f}{V_i} \right)$

ដែល:  $\frac{V_f}{V_i} = \frac{P_i}{P_f}$

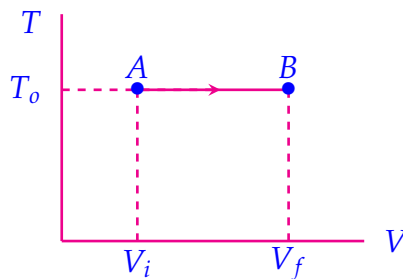
នោះ:  $W = nRT \ln \left( \frac{P_i}{P_f} \right)$  ឬ  $W = P_i V_i \ln \left( \frac{P_i}{P_f} \right)$

**៣. ដ្យាក្រាម  $(P - V)$ ,  $(T - V)$  និង  $(P - T)$**

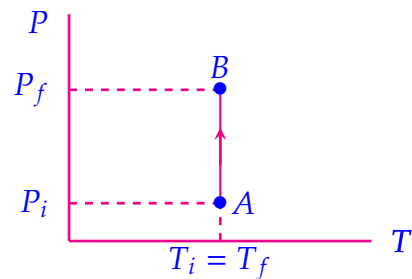
**រូបភាព ៥. ដ្យាក្រាម**



(ក). ដ្យាក្រាម  $(P - V)$



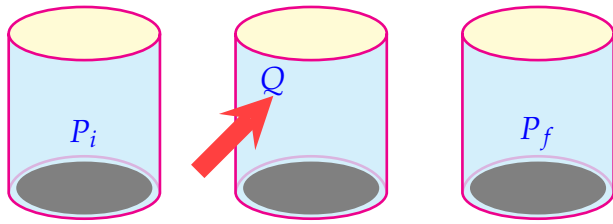
(ខ). ដ្យាក្រាម  $(T - V)$



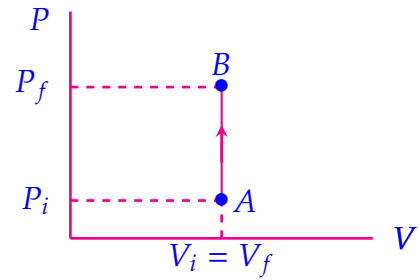
(គ). ដ្យាក្រាម  $(P - T)$

## ២២ ករណីមាឌថេរ (លំនាំអ៊ីសូករ)

### រូបភាព ៦. លំនាំអ៊ីសូករ



(ក). ស៊ីឡាំងមានមាឌថេរ



(ខ). ដ្យាក្រាម ( $P - V$ )

### និយមន័យ

លំនាំអ៊ីសូករ (Isochoric Process): គឺជាលំនាំមួយដែលមាឌនៃប្រព័ន្ធក្នុងបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចមានតម្លៃថេរ។

### ១. កម្មន្តបំពេញដោយខ្លួនឯង៖

ដោយ :  $V_i = V_f = \text{ថេរ}$

ដូចនេះ :  $W = 0$

### ២. សមីការប្រែប្រួលភាព $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

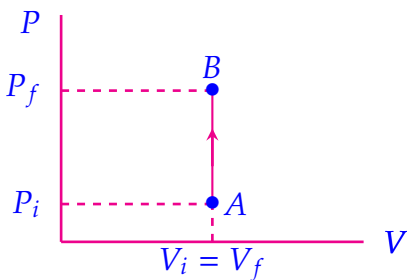
• ករណីមាឌថេរ:  $V_1 = V_2 = \text{ថេរ}$

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

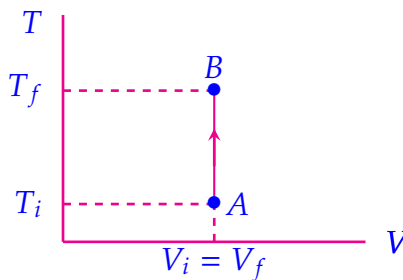
នាំឱ្យ :  $P_2 = \frac{P_1}{T_1} T_2$  មានរាង  $y = ax$  ជាបន្ទាត់

### ៣. ដ្យាក្រាម ( $P - V$ ), ( $T - V$ ) និង ( $P - T$ )

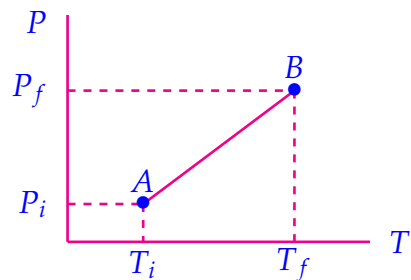
#### រូបភាព ៧. ដ្យាក្រាម



(ក). ដ្យាក្រាម ( $P - V$ )



(ខ). ដ្យាក្រាម ( $T - V$ )



(គ). ដ្យាក្រាម ( $P - T$ )

## ៣ ថាមពលក្នុងនៃច្បាប់ទី១ នៃម៉ូឌីណាមិច

### ក កម្ដៅ និងកម្មន្ត:

កម្ដៅមានទំនាក់ទំនងជាមួយសីតុណ្ហភាព។ ថាមពលកម្ដៅអាចផ្ទេរពីអង្គធាតុមួយទៅអង្គធាតុមួយទៀតកាលណាវាមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នា។ ដូចនេះសីតុណ្ហភាពខុសគ្នាជាលក្ខណៈចាំបាច់សម្រាប់ផ្ទេរកម្ដៅ។

## ខ ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

### ក. ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន:

#### និយមន័យ

ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន: គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ន។

$$\text{គេកំណត់សរសេរដោយ:} \quad U = \frac{3}{2}Nk_B T = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV$$

ខ. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន: បើពេលមានបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាព នោះឧស្ម័នមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង:

$$\text{យើងបាន} \quad \Delta U = U_2 - U_1$$

$$\text{ដែល} \quad U_1 = \frac{3}{2}Nk_B T_1 = \frac{3}{2}nRT_1 \quad \text{និង} \quad U_2 = \frac{3}{2}Nk_B T_2 = \frac{3}{2}nRT_2$$

$$\text{សមមូល} \quad \Delta U = \frac{3}{2}Nk_B T_2 - \frac{3}{2}Nk_B T_1 \quad \text{ឬ} \quad \Delta U = \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1$$

$$\text{ដូចនេះ} \quad \Delta U = \frac{3}{2}Nk_B \Delta T = \frac{3}{2}nR\Delta T \quad \text{ឬ} \quad \Delta U = \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

#### សម្គាល់

បើឧស្ម័នមានសីតុណ្ហភាពថេរ នោះមិនមានបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងទេ ព្រោះថាមពលក្នុងអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព។

$$\text{យើងបាន} \quad \Delta T = T_2 - T_1 = 0$$

$$\text{ដូចនេះ} \quad \Delta U = 0$$

### គ ច្បាប់ទី១នៃម៉ូឌីណាមិច:

#### និយមន័យ

ច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច: ក្នុងបម្លែងនៃម៉ូឌីណាមិចកម្ដៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធលើនឹងផលបូកកម្មន្តបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធ និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ។

$$\text{គេសរសេរ} \quad Q = W + \Delta U$$

សង្ខេប

\* សិក្សាសញ្ញា:

១. បើប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្ដៅ (បំពេញកម្ដៅ) ឬ ធ្វើកម្ដៅ នោះ  $W > 0$  តែបើប្រព័ន្ធរងកម្ដៅ ឬទទួលកម្ដៅ នោះ  $W < 0$
២. បើប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ នោះ  $Q > 0$  តែបើប្រព័ន្ធបញ្ចេញកម្ដៅ នោះ  $Q < 0$
៣. បើចាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើន  $\Delta U > 0$  តែបើចាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធចុះ នោះ  $\Delta U < 0$

**បម្លែងបិទ~គោលការណ៍សមមូល:**

១. បម្លែងបិទ: បើប្រព័ន្ធមួយប្រែប្រួលពីភាព 1 ទៅភាព 2 រួចត្រឡប់ពីភាព 2 ទៅភាព 1 វិញនោះយើងបាន:

- ក្នុងលំនាំនៃភាព 1 ទៅភាព 2  $Q_1 = W_1 + \Delta U_1$  ឬ  $Q_1 = W_1 + U_2 - U_1$
- ក្នុងលំនាំនៃភាព 2 ទៅភាព 1  $Q_2 = W_2 + \Delta U_2$  ឬ  $Q_2 = W_2 + U_1 - U_2$

យើងបានបម្លែងសរុបគឺ:  $Q_1 + Q_2 = W_1 + U_2 - U_1 + W_2 + U_1 - U_2$

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

សមមូល  $Q = W + 0 (\Delta U = 0)$

ដូចនេះ  $\Delta U = Q - W = 0$

២. គោលការណ៍សមមូល: កាលណាប្រព័ន្ធធ្វើបម្លែងបិទ ក្នុងមួយស៊ីច (វដ្ត) ដោយប្រព័ន្ធប្តូរតែកម្ដៅ និងកម្ដៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ មានន័យថា:

- បើប្រព័ន្ធបំពេញកម្ដៅ ឬធ្វើកម្ដៅ ( $W > 0$ ) នោះវាបញ្ចេញកម្ដៅ  $Q < 0$
- បើប្រព័ន្ធទទួលកម្ដៅ ឬរងកម្ដៅ ( $W < 0$ ) នោះវាស្រូបកម្ដៅ  $Q > 0$

គេអាចកំណត់សរសេរ  $|Q| = |W|$  ឬ  $\Delta U = 0$

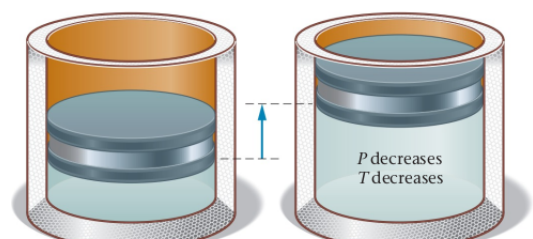
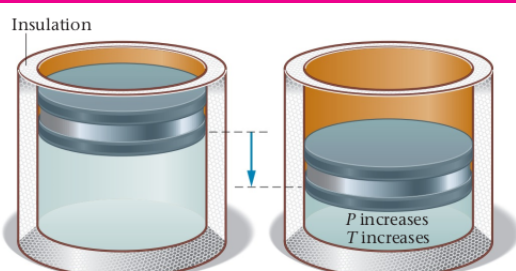
**កម្មវត្ថុក្នុងករណីកម្ដៅមិនប្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ(លំនាំអាដ្យាបាទិច)**

