ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

I. ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

- គេអាចចាត់ទុកម៉ូលេគុលនីមួយៗរបស់ឧស្ម័ន ជាចំនុចរូបធាតុព្រោះតែវិមាត្រម៉ូលេគុលនីមួយៗតូចធៀបនឹងលំហអន្តរម៉ូលេគុល ។
- ម៉ូលេគុលទាំងអស់ធ្វើចលនាឥតឈប់ឈរ និងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់ ។ គេសន្មត់ថាម៉ូលេគុលនីមួយៗមានល្បឿនថេរជានិច្ច និងអាចអនុវត្តច្បាប់ញូតុនបានគ្រប់ខណៈពេល ។
- ម៉ូលេគុលនីមួយៗនៃឧស្ម័នមិនមានអំពើលើគ្នាទេ លើកលែងតែខណៈពេលប៉ះគ្នា ។
- គ្រប់ការទង្គិចទាំងអស់របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗជាទង្គិចខ្ទាត ។
- ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗសមាមាត្រនឹងសីតុណ្ហភាព ។

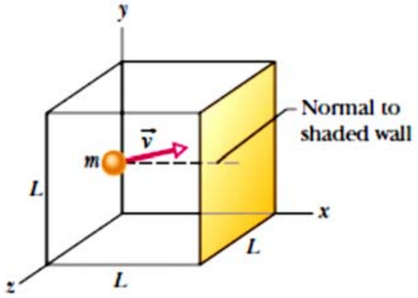
II. សម្ពាធក្នុងទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

យើងសិក្សាចលនាម៉ូលេគុលឧស្ម័នក្នុងធុងមួយ ។ យើងបានសម្ពាធដែលសង្កត់លើផ្ទៃខាងនៃធុងគឺជាផលធៀបរវាងកម្លាំងទង្គិចរបស់ចលនាម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នលើធុង និងផ្ទៃខាងនៃធុង ។

យើងបាន : $P=\frac{F}{A}$ ដែល: F :កម្លាំងទង្គិចសរុបលើធុង (N) និង $A=L^2$:ផ្ទៃខាងនៃធុង (m^2)

ដែល: $\Delta p_x = p_{2x}-p_{1x}=m_o(v_x)-m_o(-v_x)=2m_o v_x$

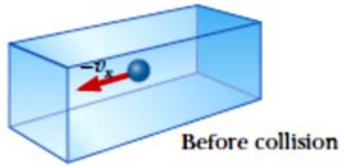
ម្យ៉ាងទៀត: $\Delta p_x = F_1\Delta t \Rightarrow F_1=\frac{\Delta p_x}{\Delta t}=\frac{2m_0 v_x}{\frac{2L}{v_x}}=\frac{m_o v_x^2}{L}$



កម្លាំងទង្គិចសរុបលើធុងគឺ: $F=\frac{m_o}{L}\left(v_{1x}^2+v_{2x}^2+......+v_N^2\right)$

តម្លៃមធ្យមនៃការេល្បឿនតាមអ័ក្ស (ox) គឺ:

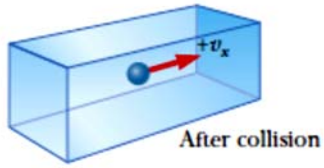
$$\left(v_x^2\right)_{av}=\frac{v_{1x}^2+v_{2x}^2+.....+v_{Nx}^2}{N}$$



នោះគេបានកម្លាំងសរុបលើធុងគឺ: $F=\frac{Nm_o}{L}\left(v_x^2\right)_{av}$

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

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



នាំឲ្យ: $F=\frac{Nm_o}{3}\left(v^2\right)_{av}$

គេបាន: $P=\frac{Nm_o}{3L\times L^2}\left(v^2\right)_{av}=\frac{N}{3V}m_o\left(v^2\right)_{av}=\frac{2}{3}\frac{N}{V}\times\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}=\frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av}$

$$\boxed{P=\frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av}}$$

m_o :ម៉ាសមួយម៉ូលេគុល (kg) , N :ចំនួនម៉ូលេគុល , K_{av} :ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យម (J)

