Corrigé des exercices du livre – Chapitre 15 Modèle du gaz parfait

Exercice 15 : Interpréter une expérience

Lorsqu'on chauffe la bouteille, on augmente l'énergie cinétique moyenne des molécules de gaz qu'elle contient. En assimilant le gaz contenu dans la bouteille à un gaz parfait, une augmentation de cette énergie cinétique moyenne à pression constante entraîne une augmentation de la distance moyenne entre entités, et donc le volume occupé par le gaz.

Exercice 29 : Refroidissement d'une génératrice

Le passage de l'état A à l'état B suit une courbe isotherme. La température reste constante : $T_B = T_A$.
Le passage de l'état B à l'état C se fait à pression constante. D'après la loi des gaz parfaits, si le volume diminue à pression constante, la température diminue. On a donc $T_C < T_B$.
Le passage de l'état C à l'état D suit une courbe isotherme. La température reste constante : $T_D = T_C$.
Le passage de l'état D à l'état A se fait à pression constante. D'après la loi des gaz parfaits, si le volume augmente à pression constante, la température augmente. On a donc $T_A > T_D$.
On a donc : $T_A = T_B > T_C = T_D$

Exercice 31 : Au-delà du modèle du gaz parfait

a. Lorsque la pression tend vers 0, le quotient $\frac{PV}{nRT}$ tend vers 1 pour chacun des gaz étudiés. Ils vérifient donc la loi des gaz parfaits.

b. Pour un gaz parfait, la relation $\frac{PV}{nRT} = 1$ reste valable quelle que soit la pression du gaz.

c. Pour des pressions supérieures à 10 bar, le volume des entités constituant le gaz n'est plus négligeable devant le volume dont elles disposent. Le volume ne diminue donc plus de façon significative. De même, les entités ayant moins d'espace pour se déplacer, leur énergie cinétique, et donc la température du gaz, augmentent moins vite. Le quotient $\frac{PV}{nRT}$ augmente donc avec la pression.

Exercice 38 : Des bouchons sous pression

- **Détermination de la vitesse d'éjection du bouchon :**

Système : bouchon (m)
Référentiel : terrestre supposé galiléen (la salle à manger)
Bilan des forces :

- Poids $\vec{P}\begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix}$
- On néglige les forces de frottements.

Conditions initiales :

- $\overrightarrow{v_0}\begin{pmatrix} 0 \\ v_0 \end{pmatrix}$
- $\overrightarrow{OM_0}\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

Le bouchon n'est soumis qu'à son poids, qui est une force conservative. Son énergie mécanique se conserve donc lors de son vol : $E_{m_{sommet}} = E_{m_0} \Rightarrow E_{pp_s} + \underbrace{\cancel{E_{c_s}}}_{v_s=0} = \underbrace{\cancel{E_{pp_0}}}_{z_0=0} + E_{c_0} \Rightarrow mgz_s = \frac{1}{2}m{v_0}^2$

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{2gz_s} = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 8{,}5} = 13\ m.s^{-1}$

- **Détermination de la pression à laquelle le bouchon est soumis :**

Système : bouchon (m)
Référentiel : terrestre supposé galiléen (la salle à manger)
Bilan des forces :

- Poids $\vec{P}\begin{pmatrix}0\\-mg\end{pmatrix}$
- Résultante des forces de pression $\vec{F} = (P - P_{atm})\vec{S}$
  D'après le document 2, la pression reste constante pendant 2ms après la libération du bouchon. Or l'intervalle sur lequel le déplacement est mesuré est égal à 800 µs < 2 ms. On peut donc considérer que la résultante des forces de pression est constante sur cet intervalle.
- On néglige les forces de frottements.

En appliquant la forme approchée du principe fondamentale de la dynamique, on a $\left(\vec{F} + \vec{P}\right)\Delta t = m\overrightarrow{v_0}$

$$\Rightarrow (P - P_{atm})S - mg = m\frac{v_0}{\Delta t} \Rightarrow P = P_{atm} + \frac{m\left(\frac{v_0}{\Delta t} + g\right)}{S} = 1013.10^2 + \frac{7{,}0.10^{-3}\left(\frac{13}{800.10^{-6}} + 9{,}81\right)}{\pi \times \left(\frac{2{,}08.10^{-2}}{2}\right)^2}$$

$$= 4{,}4.10^5\ Pa$$

- **Détermination de la quantité de matière de CO_2 gazeux contenu dans la bouteille :**

On assimile le dioxyde de carbone contenu dans la bouteille à un gaz parfait.

On a donc $n_{CO_{2g}} = \frac{PV}{RT} = \frac{4{,}4.10^5 \times 6{,}50.10^{-6}}{8{,}314 \times 298} = 1{,}1.10^{-3}\ mol$

- **Détermination de la quantité de matière de CO_2 dissous dans le champagne :**

$C = k_{298}(CO_2)P = 3{,}35.10^{-7} \times 4{,}4.10^5 = 0{,}15\ mol.L^{-1}$

$\Rightarrow n_{CO_{2dissout}} = CV_{champagne} = 0{,}15 \times 75{,}0.10^{-2} = 0{,}11\ mol$

- **Détermination de la quantité de matière de CO_2 totale :**

$n_{tot} = n_{CO_{2dissout}} + n_{CO_{2g}} = 0{,}11 + 1{,}1.10^{-3} = 0{,}11\ mol$

Le résultat obtenu est une approximation réaliste de la quantité de matière de dioxyde de carbone contenu dans une bouteille de champagne. En effet, dans le texte introductif, il est indiqué que le champagne contient entre 5 et 9 g, de dioxyde de carbone dans la bouteille, soit entre 0,11 mol et 0,20 mol. On se trouve ici à la limite basse de cet intervalle. Le processus modélisé implique aucune perte de gaz lors de l'ouverture de la bouteille, ce qui est peu probable. Une petite partie du gaz peut donc s'être échappée pendant l'étude chronophotographique.