និយមន័យ

លំនាំអាដ្យាបាទិច(Adiabatic Processes) ជាលំនាំមួយដែលគ្មានបណ្តាចាមពលកម្ដៅ (មិនស្រូប និងមិនបញ្ចេញកម្ដៅ) ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ មានន័យថា  $Q = 0 J$

តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច  $Q = W + \Delta U$  តែ  $Q = 0$

ដូចនេះ  $W = -\Delta U$







សង្ខេបរូបមន្ត

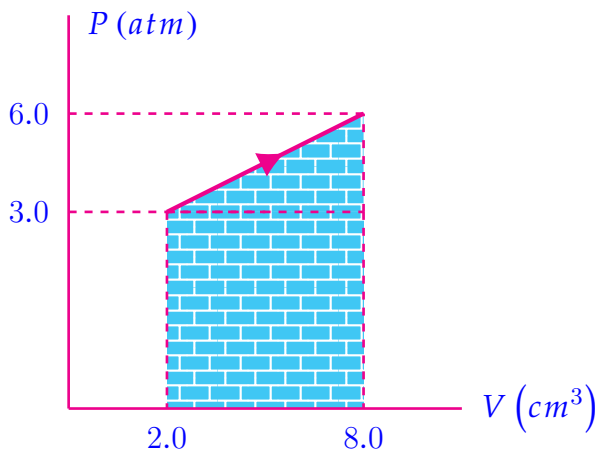
កម្មន្តក្នុងករណីសម្ពាធព្រែប្រួលស្មើ (សម្ពាធនិងមាឌប្រែប្រួល)

យើងមាន :  $W = P_{av}\Delta V$  ដែល  $P_{av} = \frac{P_1 + P_2}{2}$  និង  $\Delta V = V_2 - V_1$

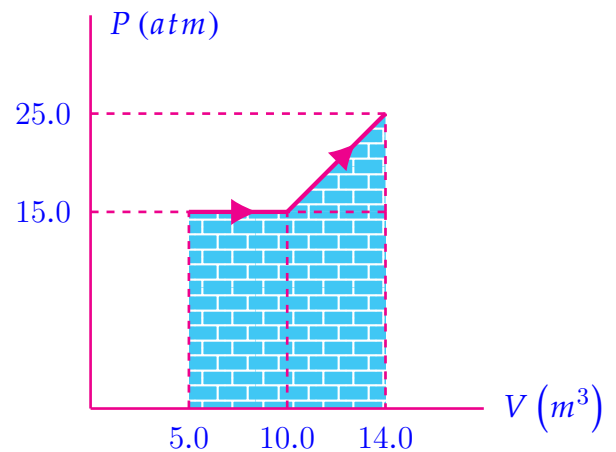
ឬ :  $W = P_1\Delta V + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)\Delta V = P_1\Delta V + \frac{1}{2}\Delta P\Delta V$

- $P_{av}$  តម្លៃនៃសម្ពាធមធ្យម គិតជាប៉ាស្កាល់ (Pa)    -  $P_2$  សម្ពាធនៅភាពស្រេច គិតជា ប៉ាស្កាល់ (Pa)
- $P_1$  សម្ពាធនៅភាពដើម គិតជា ប៉ាស្កាល់ (Pa)

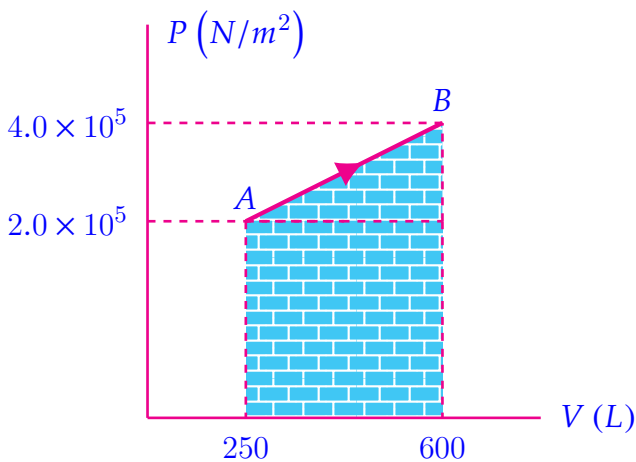
- ១១.** ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី  $0.50m^3$  រហូតដល់  $0.70m^3$  កាលណាសម្ពាធកើនឡើងពី  $1.0 \times 10^5 Pa$  ដល់  $2.5 \times 10^5 Pa$  ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយប្រព័ន្ធខ្នែងនេះ ។
- ១២.** នៅក្នុងបំពង់មួយមានដាក់ឧស្ម័នដែលគេសន្មតថាជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។ គេធ្វើឲ្យឧស្ម័ននោះរីកមាឌពី  $40dm^3$  ទៅ  $100dm^3$  ហើយសម្ពាធរបស់វាកើនឡើង ស្មើពី  $2atm$  ទៅ  $5atm$  ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ននោះ ពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌ ។
- ១៣.** តាមក្រាប  $P - V$  ខាងក្រោម ចូរគណនាកម្មន្តដែលផ្លាស់ប្តូរក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច ។



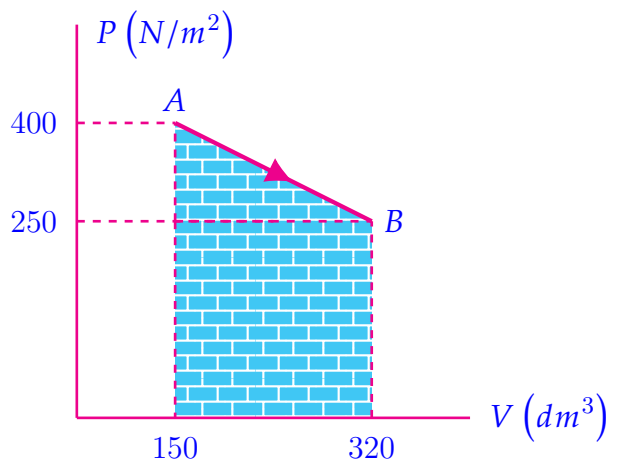
(ក). ក្រាប  $P - V$



(ខ). ក្រាប  $P - V$



(គ). ក្រាប  $P - V$



(ឃ). ក្រាប  $P - V$

សង្ខេបរូបមន្ត

កម្មន្តក្នុងករណីសីតុណ្ហភាពថេរ(លំនាំអ៊ីសូទែម)

កម្មន្ត :  $W = Nk_B T \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nRT \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$  ករណី  $T_1 = T_2 = T =$  ថេរ

ឬ :  $W = Nk_B T \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = nRT \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = P_1 V_1 \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$

ដែល :  $k_B = \frac{R}{N_A}$  និង  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol

-  $T$  សីតុណ្ហភាព គិតជាកែលវីន (K)

-  $k_B$  ថេរបុលស្មាន់ ( $1.38 \times 10^{-23}$  J/K)

១៤. គេមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធ  $0.5\text{mol}$  ស្ថិតក្រោមសីតុណ្ហភាព  $0^\circ\text{C}$  ។ គេធ្វើឲ្យឧស្ម័ននោះរីកមាឌពី  $20\text{L}$  ទៅ  $40\text{L}$  តាមលំនាំអ៊ីសូទែម ។

ក. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌ ។

ខ. ចូរធ្វើគំនូសតាងដ្យាក្រាម  $P - V$  ដោយឆ្លុះបញ្ចាំងក្រឡាផ្ទៃតាងឲ្យកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន ។  
គេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$

១៥. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូលេគុលអាតូម  $2\text{mol}$  នៅសីតុណ្ហភាព  $0^\circ\text{C}$  ។ ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពឲ្យថេរ ហើយរីកមាឌពី  $5\text{L}$  ទៅ  $10\text{L}$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$ ,  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 5 = 1.6$ ,  $\ln 10 = 2.3$

ក. តើឧស្ម័ននេះមានបម្រែបម្រួលមាឌតាមលំនាំអ្វី?

ខ. គណនាកម្មន្តដែលឧស្ម័នដែលបានបំពេញក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌនេះ ។

គ. តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធច្បាប់ឧស្ម័នមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

១៦. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ស្ថិតក្រោមសីតុណ្ហភាព  $27^\circ\text{C}$  ។ គេធ្វើឲ្យឧស្ម័ននោះរីកមាឌពី  $30\text{dm}^3$  រហូតដល់  $60\text{dm}^3$  ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពឲ្យនៅដដែល ។

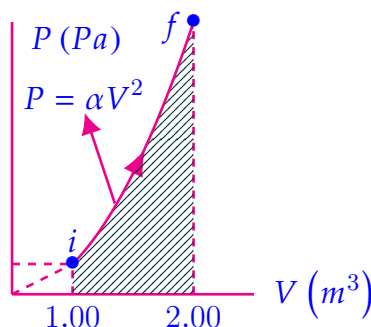
ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន ។ បើគេដឹងថាកម្មន្តដែលកើតមានក្នុងពេលមានបម្រែបម្រួលមាឌឧស្ម័ន គឺ  $432\text{J}$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31\text{J/mol} \cdot \text{K}$

ខ. គណនាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបនៃឧស្ម័ន ។ គេឲ្យ:  $N_A = 6.022 \times 10^{23}$  ម៉ូលេគុល/mol

គ. ចូរធ្វើគំនូសតាងដ្យាក្រាម  $P - V$  ដោយឆ្លុះបញ្ចាំងក្រឡាផ្ទៃតាងឲ្យកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន ។

១៧. នៅសីតុណ្ហភាពថេរ  $273\text{K}$  ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយប្រែប្រួលមាឌពី  $0.31\text{m}^3$  ដល់  $0.45\text{m}^3$  ។ គេដឹងថាឧស្ម័ននេះមាន  $0.50\text{mol}$  ។ គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញក្នុងពេលមានបម្រែប្រួលមាឌ ។

១៨. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយប្រភេទមានមាឌដើម  $1.00\text{m}^3$  ត្រូវបានរីកមាឌពីរដងនៃមាឌដើមតាមសមីការ  $P = \alpha V^2$  ក្នុងលំនាំកាស៊ីស្តាទិចដែល  $\alpha = 5.00\text{atm/m}^6$  ដូចរូប ។ គណនាកម្មន្តដែលត្រូវការដើម្បីពង្រីកមាឌឧស្ម័ន ។



**១៩.** មួយម៉ូលនៃឧស្ម័ន  $O_2$  សន្មតថាវាជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

**ក.** ឧស្ម័នរីកនៅសីតុណ្ហភាពថេរ  $T = 310K$  ពីមាឌដើម  $V_i = 12L$  ទៅ  $V_f = 19L$  ។ គណនាកម្មន្តក្នុងដំណើរការរីកមាឌរបស់ឧស្ម័ន ។

