Ex n° 54

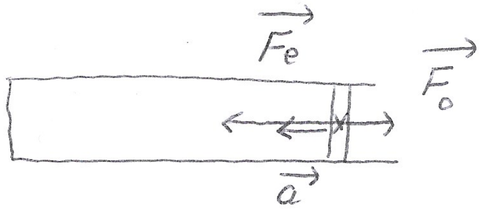
① ⓐ $P_e > P_0$

Le piston est soumis à deux forces pressantes :

$\vec{F_e} = -P_e \times S\,\vec{u}$

$\vec{F_0} = P_0 \times S\,\vec{u}$

$S \times (P_0 - P_e)\,\vec{u} = m\,\vec{a}$ où m est la masse du piston



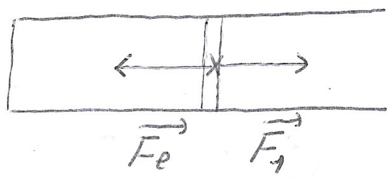
L'accélération du piston $\vec{a}$ ou $\frac{d\vec{v}}{dt}$ est de droite à gauche

① ⓑ A l'équilibre, les forces exercées sur le piston se compensent

$-P_e \times S\,\vec{u} + P_1 \times S\,\vec{u} = \vec{0}$

$(P_1 - P_e) \times S\,\vec{u} = \vec{0}$

donc $P_1 = P_e$



$\vec{F_1} + \vec{F_e} = \vec{0}$

① ⓒ Le système étudié est {gaz + piston}

$W(\vec{F_e})_{0\to1} = \vec{F_e} \cdot (L_0 - L_1)(-\vec{u}) = -P_e \times S\,\vec{u} \times (L_0 - L_1)(-\vec{u})$

$= P_e S (L_0 - L_1) > 0$

Le système reçoit de l'énergie sous forme de travail

ⓓ $\Delta U = Q + W = 0 + W(\vec{F_e})_{0\to1} = P_e S (L_0 - L_1) > 0$

La variation d'énergie interne du système est positive.

② On fait le vide à droite du piston

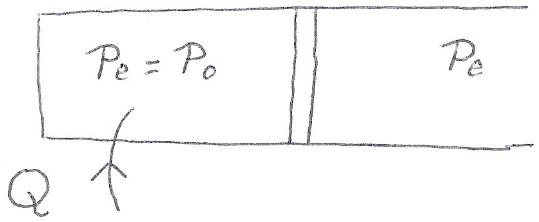
On considère toujours le même système {gaz + piston}

Le système n'est soumis à aucune force de la part du vide

car la pression du vide est nulle et $W = 0$

$\Delta U = Q + W = 0$ La détente de Joule Gay-Lussac est isoénergétique

③ On suppose que $P_e = P_0$



On appelle une energie thermique Q

Q > 0 car le système {gaz + piston} resoit de l'energie

③ⓐ Si on fournit de l'energie au système à V constant, la température augmente.

L'agitation des molécules de gaz augmente car la température augmente.

Les chocs contre les parois sont plus nombreux donc la pression augmente.

On peut également le voir en considérant le gaz comme un gaz parfait (comme le disait Martin)

$P \times V = n \times R \times T$ équation des gaz parfaits

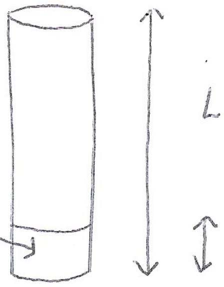
à V constant, lorsque T augmente on a P qui augmente.

et n constant (n étant la quantité de matière de gaz en mole)

R est la constante des gaz parfaits ($R = 8{,}32\ J.mol^{-1}.K^{-1}$)

③ⓑ On se retrouve avec la pression à gauche qui est plus grande que Pe et le piston se déplace de gauche à droite.

Ex n°3



$L_1 = 3{,}0\ cm = 3{,}0 \times 10^{-2}\ m$

mélange explosif

$L_0 = 0{,}50\ cm = 0{,}50 \times 10^{-2}\ m$

$S = 1{,}0\ cm^2 = 1{,}0 \times 10^{-4}\ m^2$

$m = 15\ g$

$n = 1{,}0$ mol de gaz (après explosion)

$\theta_0 = 800\ °C$ (après explosion) La réaction est exothermique. Elle libère de l'énergie.