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

ឧទាហរណ៍ទី១. បាឡុងរាងស្វ៊ែមួយមានមាឌ $4.0\times10^{3}cm^{3}$ មានផ្ទុកឧស្ម័នអេល្យូមនៅសម្ពាធ $1.20\times10^{5}Pa$ ។ តើមានចំនួនម៉ូលេគុលអេល្យូមប៉ុន្មាន ប្រសិនបើថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់អាតូមអេល្យូមនីមួយៗគឺ $3.60\times10^{-22}J$?

ចម្លើយ

គណនាចំនួនម៉ូលេគុលរបស់ឧស្ម័នអេល្យូមក្នុងបាឡុង

តាមរូបមន្ត: $P=\frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av} \Rightarrow N=\frac{3PV}{2K_{av}}$

ដោយ: $V=4.0\times10^{3}cm^{3}=4.0\times10^{-3}m^{3}$, $P=1.20\times10^{5}Pa$, $K_{av}=3.60\times10^{-22}J$

គេបាន: $N=\frac{3\times1.20\times10^{5}\times4.0\times10^{-3}}{2\times3.60\times10^{-22}}=\boxed{2\times10^{24}}$

ឧទាហរណ៍ទី២. ធុងមួយមានចំណុះ $5.2L$ មានផ្ទុកឧស្ម័នអ៊ីដ្យូសែនចំនួន 4×10^{25} ម៉ូលេគុល និងមានសម្ពាធ $4.5\times10^{5}Pa$ ។ គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអ៊ីដ្យូសែននីមួយៗ ?

ចម្លើយ

គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ

តាមរូបមន្ត: $P=\frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av} \Rightarrow K_{av}=\frac{3PV}{2N}$

ដោយ: $P=4.5\times10^{5}Pa$, $V=5.2L=5.2\times10^{-3}m^{3}$, $N=4\times10^{25}$

គេបាន: $K_{av}=\frac{3\times4.5\times10^{5}\times5.2\times10^{-3}}{2\times4\times10^{25}}=\boxed{8.775\times10^{-23}J}$

III. ថាមពលស៊ីនេទិច និងសីតុណ្ហភាព

1. សមីការភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

តាមពិសោធន៍បង្ហាញថា:

- សម្ពាធសមាមាត្រនឹងសីតុណ្ហភាព : $P\sim T$
- សម្ពាធសមាមាត្រនឹងចំនួនម៉ូលេគុល : $P\sim N$
- សម្ពាធច្រាសសមាមាត្រនឹងមាឌ : $P\sim\frac{1}{V}$

យើងបាន : $P\sim\frac{NT}{V}$ ឬ $P=k_{B}\frac{NT}{V}$

ដូច្នេះ: $\boxed{PV=Nk_{B}T}$ ឬ $\boxed{PV=nRT}$ (ព្រោះ $N=nN_{A}$, $R=k_{B}N_{A}$)

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

ឧទាហរណ៍ទី៣. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយនៅសីតុណ្ហភាព $10^{\circ}C$, សម្ពាធ $100kPa$ និងមានមាឌ $2.50m^3$ ។

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននេះ ?

ខ. ប្រសិនបើសម្ពាធកើនទៅ $300kPa$ និងសីតុណ្ហភាពកើនទៅ $30^{\circ}C$, តើមាឌនៃឧស្ម័ននេះស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ចម្លើយ

ក. គណនាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ននេះ

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_1V_1 = nRT_1 \Rightarrow n = \dfrac{P_1V_1}{RT_1}$

ដោយ: $P_1 = 100kPa = 10^5 Pa$, $V_1 = 2.50m^3$, $R = 8.31 J/mol\cdot K$, $T_1 = 10^{\circ}C + 273 = 283K$