**ខ.** ឧស្ម័នរួមមាឌនៅសីតុណ្ហភាពថេរ  $T = 310K$  ពីមាឌ  $V_i = 19L$  ទៅ  $V_f = 12L$  ។ គណនាកម្មន្តក្នុងដំណើរការរួមមាឌរបស់ឧស្ម័ន ។

គេឱ្យ:  $\ln\left(\frac{19}{12}\right) = 0.46$ ,  $\ln\left(\frac{12}{19}\right) = -0.46$  និង  $R = 8.31J/mol \cdot K$

**សង្ខេបបូកសរុប**

**១. កម្មន្តក្នុងករណីមាឌថេរ (លំដាប់ទី១)**

ករណី :  $V =$  ថេរ គេបាន  $W = 0$

**២. ថាមពលក្នុង និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន:**

**ក.** ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន:

គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័ន ។

$$\text{គេបាន} : U = \frac{3}{2}nRT$$

$$\text{ឬ} : U = \frac{3}{2}Nk_B T$$

**ខ.** បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន

$$\text{យើងបាន} : \Delta U = U_2 - U_1$$

$$\text{នោះ} : \Delta U = \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1$$

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

**៣. ច្បាប់ទី១ នៃម៉ូឌីណាមិច:** កម្ដៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធលើនឹងផលបូកកម្មន្តបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធ និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

$$\text{គេកំណត់សរសេរ} : Q = W + \Delta U$$

**៤. កម្មន្តក្នុងករណីកម្ដៅមិនម្ល៉េះជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ (លំដាប់ទី២)** ជាលំដាប់មួយដែលគ្មានបណ្តាញថាមពលកម្ដៅ (មិនស្រូប និងមិនបញ្ចេញកម្ដៅ) ជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ មានន័យថា  $Q = 0J$  ។

$$\text{តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច} : Q = W + \Delta U \quad \text{តែ} \quad Q = 0$$

$$\text{ដូចនេះ} : W = -\Delta U$$

**២០.** នៅលក្ខខណ្ឌ (STP) ឧស្ម័ន  $2.2mol$  ត្រូវបានបង្រួមមាឌពី  $50L$  ទៅ  $10L$  តាមលំដាប់ទីមួយ ។

**ក.** គណនាកម្មន្តដែលធ្វើលើឧស្ម័ន ។ គេឱ្យ:  $\ln(0.2) = -1.61$  ។

**ខ.** គណនាកម្ដៅដែលភាយចេញពីឧស្ម័ន ។

**២១.** ម៉ាស៊ីនកម្ដៅមួយបានបំពេញកម្មន្ត  $250J$  ក្នុងរយៈពេលដែលថាមពលក្នុងរបស់ម៉ាស៊ីនថយចុះ  $500J$  ។ តើក្នុងលំដាប់នេះកម្ដៅនៃប្រព័ន្ធមានតម្លៃប៉ុន្មាន?

**២២.** ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិចពេល:

**ក.** ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $2000J$  និងធ្វើកម្មន្ត  $500J$  ។

**ខ.** ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $1200J$  និងទទួលកម្មន្ត  $400J$  ។

**គ.** បរិមាណកម្ដៅ  $300J$  ត្រូវបានបំភាយចេញពីប្រព័ន្ធនៅពេលមាឌថេរ ។

២៣. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធក្នុងករណីនីមួយៗខាងក្រោម៖

- ក. ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ  $5kcal$  និងបំពេញកម្មន្ត  $7200J$  ។
- ខ. ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ  $5kcal$  និងរងនូវកម្មន្ត  $7200J$  ។
- គ. ប្រព័ន្ធខ្ពស់មានមាឌថេរ និងបំភាយកម្ដៅអស់  $4kcal$  ។

២៤. គេធ្វើកម្មន្ត  $25kJ$  លើប្រព័ន្ធខ្ពស់ ។ ក្រោយមកកម្ដៅ  $1.5kcal$  បានភាយចេញពីប្រព័ន្ធ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ។ ( $1cal = 4.186J$ )

២៥. ក្នុងប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចប្រព័ន្ធទទួលកម្មន្ត  $200J$  និងទទួលកម្ដៅ  $500J$  ។ រកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ។

២៦. ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ៖

- ក. ប្រព័ន្ធស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $500cal$  និងធ្វើកម្មន្ត  $400J$  ។
- ខ. ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ  $300cal$  និងទទួលកម្មន្ត  $420J$  ។
- គ. បរិមាណកម្ដៅ  $1200cal$  ត្រូវបានភាយចេញពីប្រព័ន្ធនៅពេលមាឌថេរ ។ គេឲ្យ  $1cal = 4.19J$

២៧. ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ៖

- ក. ប្រព័ន្ធធើកម្មន្ត  $5.0J$  ខណៈវារីកអាជ្ញាបាទិច ។
- ខ. ខណៈប្រព័ន្ធរួមអាជ្ញាបាទិច កម្មន្ត  $80J$  ត្រូវបានធ្វើលើខ្ពស់ ។

២៨. ខ្ពស់មួយស្រូបយកកម្ដៅ  $6.4kJ$  និងបំពេញកម្មន្ត  $1200J$  ក្នុងពេលលំនាំនេះវាបានបញ្ចេញកម្ដៅទៅវិញ  $2400J$  ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ខ្ពស់ ។

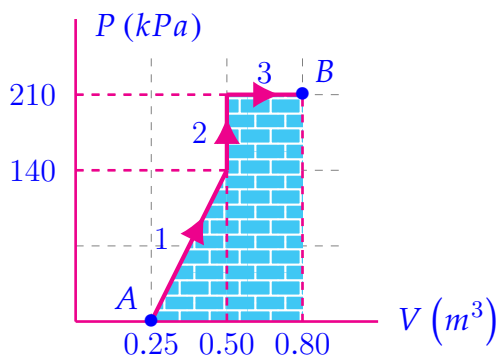
២៩. ខ្ពស់មួយមានមាឌ  $10L$  ស្ថិតនៅក្រោមសម្ពាធ  $2 \times 10^5 Pa$  និងសីតុណ្ហភាព  $20^{\circ}C$  ។ ក្នុងលំនាំអ៊ីសូបារ ខ្ពស់នោះបានស្រូបបរិមាណកម្ដៅ  $5000J$  ហើយថាមពលក្នុងរបស់វាកើន  $2000J$  ។ គណនា៖

- ក. កម្មន្តដែលបានបំពេញដោយខ្ពស់នោះ ។
- ខ. មាឌនៃខ្ពស់នៅភាពស្រេច ។
- គ. សីតុណ្ហភាពស្រេចនៃខ្ពស់នោះ ។

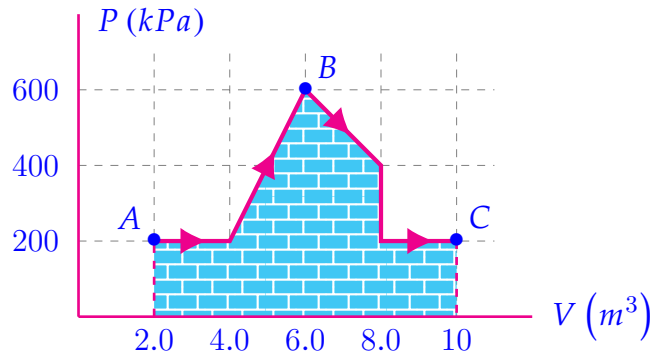
៣០. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានខ្ពស់បរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម  $0.5mol$  ។ គេធ្វើឲ្យខ្ពស់នេះរីកមាឌពី  $5dm^3$  ទៅ  $12.5dm^3$  តាមលំនាំអ៊ីសូទែម ។ គេដឹងថាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយខ្ពស់ ក្នុងរយៈពេលនៃដំណើរការគឺ  $1142J$  ។ គេឲ្យ៖  $R = 8.31J/mol \cdot K$

- ក. គណនាសីតុណ្ហភាពនៃខ្ពស់ក្នុងពេលដំណើរការ ។
- ខ. គណនាថាមពលក្នុងនៃខ្ពស់នៅត្រង់ទីតាំងស្រេច ។
- គ. គណនាថាមពលកម្ដៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធក្នុងរយៈពេលនៃដំណើរការ ។

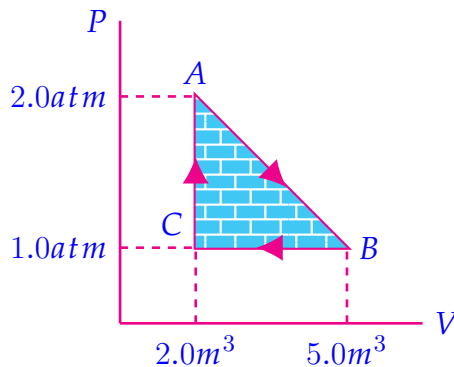
៣១. ចូរគណនាកម្មន្តតាមលំនាំនីមួយៗ និងកម្មន្តសរុបក្នុងដ្យាក្រាម  $P - V$  ខាងក្រោម៖



- ៣២. ក.** គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម ដែលចេញពីចំណុច  $A$  ទៅចំណុច  $B$  ដូចដែលបានបង្ហាញក្នុងរូប។
- ខ.** បើសិនជានៅត្រង់ចំណុច  $A$  សីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័នមានតម្លៃ  $267K$  ។ តើវាមានសីតុណ្ហភាពប៉ុន្មានពេលនៅត្រង់ចំណុច  $C$  ។
- គ.** តើបរិមាណកម្ដៅប៉ុន្មានដែលត្រូវបានស្រូប ឬបញ្ចេញពីឧស្ម័នក្នុងកំឡុងពេលដំណើរការនេះ ?

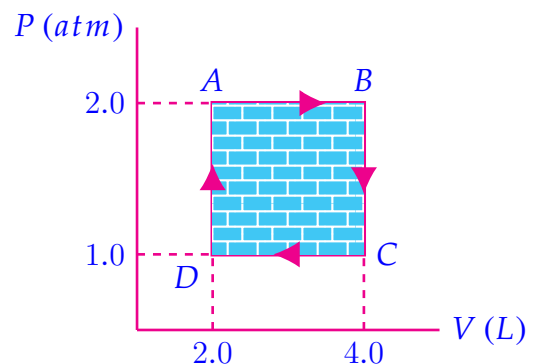


- ៣៣.** គណនាកម្មន្តសរុបក្នុងបម្លែងបិទ  $ABCA$  ?