① ⓐ Juste après l'explosion, on considère que le gaz libéré occupe le volume $V_0 = L_0 \times S$

On utilise la loi des gaz parfaits $PV = nRT$

Soit $P_0 = \dfrac{nRT_0}{V_0}$ P_0 (Pa), n (mol), T_0 (K), V_0 (m^3)

$R = 8{,}32\ J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

$V_0 = L_0 \times S$ V_0 (m^3), L_0 (m), S (m^2)

$$P_0 = \frac{1{,}0 \times 8{,}32 \times (800 + 273{,}15)}{1{,}0 \times 10^{-4} \times 0{,}50 \times 10^{-2}}$$

$P_0 = 1{,}8 \times 10^{10}\ Pa$

Rappel sur les pressions (unités)

- L'unité de pression du système international est le pascal (Pa)
- La pression atmosphérique normale est $P_0 = 101325\ Pa$

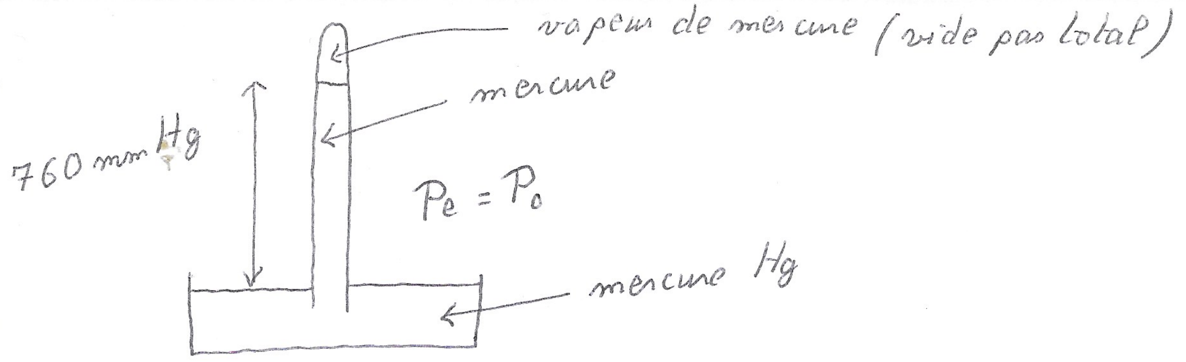
Le bar est une autre unité $1\ bar = 10^5\ Pa$

$1\ hPa = 100\ Pa$ donc $1\ hPa = 1\ mbar$

$1\ mbar = 10^5 \times 10^{-3} = 10^2\ Pa = 100\ Pa$

- Les russes utilisent encore les mmHg (millimètres de mercure)

Le torr ou mmHg



Torricelli inventa le baromètre à mercure.

En 1954, le torr a été redéfini.

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$ soit $101325 \text{ Pa} = 760 \text{ torr}$

$1 \text{ torr} = \frac{1}{760} \text{ atm}$ $= 760 \text{ mm Hg}$

① ⓑ Lorsque le gaz s'échappe, le volume occupé est $V_1 = L_1 \times S$

$P_1 \times V_1 = n \times R \times (\theta_1 + 273{,}15)$ en effet $T_1 = \theta_1 + 273{,}15$

$$\theta_1 + 273{,}15 = \frac{P_1 \times V_1}{n \times R}$$

$$\theta_1 = \frac{P_1 \times V_1}{n \times R} - 273{,}15$$

$$\theta_1 = \frac{1{,}45 \times 10^9 \times 3{,}0 \times 10^{-2} \times 1{,}0 \times 10^{-4}}{1{,}0 \times 8{,}32} - 273{,}15$$

$\theta_1 = 250\,°C = 2{,}5 \times 10^2\,°C$

Remarque : kelvin (K) et degré Celsius (°C)

① ⓒ On considère le système thermodynamique {gaz}

$\Delta U = C \times \Delta T = C \times (\theta_1 - \theta_0)$ La variation de température

(J) $(J \cdot K^{-1})$ (K) est identique en kelvin ou

$\Delta U = 21 \times (250 - 800) = -1{,}2 \times 10^4 \text{ J}$ degré Celsius $\theta_1 - \theta_0 = T_1 - T_0$

Le gaz perd de l'énergie lors de la détente car $\Delta U < 0$

② ⓐ La détente se fait sans échange thermique $Q = 0$ V

$\Delta U = Q + W < 0$ donc $W < 0$

Le travail reçu par le gaz est négatif donc le gaz cède de l'energie sous forme de travail à la "charge".

Le gaz cède $1,2 \times 10^4$ J à la "charge"

② ⓑ On peut utiliser la variation d'energie mécanique du système charge.

$$\Delta Em = \Delta E_c + \Delta E_p = \left(\frac{1}{2} m v^2 - 0\right) + 0 = \frac{1}{2} m v^2$$

Cette energie interne se retrouve sous forme d'energie mécanique

donc $\frac{1}{2} m v^2 = - W = - \Delta U$

$$\text{soit } v = \sqrt{\frac{-2 \times \Delta U}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1,2 \times 10^4}{15 \times 10^{-3}}} = 1,3 \times 10^3 \, m.s^{-1} = 1,3 \, km.s^{-1}$$