គេបាន: $n = \dfrac{10^5 \times 2.50}{8.31 \times 283} = \boxed{100mol}$

ខ. គណនាមាឌថ្មីនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធនេះ

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $P_2V_2 = nRT_2 \Rightarrow V_2 = \dfrac{nRT_2}{P_2}$

ដោយ: $P_2 = 300kPa = 3\times 10^5 Pa$, $T_2 = 30^{\circ}C + 273 = 303K$

គេបាន: $V_2 = \dfrac{100 \times 8.31 \times 303}{3 \times 10^5} = \boxed{0.84m^3}$

ឧទាហរណ៍ទី៤. ក្នុងធុងមួយមានឧស្ម័នអុកស៊ីសែនចំនួន $160g$, សម្ពាធ $2.0atm$ និងសីតុណ្ហភាព $300K$ ។ គណនាមាឌរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែននេះ ?

ចម្លើយ

គណនាមាឌរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT$ តែ: $n = \dfrac{m}{M}$

$\Rightarrow PV = \dfrac{m}{M}RT$

$\Rightarrow V = \dfrac{mRT}{PM}$

ដោយ: $m = 160g$, $M = 32 g/mol$, $R = 8.31 J/mol\cdot K$, $P = 2.0atm = 2.0\times 10^5 Pa$, $T = 300K$

គេបាន: $V = \dfrac{160 \times 8.31 \times 300}{32 \times 2.0 \times 10^5} = \boxed{6.23\times 10^{-2} m^3}$

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

ឧទាហរណ៍ទី៥. បង្ហាញថា $1.00mol$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធក្រោមលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតាមានមាឌ $0.0224m^3 = 22.4L$?

ចម្លើយ

បង្ហាញថា $1.00mol$ នៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធមានមាឌ $22.4L$

តាមសមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ: $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$

ដោយ: $n = 1.00mol$, $P = 1.0atm = 1.013\times10^5 Pa$, $T = 0^\circ C + 273 = 273K$,

, $R = 8.31 J/mol\cdot K$

គេបាន: $V = \frac{1.0\times8.31\times273}{1.013\times10^5} = \boxed{0.0224m^3}$

2. សមីការបម្រែបម្រួលភាពនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ

បើឧស្ម័នប្រែប្រួលពីភាព ❶ ទៅភាព ❷ យើងបាន:

– នៅភាព ❶ : $P_1V_1 = nRT_1 \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = nR$

– នៅភាព ❷ : $P_2V_2 = nRT_2 \Rightarrow \frac{P_2V_2}{T_2} = nR$

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

- ច្បាប់ប៊ិយ - ម៉ារ៉ុត $\boxed{P_1V_1 = P_2V_2}$ (សីតុណ្ហភាពថេរ)
- ច្បាប់សាល $\boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}}$ (សម្ពាធថេរ)
- ច្បាប់គេលុយសាក់ $\boxed{\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}}$ (មាឌថេរ)

P : សម្ពាធឧស្ម័ន $(Pa, N/m^2)$
V : មាឌឧស្ម័ន (m^3)
n : ចំនួនម៉ូល (mol)
T : សីតុណ្ហភាព (K)
N : ចំនួនម៉ូលេគុល
$N_A = 6.02\times10^{23}/mol$ ចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ
$R = 8.31 J/molK$ ថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ
$k_B = 1.38\times10^{-23} J/K$ ថេរបុលស្មាន់

3. ថាមពលស៊ីនេទិច និងសីតុណ្ហភាព

តាមសម្រាយខាងលើ: $P = \frac{2}{3}\frac{N}{V}K_{av} \Rightarrow PV = \frac{2}{3}NK_{av}$ តែ: $PV = Nk_BT$

គេបាន: $K_{av} = \frac{3}{2}\frac{PV}{N} = \frac{3}{2}k_BT$

- ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗគឺ: $\boxed{K_{av} = \frac{3}{2}k_BT}$
- ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធគឺ $\boxed{K = NK_{av}}$ ឬ $\boxed{K = \frac{3}{2}Nk_BT}$ ឬ $\boxed{K = \frac{3}{2}nRT}$

ឧទាហរណ៍ទី៦. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីដ្រូសែននៅសីតុណ្ហភាព

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

$1600K$?