- ៣៤.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយធ្វើបម្លែងបិទពីភាព  $A$  រួចទៅភាព  $B$  រួចទៅភាព  $C$  ហើយទៅភាព  $D$  ទៀត។ ក្រោយត្រឡប់មកភាពដើមវិញដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ ចូរគណនា:

- ក.** គណនាកម្មន្ត  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$  និង  $DA$  ។
- ខ.** កម្មន្តសរុបក្នុងបម្លែងបិទ។
- គ.** កម្ដៅដែលទទួលបានក្នុងបម្លែងបិទ។

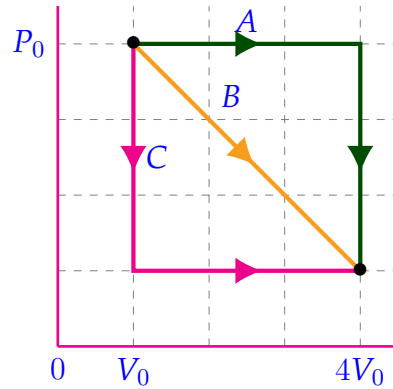


- ៣៥.** ឧស្ម័នមួយស្ថិតក្នុងស៊ីឡាំងបិទជិតដោយពីស្ដុងដែលអាចផ្លាស់ទីដោយគ្មានកកិត និងស្ថិតក្រោមសម្ពាធបរិយាកាស។ នៅពេលដែលកម្ដៅ  $254kcal$  ត្រូវបានផ្តល់ឲ្យឧស្ម័ន មានរបស់វាកើនឡើងពី  $12.0m^3$  ទៅដល់  $16.2m^3$  ។
- ក.** គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន។
- ខ.** គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។

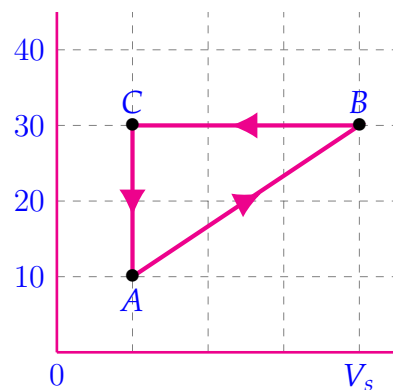
- ៣៦.** គេបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពអេល្យូមដែលមានមាឌដើម  $1.0m^3$  នៅសីតុណ្ហភាព  $0^{\circ}C$  និងសម្ពាធថេរ  $1.0atm$  រហូតដល់ត្រឹមមាឌ  $0.75m^3$  ។ គណនាបរិមាណកម្ដៅ។

៣៧. ដូចបង្ហាញក្នុងរូប ឧស្ម័នរីកមាឌពី  $V_0$  ទៅ  $4V_0$  ហើយសម្ពាធច្យចុះពី  $P_0$  ទៅ  $P_0 = \frac{P_0}{4}$  ។ គេដឹងថា  $V_0 = 1.0m^3$  ហើយ  $P_0 = 40Pa$  ។ ចូរគណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័នប្រសិនបើសម្ពាធនិងមាឌឧស្ម័នប្រែប្រួល ។

- ក. តាមគន្លង (A) ។
- ខ. តាមគន្លង (B) ។
- គ. តាមគន្លង (C) ។



៣៨. ឧស្ម័នមួយនៅក្នុងធុងបិទជិត ដំណើរការក្នុងវដ្តដូចបង្ហាញក្នុងលើក្រាប  $P - V$  ។ មាត្រដ្ឋានដេកកំណត់ឲ្យតម្លៃ  $V_s = 4.0m^3$  និងមាត្រដ្ឋានឈរកំណត់ឲ្យសម្ពាធគិតជា  $(N/m^2)$  ។ គណនាថាមពលកម្ដៅក្នុងមួយដំណើរការពេញនៃវដ្ត ។



៣៩. គេធ្វើកម្មន្តលើប្រព័ន្ធមួយ  $200J$  ហើយកម្ដៅ  $70.0cal$  ត្រូវបានភាយចេញពីប្រព័ន្ធ ។ ដោយប្រើច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិច:

- ក. ទាញរកកម្មន្ត ( $W$ ) ដោយបញ្ជាក់សញ្ញា និងពន្យល់ហេតុផល ។
- ខ. កំណត់សញ្ញា ( $Q$ ) ព្រមទាំងពន្យល់ហេតុផល ។
- គ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ( $\Delta U$ ) ។ តើថាមពលក្នុងច្យចុះ ឬកើនឡើង?

៤០. ក. ពិស័រតំហាត់ប្រាណតាមបណ្តោយឆ្នេរសមុទ្រដោយបំពេញកម្មន្ត  $4.3 \times 10^5 J$  និងបញ្ចេញកម្ដៅ  $3.8 \times 10^5 J$  ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង ក្នុងខ្លួនពិស័រ ។

ខ. បើនាងប្តូរពីរតមកដើរវិញ នោះនាងបញ្ចេញកម្ដៅអស់  $1.2 \times 10^5 J$  និងថាមពលក្នុងច្យចុះអស់  $2.6 \times 10^5 J$  ។ តើកំឡុងពេលដើរ ពិស័របំពេញកម្មន្តបានប៉ុន្មាន?

៤១. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម  $0.5mol$  នៅសីតុណ្ហភាព  $310K$  ។

ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពថេរ ឧស្ម័នរីកមាឌពី  $310dm^3$  រហូតដល់  $450dm^3$  ។ គេឲ្យ:  $\ln(1.45) = 0.37$

- ក. គណនាកម្មន្តដែលប្រព័ន្ធបញ្ចេញ ។
- ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន ។
- គ. គណនា កម្ដៅ ស្រូប ដោយ ឧស្ម័ន ក្នុង ពេល បម្រែបម្រួលមាឌ ។

៤២. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធក្នុងករណីនីមួយៗ ដូចខាងក្រោម:

- ក. ប្រព័ន្ធស្រូបកម្ដៅ  $500cal$  និងបញ្ចេញកម្មន្ត  $400J$  ។
- ខ. ប្រព័ន្ធស្រូមកម្ដៅ  $300cal$  និងរងកម្មន្ត  $420J$  ។
- គ. ប្រព័ន្ធផ្ដាសមាឌមាឌមាឌថេរ និងបំភាយកម្ដៅអស់  $1200cal$  ។



៤៣. ឧស្ម័នក្នុងធុងមួយមានសម្ពាធន  $1.50 \text{ atm}$  និងមានមាឌ  $4.00 \text{ m}^3$  ។ គណនាកម្មន្ត៖

ក. បើឧស្ម័នរីកមាឌពីរដងនៃមាឌដើម និងរក្សាសម្ពាធថេរ។

ខ. បើគេបណ្តែនឧស្ម័នមក  $\frac{1}{4}$  នៃមាឌដើម និងសម្ពាធថេរ។

៤៤. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានបង្រួមដោយសម្ពាធថេរ  $0.8 \text{ atm}$  ពីមាឌ  $9.0 \text{ L}$  ទៅ  $2.0 \text{ L}$  ។ ក្នុងលំនាំនេះឧស្ម័នបញ្ចេញកម្ដៅ  $400 \text{ J}$  ។ គណនា៖

ក. កម្មន្តនៃដំណើរការរបស់ឧស្ម័ន។

ខ. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន។

៤៥. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសីតុណ្ហភាពដើម  $300 \text{ K}$  រងបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចតាមលំនាំអ៊ីសូបារពីមាឌ  $1.00 \text{ m}^3$  ទៅ  $3.00 \text{ m}^3$  នៅសម្ពាធន  $2.50 \text{ kPa}$  ។ កម្ដៅ  $12.5 \text{ kJ}$  ត្រូវបានស្រូបដោយឧស្ម័ន។

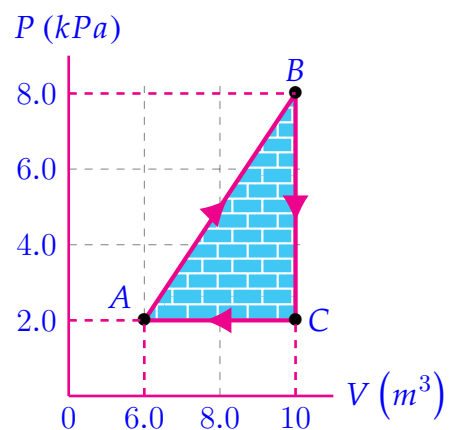
ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ឧស្ម័ន។

ខ. សីតុណ្ហភាពចុងក្រោយរបស់ឧស្ម័ន។

៤៦. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានឆ្លងកាត់នៃវដ្តដំណើរការដូចរូប។

ក. គណនាថាមពលកម្ដៅសរុបក្នុងបម្លែងបិទ។

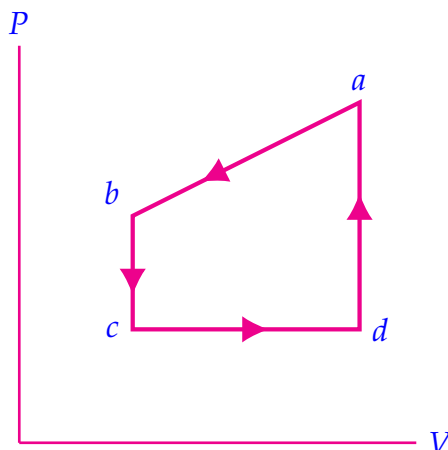
ខ. បើឧស្ម័នប្រព្រឹត្តក្នុងវដ្តបញ្ច្រាស  $ACBA$  វិញ។  
គណនាថាមពលកម្ដៅសរុបក្នុងវដ្តបញ្ច្រាស។



៤៧. ក្នុងរូបបង្ហាញពីវដ្តនៃឧស្ម័ន។ បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នក្នុងលំនាំពី  $a \rightarrow c$  តាមគន្លង  $abc$  គឺ  $-200 \text{ J}$  ។ ថាមពល  $180 \text{ J}$  ត្រូវបានផ្តល់ជាកម្ដៅក្នុងលំនាំពី  $c \rightarrow d$  ។

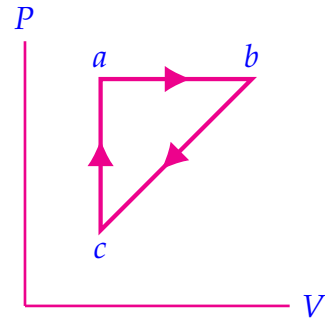
ម្យ៉ាងទៀតថាមពល  $80 \text{ J}$  ត្រូវបានផ្តល់ជាកម្ដៅក្នុងលំនាំពី  $d \rightarrow a$  ។

ចូរគណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំពី  $c \rightarrow d$  ។



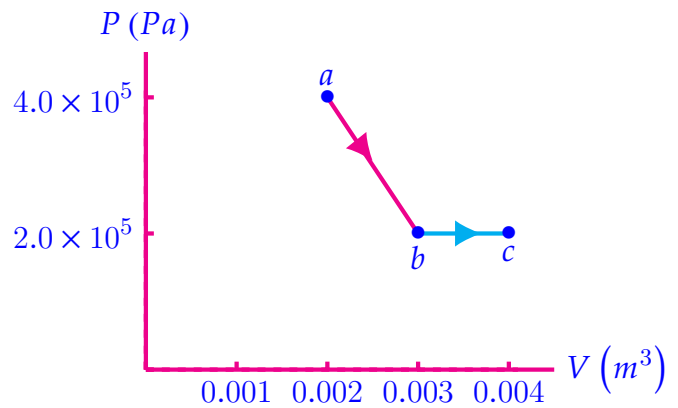
៤៨. ឧស្ម័នមួយត្រូវបានដាក់ឲ្យដំណើរការក្នុងវដ្ត  $abca$  ដូចបង្ហាញក្នុងដ្យាក្រាម  $(P - V)$  ។ កម្មន្តសរុបក្នុងបម្លែងបិទ គឺ  $1.2J$  ។ ក្នុងលំនាំ  $ab$  បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងមានតម្លៃ  $3.0J$  និងកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នគឺ  $5.0J$  ។ ក្នុងលំនាំ  $ca$  ថាមពល  $2.5J$  ត្រូវបានផ្តល់ជាកម្ដៅ ។ ចូរគណនាថាមពលកម្ដៅ:

- ក. ក្នុងលំនាំ  $ab$  ។
- ខ. ក្នុងលំនាំ  $bc$  ។



៤៩. កន្លះម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានដំណើរការពីភាព  $a$  ទៅភាព  $c$  ដូចបង្ហាញក្នុងរូប ។

- ក. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័ន ។
- ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើលើ ឬធ្វើដោយ ឧស្ម័ន ដែលចេញពីភាព  $a$  ទៅ  $c$  ។
- គ. តើកម្ដៅត្រូវបានភាយចេញពីប្រព័ន្ធ ឬស្រូបចូល ប្រព័ន្ធក្នុងដំណើរការនេះ? តើបរិមាណកម្ដៅមានតម្លៃប៉ុន្មាន? ចូរពន្យល់ ។



៥០. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានកំដៅក្រោមសម្ពាធចេរ ពី  $27^{\circ}C$  ទៅ  $107^{\circ}C$  ។

- ក. គូសដ្យាក្រាម  $P - V$  សម្រាប់ដំណើរការនេះ ។
- ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដោយឧស្ម័ន ។

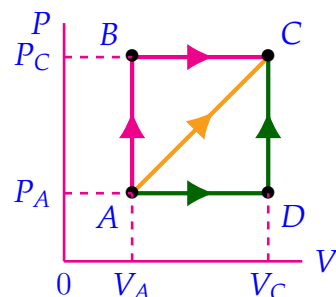
៥១. ប្រាំមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយស្ថិតនៅក្នុងស៊ីឡាំងបិទជិតដោយពីស្តុងដែលអាចចល័តបាន ។ នៅភាពដើម សីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នគឺ  $27.0^{\circ}C$  និងស្ថិតក្រោមសម្ពាធចេរ ។ គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័នបន្ទាប់ពីវាបានធ្វើកម្មន្ត  $1.75 \times 10^3 J$  ។

៥២. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានបង្រួមមាឌដោយដាក់ក្នុងស៊ីឡាំងមួយ ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពចេរ  $85^{\circ}C$  រហូតដល់សម្ពាធដើមរបស់វាកើនឡើងបីដង ។

- ក. គូសដ្យាក្រាម  $P - V$  សម្រាប់ដំណើរការនេះ ។
- ខ. គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន ។

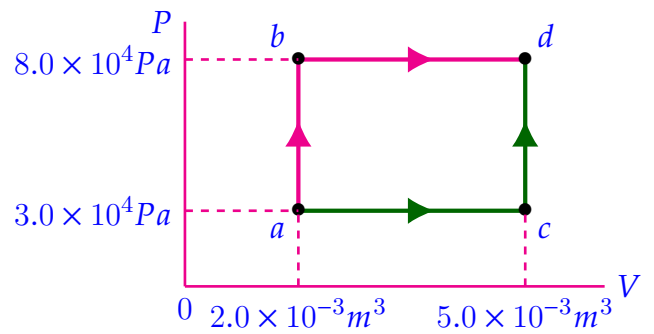
៥៣. ចូរសរសេរទំនាក់ទំនងកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នចេញពីភាព  $(A) \rightarrow (C)$  (ក្នុងរូប) ក្នុងករណី:

- ក. ឧស្ម័នដំណើរការតាមគន្លង  $ADC$  ។
- ខ. ឧស្ម័នដំណើរការតាមគន្លង  $ABC$  ។
- គ. ឧស្ម័នដំណើរការតាមគន្លងត្រង់  $AC$  ។

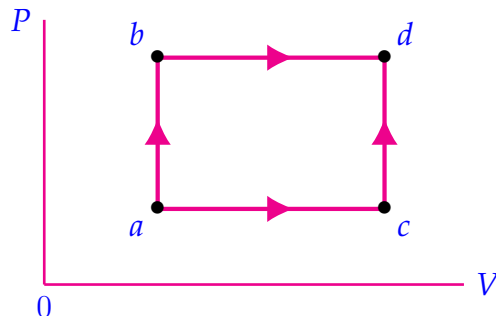


៥៤. តាមដ្យាក្រាមដូចរូប បង្ហាញពីដំណើរការនៃបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិច ដែលគន្លង  $ab$  មានកម្ដៅ  $150J$  ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ និងគន្លង  $bd$  មានកម្ដៅ  $600J$  ត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធ។ គណនា:

- ក. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង តាមគន្លង  $ab$  ។
- ខ. បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង តាមគន្លង  $abd$  ។
- គ. បរិមាណកម្ដៅសរុប តាមគន្លង  $acd$  ។



៥៥. ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិចមួយត្រូវបានដំណើរការពីភាព  $a$  ទៅភាព  $c$  ដូចបង្ហាញក្នុងរូប ដែលគន្លង  $abc$  ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត  $450J$  និង  $adc$  ប្រព័ន្ធធ្វើកម្មន្ត  $120J$  ។ ថាមពលក្នុងតាមភាពនីមួយៗគឺ  $U_a = 150J$ ,  $U_b = 240J$ ,  $U_c = 680J$  និង  $U_d = 330J$  ។ គណនាបរិមាណកម្ដៅស្រូបតាមគន្លងទាំងបួនគឺ  $ab$ ,  $bc$ ,  $ad$  និង  $dc$  ។



៥៦. ពីរម៉ូលនៃឧស្ម័នម៉ូណូអាតូមមួយដំណើរការក្នុងស៊ីត (វដ្ត)  $abc$  ។ ដើម្បីបំពេញមួយស៊ីតនៃដំណើរការនេះ មាន  $800J$  នៃថាមពលកម្ដៅត្រូវបានភាយចេញពីឧស្ម័ន ដែលដំណើរការ  $ab$  ស្ថិតក្រោមសម្ពាធចេរ និងដំណើរការ  $bc$  ស្ថិតក្រោមមាឌថេរ។ ត្រង់ភាព  $a$  និង  $b$  មានសីតុណ្ហភាព  $T_a = 200K$  និង  $T_b = 300K$  ។

- ក. គូសដ្យាក្រាម  $PV$  តាងដំណើរការនៃស៊ីតនេះ។
- ខ. គណនាកម្មន្តរបស់ដំណើរការ  $ca$  ។

៥៧. ក្នុងម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ីតមួយ ខ្យល់ក្នុងស៊ីឡាំងប្រហែលស្តង់ដាសម្ពាធនិងសីតុណ្ហភាព ត្រូវបានបណ្តែនដោយពីស្តង់ដាទៅដល់  $1/6$  នៃមាឌដើម និងសម្ពាធប្រហែល  $50atm$  ។ តើសីតុណ្ហភាពខ្យល់ដែលបានបណ្តែនស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

៥៨. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង និងបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពសម្រាប់ពីរលំដាប់នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម  $1.0mol$  ៖

- ក.  $1500J$  នៃកម្ដៅត្រូវបានផ្តល់ទៅឲ្យឧស្ម័ន និងឧស្ម័នមិនបានធ្វើកម្មន្ត ហើយក៏គ្មានកម្មន្តធ្វើមកលើប្រព័ន្ធដែរ។
- ខ.  $1500J$  នៃកម្មន្តបានធ្វើមកលើឧស្ម័ន និងគ្មានកម្ដៅត្រូវបានផ្តល់ឲ្យ ឬយកចេញពីឧស្ម័នទេ។

៥៩.  $500J$  នៃកម្ដៅត្រូវបានផ្តល់ទៅឲ្យ  $2mol$  នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូម មានសីតុណ្ហភាពដើម  $500K$  ខណៈដែលឧស្ម័នធ្វើកម្មន្ត  $7500J$  ។ តើសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័នស្មើនឹងប៉ុន្មាន?

៦០. សីតុណ្ហភាព  $5.0mol$  នៃឧស្ម័នអាក្រុងត្រូវបានថយពី  $300K$  មក  $250K$  ។

- ក. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។
- ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុល (អាតូម) អាក្រុង។

៦១. ក្នុងស្ថានភាពនីមួយៗដូចខាងក្រោម ចូររកបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ៖

- ក. ប្រព័ន្ធនោះទទួលកម្ដៅ  $500cal$  ហើយនៅពេលជាមួយគ្នានោះវាធ្វើកម្មន្ត  $400J$  ។
- ខ. ប្រព័ន្ធនោះទទួលកម្ដៅ  $300cal$  ហើយនៅពេលជាមួយគ្នានោះកម្មន្ត  $420J$  បានធ្វើមកលើប្រព័ន្ធ ។
- គ. កម្ដៅ  $1200cal$  ត្រូវបានដកចេញពីឧស្ម័ន គេឃើញមានឧស្ម័ន ។ គេឲ្យ:  $1cal = 4.2J$

៦២. ក. ក្នុងលំនាំមួយ  $600J$  នៃកម្ដៅត្រូវបានផ្តល់ទៅឲ្យប្រព័ន្ធខណៈដែលប្រព័ន្ធថ្វើកម្មន្តស្មើនឹង  $9000J$  ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

- ខ. ក្នុងលំនាំមួយ  $675J$  នៃកម្ដៅត្រូវបានស្រូបដោយប្រព័ន្ធមួយ ខណៈ  $290J$  នៃកម្មន្តត្រូវបានធ្វើមកលើប្រព័ន្ធ ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ ។

៦៣. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសីតុណ្ហភាពថេរ  $T = 300K$  ក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមានពី  $V_1 = 0.31m^3$  ទៅ  $V_2 = 0.45m^3$  គេដឹងថា ឧស្ម័នមាន  $n = 0.5mol$  ។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញក្នុងពេលបម្រែបម្រួលមាននេះ ។ យក  $\ln(0.31) = -0.17$  ;  $\ln(0.45) = -0.79$  ;  $\ln(1.45) = 0.37$

៦៤. គណនាមាឌស្រេចនៃមួយម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនៅភាពងើមវាមានសីតុណ្ហភាព  $0^{\circ}C$  និងសម្ពាធ  $1.0atm$  ។ ប្រសិនបើវាស្រូប  $2000cal$  នៃថាមពលកម្ដៅអំឡុងពេលវេស៊ីប៊ីកអ៊ីសូទែម ។ យក  $1cal = 4.19J$  ;  $e^{3.69} = 40$  ;  $1.0atm = 1.013 \times 10^5 Pa$

៦៥. អំឡុងពេលបណ្តែនមាឌ ក្រោមសីតុណ្ហភាពថេរ  $250Pa$  មាឌនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនោះថយចុះពី  $0.80m^3$  មក  $0.20m^3$  ។ សីតុណ្ហភាពដើមរបស់វាគឺ  $360K$  និងឧស្ម័នបាត់បង់កម្ដៅ  $210J$  ។

- ក. តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?
- ខ. គណនាសីតុណ្ហភាពស្រេចនៃឧស្ម័ន ។

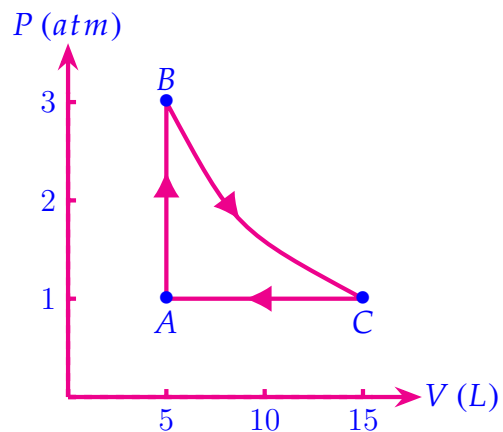
៦៦. បីម៉ូលនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមមួយស្ថិតក្រោមសីតុណ្ហភាព  $345K$  ដោយ  $2438J$  នៃកម្ដៅត្រូវបានផ្តល់ទៅឲ្យឧស្ម័ន និង  $962J$  នៃកម្មន្តត្រូវបានធ្វើលើវា ។ តើសីតុណ្ហភាពស្រេចរបស់ឧស្ម័នមានតម្លៃប៉ុន្មាន ?

៦៧. ប្រព័ន្ធមួយឡើងកម្ដៅ  $2780J$  នៅក្រោមសម្ពាធថេរ  $1.26 \times 10^5 Pa$  និងថាមពលក្នុងរបស់វាកើនបាន  $3990J$  ។ តើបម្រែបម្រួលមាឌនៃប្រព័ន្ធស្មើនឹងប៉ុន្មាន ហើយវាកើនឡើង ឬថយចុះ ?

៦៨. ប្រព័ន្ធមួយឡើងកម្ដៅ  $1500J$  ខណៈដែលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើនបាន  $4500J$  និងមាឌថយចុះបាន  $0.010m^3$  ។ សន្មតថា សម្ពាធនៃប្រព័ន្ធថេរ ។ គណនាតម្លៃនៃសម្ពាធនោះ

៦៩. ឧស្ម័នគំរូម៉ូណូអាតូមមួយ ដូចបង្ហាញក្នុងដ្យាក្រាម  $PV$  ខាងក្រោម គឺនៅត្រង់  $A$  មានសីតុណ្ហភាព  $300K$  ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$

- ក. រកចំនួនម៉ូលរបស់ឧស្ម័នគំរូនេះ ។
- ខ. រកសីតុណ្ហភាពត្រង់  $B$ ,  $C$  និងមាឌត្រង់  $C$  ។
- គ. តម្រូវចាត់ទុកថាយើងមានលំនាំពី  $A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$  និង  $C \rightarrow A$  ។ ចូរដាក់ឈ្មោះឲ្យលំនាំនីមួយៗ ។
- ឃ. គណនាកម្មន្តសរុបនៃលំនាំ ។  
គេឲ្យ:  $\ln(0.005) = -5.29$   
 $\ln(0.015) = -4.19$  ;  $\ln(3) = 1.09$



**៧០.** ឧស្ម័នមួយស្ថិតក្រោមលំនាំពីរគឺ លំនាំទី១ មានម៉ាស់នៅ  $0.200m^3$  និងសម្ពាធកើនពី  $2.00 \times 10^5 Pa$  ទៅ  $5.00 \times 10^5 Pa$  ។ លំនាំទី២ គឺបណ្តែនមានដល់  $0.120m^3$  នៅសម្ពាធមើ  $5.00 \times 10^5 Pa$  ។

**ក.** គូសដ្យាក្រាម  $PV$  បង្ហាញលំនាំទាំងពីរ។

**ខ.** គណនាកម្មន្តសរុបដែលធ្វើដោយឧស្ម័នក្នុងលំនាំទាំងពីរ។

**៧១.** សីតុណ្ហភាពនៃ  $3mol$  របស់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធម៉ូណូអាតូមមួយត្រូវបានកាត់បន្ថយពីសីតុណ្ហភាពពី  $T_i = 540K$  មក  $350K$  តាមវិធីពីរផ្សេងគ្នា។ វិធីទី១ កម្ដៅ  $5500J$  ផ្តល់ទៅឲ្យឧស្ម័ន។ វិធីទី២ កម្ដៅ  $1500J$  ផ្តល់ទៅឲ្យឧស្ម័ន។ ក្នុងករណីនីមួយៗ ចូរគណនា:

**ក.** បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។

**ខ.** កម្មន្តសរុបធ្វើដោយឧស្ម័ន។

**៧២.**  $2mol$  នៃឧស្ម័នម៉ូណូអាតូមអាក្រក់ (Ar) រីកតាមលំនាំអ៊ីសូទែមនៅសីតុណ្ហភាព  $298K$  ពីមាឌដើម  $V_i = 0.025m^3$  ទៅមាឌស្រេច  $V_f = 0.050m^3$ ។ សន្មតថា អាក្រក់ជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ចូរគណនា:

**ក.** កម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ន។

**ខ.** បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។

**គ.** កម្ដៅដែលបានផ្តល់ឲ្យឧស្ម័ន។

**៧៣.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយស្ថិតក្រោមលំនាំដែលបណ្តែនតាមអ៊ីសូទែមពីមាឌដើម  $4.00m^3$  ទៅមាឌស្រេច  $3.00m^3$ ។ គេដឹងថា ឧស្ម័នមាន  $3.50mol$  និងសីតុណ្ហភាពរបស់វាគឺ  $10.0^{\circ}C$ ។

**ក.** គណនាកម្មន្តធ្វើដោយឧស្ម័ន។

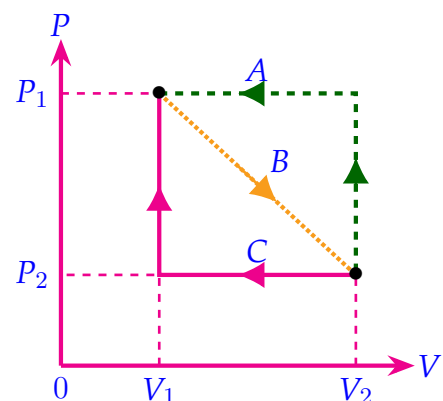
**ខ.** គណនាកម្ដៅដែលផ្តល់រវាងឧស្ម័ន និងមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ។

**៧៤.** ឧស្ម័នគំរូ (Sample) មួយរីកមាឌពី  $V_1 = 1.0m^3$  និង  $P_1 = 40Pa$  ទៅ  $V_2 = 4.0m^3$  និង  $P_2 = 10Pa$  តាមគន្លង B ដ្យាក្រាម  $P - V$  ដូចក្នុងរូប។ វាបានបណ្តែនត្រឡប់មក  $V_1$  វិញតាមគន្លង A ឬគន្លង C វិញ។

គណនាកម្មន្តសរុបដែលឧស្ម័នបានបំពេញ:

**ក.** តាមគន្លង BA។

**ខ.** តាមគន្លង BC។



**៧៥.** ស៊ីឡាំងនៃម៉ាស៊ីនមួយមានមុខកាត់  $A = 1.0dm^3$ ។ នៅភាពដើមឧស្ម័នមួយមានមាឌ  $V_1 = 0.2dm^3$ ។ ក្រោមសម្ពាធមើ  $P = 7.5 \times 10^5 Pa$  ឧស្ម័នធ្វើកម្មន្តទៅលើពីស្តុងឲ្យផ្លាស់ទីបានចម្ងាយ  $\Delta x = 0.4dm$ ។

**ក.** គណនាបម្រែបម្រួលមាឌក្នុងពេលដែលឧស្ម័នបំពេញកម្មន្ត។

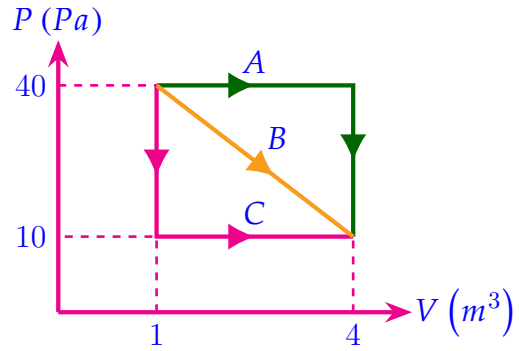
**ខ.** គណនាមាឌស្រេច។

**គ.** គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័ន។

**៧៦.** ឧស្ម័នមួយរីកមាឌពី  $300dm^3$  ទៅ  $1000dm^3$  និងសម្ពាធកើនពី  $20MPa$  ទៅដល់  $40MPa$ ។ គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន រួចគូសដ្យាក្រាម  $P - V$  បញ្ជាក់បម្លែងនេះ។