ចម្លើយ

គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីដ្រូសែន

តាមរូបមន្ត: $K_{av} = \frac{3}{2}k_B T$

ដោយ: $k_B = 1.38\times10^{-23}\ J/K$, $T = 1600K$

គេបាន: $K_{av} = \frac{3}{2}\times1.38\times10^{-23}\times1600 = \boxed{33.12\times10^{-21}\ J}$

ឧទាហរណ៍ទី៧. $2.0mol$ នៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែនមានមាឌ $10L$ និងសម្ពាធ $6.0atm$ ។

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន ?

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ ?

គ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័ន ?

ចម្លើយ

ក. គណនាសីតុណ្ហភាពរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

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

ដោយ: $n = 2.0mol$, $R = 8.31\,J/mol\cdot K$, $V = 10L = 10^{-2}m^3$, $P = 6.0attm = 6.0\times10^5 Pa$

គេបាន: $T = \frac{6.0\times10^5\times10^{-2}}{2\times8.31} = \boxed{361K}$

ខ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ

តាមរូបមន្ត: $K_{av} = \frac{3}{2}k_B T$

ដោយ: $k_B = 1.38\times10^{-23}\ J/K$, $T = 361K$

គេបាន: $K_{av} = \frac{3}{2}\times1.38\times10^{-23}\times361 = \boxed{747.27\times10^{-23}\ J}$

គ. គណនាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបរបស់ឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

តាមរូបមន្ត: $K = \frac{3}{2}nRT$

ដោយ: $n = 2.0mol$, $R = 8.31\,J/mol\cdot K$, $T = 361K$

គេបាន: $K = \frac{3}{2}\times2.0\times8.31\times361 = \boxed{9\times10^3\ J}$

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

4. ល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម v_{rms} របស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន (ល្បឿនប្រសិទ្ធ)

ថាមពលស៊ីនេទិចនៃម៉ូលេគុលនីមួយៗ : $K_{av}=\frac{3}{2}k_BT=\frac{1}{2}m_o\left(v^2\right)_{av}\Rightarrow\sqrt{\left(v^2\right)_{av}}=\sqrt{\frac{3k_BT}{m_o}}$

គេតាង: $v_{rms}=\sqrt{\left(v^2\right)_{av}}=\sqrt{\frac{3k_BT}{m_o}}$ ហៅថាល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

គេបាន: $\boxed{v_{rms}=\sqrt{\frac{3k_BT}{m_0}}}$ ឬ $\boxed{v_{rms}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}}$ ឬ $\boxed{v_{rms}=\sqrt{\frac{3P}{\rho}}}$

ឧទាហរណ៍ទី៨. គណនាល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអុកស៊ីសែន នៅសីតុណ្ហភាព $0^\circ C$ បើម៉ាសម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នអុកស៊ីសែនគឺ $5.31\times10^{-26}kg$?

ចម្លើយ

គណនាល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុឧស្ម័នអុកស៊ីសែន

តាមរូបមន្ត: $v_{rsm}=\sqrt{\frac{3k_BT}{m_0}}$

ដោយ: $m_0=5.31\times10^{-26}kg$, $T=0^\circ C+273=273K$, $k_B=1.38\times10^{-23}\ J/K$

គេបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\times1.38\times10^{-23}\times273}{5.31\times10^{-26}}}=\boxed{461.35\,m/s}$

ឧទាហរណ៍ទី៩. គណនាល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូមនៅ សីតុណ្ហភាព $0^\circ C$ បើម៉ាសម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័នអេល្យូមគឺ $6.65\times10^{-27}kg$?