៧៧. ឧស្ម័នគំរូមួយរីកមាឌពី  $1m^3$  ទៅ  $4m^3$  នៅពេលដែលសម្ពាធជាថយចុះពី  $40Pa$  ទៅ  $10Pa$  ។ គណនាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័នតាមគន្លងនីមួយៗដូចបង្ហាញក្នុងរូប៖

- ក. គន្លង A
- ខ. គន្លង B
- គ. គន្លង C



៧៨. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធ  $2mol$  នៅសីតុណ្ហភាព  $0^{\circ}C$  ត្រូវបានធ្វើបម្លែងអ៊ីសូទែមពីមាឌ  $V_A = 5L$  ទៅ  $V_B = 10L$  រួចកម្ដៅដោយមាឌថេររហូតសម្ពាធចុះអស់ពាក់កណ្តាលបន្ទាប់មកបណ្តែនតាមលំនាំអ៊ីសូបាររហូតដល់មាឌ  $5L$  វិញធ្វើឲ្យឧស្ម័នទៅដល់សីតុណ្ហភាពដើមវិញដោយមាឌថេរ។

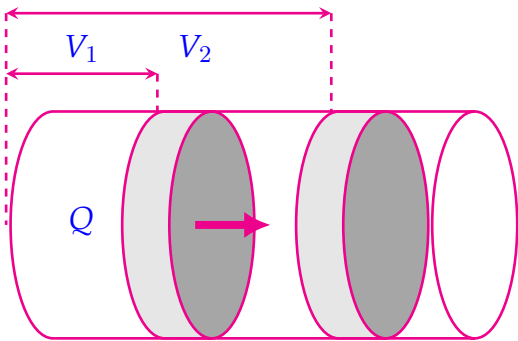
- ក. តាមដ្យាក្រាម PV គូសខ្សែកោងតាងលំនាំបួននៃបម្រែបម្រួលភាពនៃឧស្ម័ននេះ។
- ខ. គណនាសម្ពាធត្រង់ភាព A និង B ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$
- គ. គណនាកម្មន្តដែលឧស្ម័នបានបំពេញក្នុងបម្លែងបិទនេះ។

៧៩. ក្នុងស៊ីឡាំងមួយមានឧស្ម័នបរិសុទ្ធ  $1.5mol$  នៅសីតុណ្ហភាព  $37^{\circ}C$  ។ ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាពដដែលឧស្ម័នបានរីកមាឌពី  $450dm^3$  ទៅ  $600dm^3$  ។

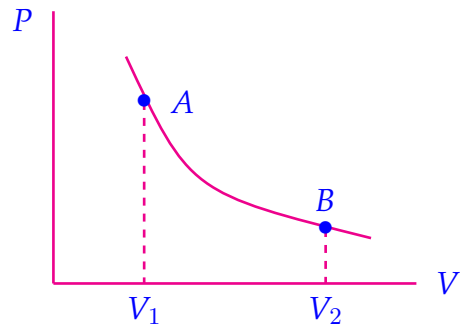
- ក. គណនាកម្មន្តដែលបំពេញក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ។ គេឲ្យ:  $R = 8.31J/mol \cdot K$
- ខ. គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័ន។
- គ. រកកម្ដៅដែលស្រូបដោយប្រព័ន្ធក្នុងរយៈពេលបម្រែបម្រួលមាឌ។

៨០. នៅក្នុងស៊ីឡាំងដែលមានពីស្តុងចល័តគេដាក់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមាន  $nmol$  ។ គេផ្តល់កម្ដៅ Q ឲ្យប្រព័ន្ធ ឧស្ម័នបានរីកមាឌពី  $V_1$  ទៅ  $V_2$  ដោយរក្សាសីតុណ្ហភាព T ដដែលដូចរូប។ កម្មន្តដែលបានបំពេញដោយប្រព័ន្ធក្នុងពេលរីកមាឌនេះគឺ  $500J$  ។

- ក. តើបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធមានតម្លៃប៉ុន្មាន?
- ខ. គណនាកម្ដៅដែលផ្តល់ឲ្យប្រព័ន្ធ។



(ក). ស៊ីឡាំង



(ខ). ដ្យាក្រាម P - V

៨១. គេបញ្ចុះសីតុណ្ហភាពអេល្យូមដែលមានមាឌដើម  $1.0m^3$  នៅសីតុណ្ហភាព  $0^{\circ}C$  និងសម្ពាធថេរ  $1.0atm$  រហូតដល់ត្រឹម  $0.75m^3$  ។ គណនាបរិមាណកម្ដៅភាយចេញ។



**៨២.** ទឹកដែលមានម៉ាស់  $1kg$  នៅសីតុណ្ហភាព  $100^{\circ}C$  មានមាឌប្រហែល  $1 \times 10^{-3}m^3$  ។ ក្នុងដំណើរការមួយគេដឹងថា ចំហាយទឹកនៅ ពេលកម្ដៅនៅសីតុណ្ហភាពនេះ និងសម្ពាធបរិយាកាសគំរូមានមាឌ  $1.671m^3$  ។

**ក.** គណនាកម្មន្តដែលបានធ្វើដើម្បីបញ្ជូនកម្ដៅទៅបរិយាកាសវិញ ។

**ខ.** គណនាកំណើនថាមពលក្នុងពេលអង្គធាតុរាវផ្លាស់ប្តូរភាពទៅជាចំហាយទឹក បើចំហាយទឹកមានកម្ដៅឡាតង់  $L = 540kcal/kg$  ។

**៨៣.** មួយក្រាមនៃទឹក ( $1cm^3$ ) ក្លាយជាចំហាយទឹក  $1671cm^3$  ពេលវាពុះក្រោមសីតុណ្ហភាពថេរ  $1atm$  ( $1.013 \times 10^5 Pa$ ) ។ កម្ដៅឡាតង់នៃចំហាយទឹកគឺ  $L_V = 2.256 \times 10^6 J/kg$  ។ ចូរគណនា:

**ក.** កម្មន្តដែលបានធ្វើដោយចំហាយទឹក ។

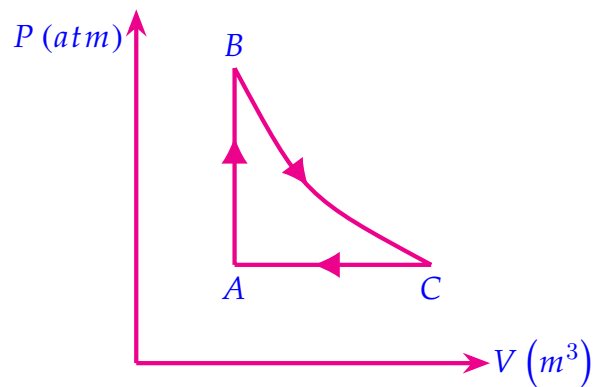
**ខ.** កំណើនថាមពលក្នុងរបស់វា ។

**៨៤.** គេមានឧស្ម័នអេល្យូម  $1.00kmol$  ឆ្លងកាត់វដ្តនៃដំណើរការម៉ាស៊ីនមួយដែលបង្ហាញតាមដ្យាក្រាមដូចរូប ។  $BC$  គឺជាលំនាំអ៊ីសូទែម និង  $P_A = 1.00atm$ ,  $V_A = 22.4m^3$ ,  $P_B = 2.00atm$  ។

គេចាត់ទុកឧស្ម័ននេះជាឧស្ម័នបរិសុទ្ធ ។

**ក.** គណនាសីតុណ្ហភាព  $T_A$ ,  $T_B$  និងមាឌ  $V_C$  ។

**ខ.** គណនាកម្មន្តដែលផ្តល់ឲ្យមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ ។

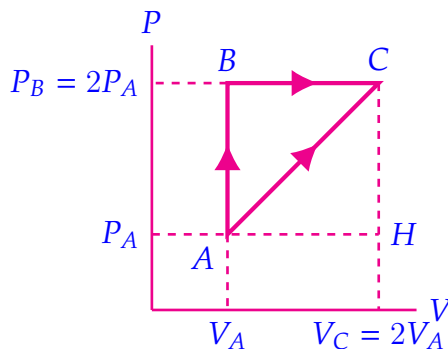


**៨៥.** ឧស្ម័នម៉ូណូអាតូម  $nk mol$  មានដំណើរការស៊ីស្តាទិចពីភាព  $A$  ទៅភាព  $C$  តាមផ្លូវត្រង់ដូចបង្ហាញក្នុងរូប ។

**ក.** គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន កំណើនថាមពលក្នុង និងកម្ដៅដែលត្រូវផ្តល់ឲ្យឧស្ម័នជាអនុគមន៍នៃ  $P_A$  និង  $V_A$  ក្នុងដំណើរការនេះ ។

**ខ.** គណនាកម្មន្តដែលបានបំពេញដោយឧស្ម័ន កំណើនថាមពលក្នុង និងកម្ដៅដែលត្រូវផ្តល់ឲ្យឧស្ម័នជាអនុគមន៍នៃ  $P_A$  និង  $V_A$  បើសិនឧស្ម័នដំណើរការតាមលំនាំកាស៊ីស្តាទិចពីភាព  $A$  ទៅភាព  $C$  តាមផ្លូវ  $ABC$  ។

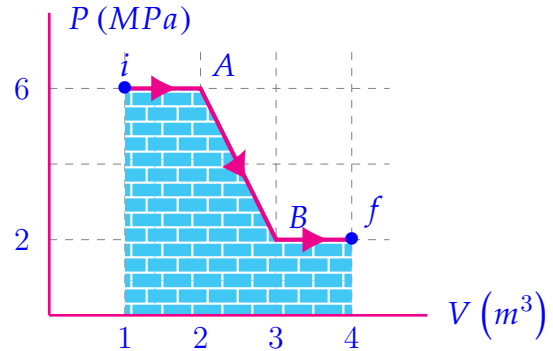
**គ.** ចូរបង្ហាញពីលក្ខណៈដូចគ្នា និងលក្ខណៈខុសគ្នារវាងចម្លើយក្នុងសំណួរ “ក” និង សំណួរ “ខ” ។



**៨៦.** ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌុលអាមិចមួយ ប្រព្រឹត្តិទៅក្នុងលំនាំមួយដែលធ្វើឲ្យថាមពលក្នុងថយចុះ  $500J$  ពេលគេផ្តល់កម្មន្ត  $220J$  ដល់ប្រព័ន្ធ ។ គណនាថាមពលកម្ដៅដែលបញ្ជូន ។