ចម្លើយ

គណនាល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ម៉ូលេគុលឧស្ម័នអេល្យូម

តាមរូបមន្ត: $v_{rsm}=\sqrt{\frac{3k_BT}{m_0}}$

ដោយ: $m_0=6.65\times10^{-26}kg$, $T=0^\circ C+273=273K$, $k_B=1.38\times10^{-23}\ J/K$

គេបាន: $v_{rms}=\sqrt{\frac{3\times1.38\times10^{-23}\times273}{6.65\times10^{-27}}}=\boxed{1303.67\,m/s}$

✱✱ ចំណាំ

- ល្បឿនមធ្យម : $v_{av}=\frac{v_1+v_2+..........+v_N}{N}$
- ល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម : $v_{rms}=\sqrt{\frac{v_1^2+v_2^2+..........+v_N^2}{N}}$
- ម៉ាសមាឌឧស្ម័ន $\boxed{\rho=\frac{m}{V}}$ ឬ $\boxed{\rho=\frac{m_0N}{V}}$

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

- ម៉ាសម៉ូល $M=\frac{m}{n}$ ឬ $M=m_0N_A$
- ចំនួនម៉ូល $n=\frac{m}{M}$ ឬ $n=\frac{N}{N_A}$ ឬ $n=\frac{V}{V_{mol}}$
- ចំនួនម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ន $N=nN_A$ ឬ $N=\frac{m}{m_0}$

ដែល: ρ ម៉ាសមាឌ (kg/m^3), m :ម៉ាសឧស្ម័ន(kg) , M :ម៉ាសម៉ូល (kg/mol) , m_o :ម៉ាសមួយម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ន(kg)

ខ្នាតសម្ពាធ

$1MPa=10^6Pa \Rightarrow 1Pa=10^{-6}MPa$

$1kPa=10^3Pa \Rightarrow 1Pa=10^{-3}kPa$

$1atm=1.013\times10^5Pa$

ខ្នាតម៉ាស

$1kg=10^3g \Rightarrow 1g=10^{-3}kg$

$1kg=10^6mg \Rightarrow 1mg=10^{-6}kg$

$1g=10^3mg \Rightarrow 1mg=10^{-3}g$

ខ្នាតមាឌ

$1m^3=10^3dm^3 \Rightarrow 1dm^3=10^{-3}m^3$

$1m^3=10^6cm^3 \Rightarrow 1cm^3=10^{-6}m^3$

$1m^3=10^9mm^3 \Rightarrow 1mm^3=10^{-9}m^3$

$1dm^3=1L$, $1cm^3=1mL$

$1L=10^3cm^3 \Rightarrow 1cm^3=10^{-3}L$

$1mL=10^{-6}m^3$

ចូរឆ្លើយសំណួរ

1. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធមួយមានសម្ពាធថេរ ។ ប្រសិនបើសីតុណ្ហភាពឧស្ម័នកើនឡើងពី $200K$ ទៅ $600K$, តើមានអ្វីកើតឡើងចំពោះល្បឿនឬសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមនៃម៉ូលេគុល ?
   - ក. វាកើនឡើងជាមួយមេគុណបី
   - ខ. វានៅដដែល
   - គ. វាស្មើនឹងមួយភាគបីនៃល្បឿនដើម
   - ឃ. វាស្មើនឹង $\sqrt{3}$ ដងនៃល្បឿនដើម
   - ង. វាកើនឡើងដោយមេគុណ៦
2. ឧស្ម័នបរិសុទ្ធពីរដូចគ្នា សម្ពាធ និងដង់ស៊ីតេដូចគ្នា ។ ឧស្ម័ន B មានមាឌពីរដងនៃឧស្ម័ន A , តើល្បឿនឬសការេនៃការេល្បឿនមធ្យមរបស់ឧស្ម័ន B ស្មើនឹងប៉ុន្មាន ?

ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

ក. ស្មើនឹងពីរដងនៃឧស្ម័នA

ខ. ស្មើនឹងឧស្ម័នA

គ. ស្មើនឹងពាក់កណ្តាលនៃឧស្ម័នA

ឃ. មិនអាចកំណត់បាន