**៨៧.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានដាក់ក្នុងស៊ីឡាំងបិទជិតដោយពិស្តុងដែលអាចចល័តបាន។ ពិស្តុងមានម៉ាស់  $m$  និងមុខកាត់  $A$  អាចចល័ត ចុះឡើងដោយសេរី និងរក្សាមាឌថេរជានិច្ច។ គណនាកម្មន្តដែលត្រូវការដើម្បីតម្លើងឧស្ម័នចំនួន  $n$  ម៉ូលពីសីតុណ្ហភាព  $T_1 \rightarrow T_2$  ។

**៨៨.** គណនាកម្មន្តដែលធ្វើលើឧស្ម័នដើម្បីពង្រីកមាឌពីភាព  $i$  ដល់ភាព  $f$  ដូចរូប។ គណនាកម្មន្តដែលត្រូវការដើម្បីបង្រួមមាឌឧស្ម័នពីភាព  $f$  ដល់ភាព  $i$  ។



**៨៩.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានដាក់ក្នុងស៊ីឡាំងបិទជិតដោយពិស្តុងដែលអាចចល័តបានដាក់គ្របផ្នែកលើ។ ពិស្តុងអាចចល័តឡើងចុះដោយសេរីដោយរក្សាសម្ពាធថេរជានិច្ច។ គណនាកម្មន្តដែលត្រូវធ្វើដើម្បីតម្លើងសីតុណ្ហភាពឧស្ម័នដែលមានចំនួន  $0.20\text{mol}$  ពី  $20.0^{\circ}\text{C} \rightarrow 300^{\circ}\text{C}$  ។

**៩០.** ប្រព័ន្ធច្បាប់ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមូលបញ្ចេញថាមពល  $3000\text{J}$  ទៅមជ្ឈដ្ឋានជុំវិញតាមលំនាំអ៊ីសូទែមដល់សម្ពាធចុងក្រោយ  $1.00\text{atm}$  និងមាឌ  $25.0\text{L}$  ។ គណនាមាឌដើមនៃឧស្ម័ន និងសីតុណ្ហភាពនៃឧស្ម័ន។

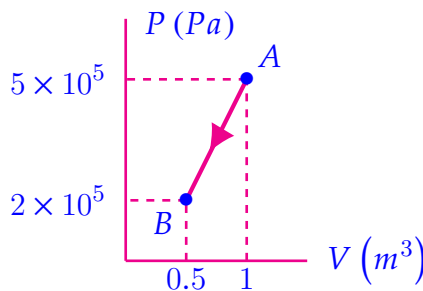
**៩១.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសីតុណ្ហភាពដើម  $300\text{K}$  មានបម្លែងទែម៉ូឌីណាមិចតាមលំនាំអ៊ីសូបារនៅសម្ពាធដើម  $2.5\text{kPa}$  ។ បើមាឌកើនឡើងពី  $1.00\text{m}^3$  ដល់  $3.00\text{m}^3$  និងមានថាមពល  $12.5\text{kJ}$  ត្រូវបានបញ្ជូនទៅឲ្យឧស្ម័នដោយកម្ដៅ។ ចូរគណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង និងសីតុណ្ហភាពចុងក្រោយ។

**៩២.** គេបង្កើនឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយម៉ូលដូចបង្ហាញក្នុងដ្យាក្រាម  $P - V$  (មើលរូប) ។

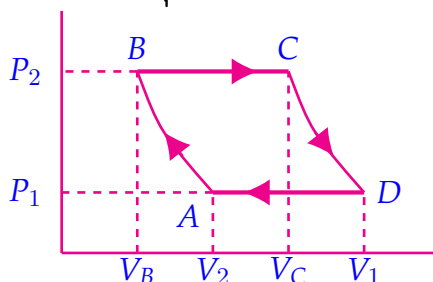
**ក.** តើកម្មន្តដែលធ្វើឡើងដោយឧស្ម័ន វិជ្ជមាន អវិជ្ជមាន ឬសូន្យ?

**ខ.** តើកម្មន្តដែលធ្វើឡើងដោយឧស្ម័ន មានតម្លៃប៉ុន្មាន?

**គ.** តើបម្រែបម្រួលសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នស្មើប៉ុន្មាន?



**៩៣.** ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយត្រូវបានជញ្ជូនឆ្លងតាមវដ្តទែម៉ូឌីណាមិចតាមលំនាំអ៊ីសូបារពីរ និងលំនាំអ៊ីសូទែមពីរដូចបង្ហាញក្នុងរូប។ គណនាកម្មន្តដែលបំពេញដោយឧស្ម័នក្នុងមួយវដ្តពេញ។



# បេរៀនទី ៣ ម៉ាស៊ីន

## ១ លំនាំអាដ្យាបាទិច

### និយមន័យ

លំនាំអាដ្យាបាទិច ជាលំនាំដែលថាមពលកម្ដៅមិនប្តូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ (មិនស្រូប និងមិនបញ្ចេញកម្ដៅ) ឬមានតម្លៃថេរជានិច្ច ( $Q = 0$ ) ។ តាមច្បាប់ទីមួយនៃម៉ូឌីណាមិចយើងបាន:  $W = -\Delta U$  ។

### ឧទាហរណ៍

១. កាលណាខ្សែត្រូវបានបណ្តែនតាមបែបអាដ្យាបាទិច កម្មន្តបានធ្វើទៅលើខ្សែនោះគឺ  $640J$  ។ គណនាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ខ្សែនេះ ។
២. ក្នុងប្រព័ន្ធត្រមោចមួយ បើថាមពលក្នុងថយចុះ  $500J$  តើកម្មន្តដែលបំពេញដោយប្រព័ន្ធនោះស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

## ២ ស៊ីចកាកណ្តា

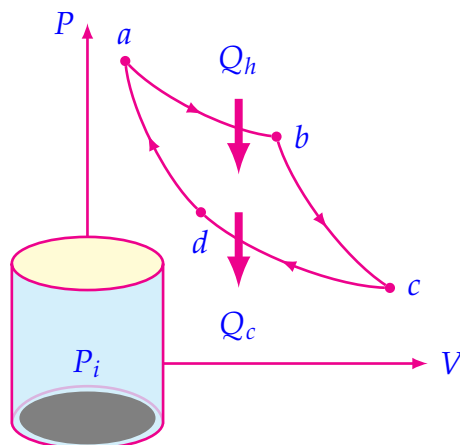
### ក ស៊ីចកាកណ្តា

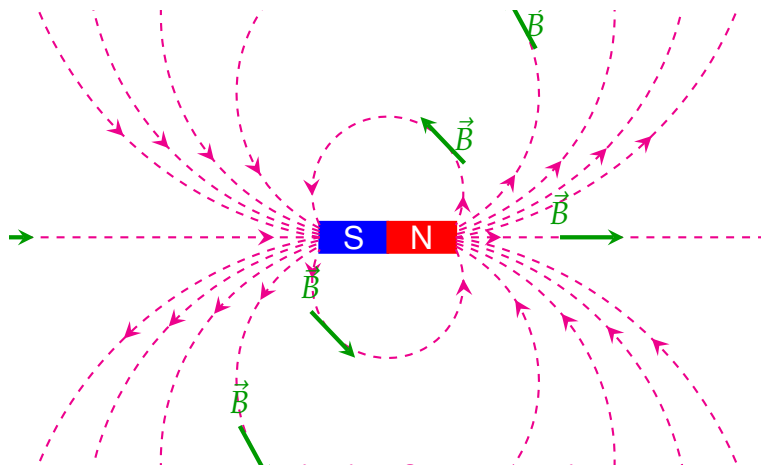
### និយមន័យ

**ស៊ីចកាកណ្តា:** ស៊ីចកាកណ្តាជាលំនាំវេវេស៊ីប នៃម៉ាស៊ីនប្រើកម្ដៅដែលផ្ដើមគំនិតដោយលោក **សាឌីកាណូ** ។

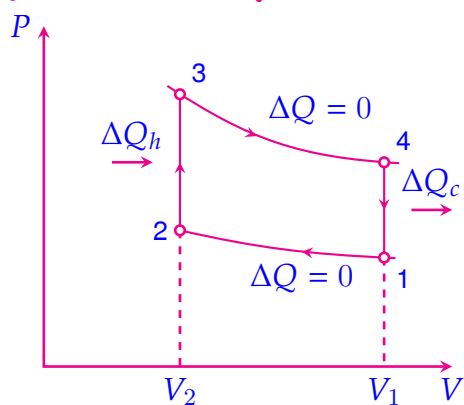
ស៊ីចកាកណ្តា មានបួនដំណាក់កាល:

- **ដំណាក់កាលទី១:** ខ្សែស្រូបកម្ដៅតាមលំនាំអ៊ីសូទែម ។ ខ្សែនរីកមាឌ និងមានសម្ពាធច្យចុះ ។
- **ដំណាក់កាលទី២:** ខ្សែនបន្តរីកមាឌ និងថយចុះសម្ពាធតាមលំនាំអាដ្យាបាទិច ។
- **ដំណាក់កាលទី៣:** ខ្សែនបញ្ចេញកម្ដៅ ពិស្តងធ្លាក់ចុះសង្កត់ខ្សែន ។ ខ្សែនរួមមាឌតាមលំនាំអ៊ីសូទែម ។
- **ដំណាក់កាលទី៤:** ខ្សែនត្រូវបានបណ្តែនតាមលំនាំអាដ្យាបាទិចរហូតដល់ភាពដើមវិញ ។

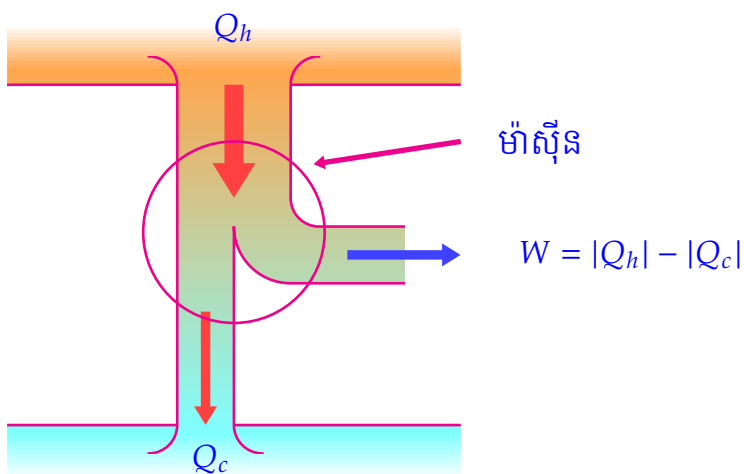




រូបភាព ១. ខ្សែដែនម៉ាញ៉េតិច



ធុងក្ដៅ  $T_h$



ធុងត្រជាក់  $T_c$

រូបភាព ២. គំនូសការបំប្លែងថាមពលកម្ដៅ

