

8 Poussée d'Archimède de l'air

Omniprésent autour de nous, l'air est constitué à 78 % de diazote et de 21 % de dioxygène. Sa masse volumique, voisine de $1,23 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, nous permet de remonter à la masse d'un échantillon dont on connaît le volume. Pour autant, il est également possible de remonter à cette masse à partir de la poussée d'Archimède.

→ Comment mesurer la masse d'air m_{air} dans une bouteille ?

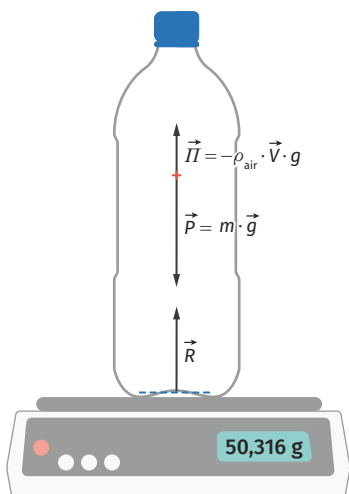
Doc. 1 Photographie du montage



Doc. 3 Bilan des forces

Pour un objet de volume V dans un fluide au repos, la résultante des forces de pression s'écrit :

$$\vec{I} = \rho_{\text{fluide}} \cdot V \cdot \vec{g}$$



Données

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Masse molaire de l'air : $M(\text{air}) = 29 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Doc. 2 Masse volumique d'un gaz parfait

La masse volumique ρ est définie par le rapport :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- | ρ : masse volumique ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- | m : masse de l'échantillon (kg)
- | V : volume de l'échantillon (m^3)

L'équation d'état des gaz parfaits est :

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

- | p : pression (Pa)
- | V : volume (m^3)
- | n : quantité de matière (mol)
- | R : constante des gaz parfaits ($\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)
- | T : température (K)

En connaissant le lien entre quantité de matière n et masse d'une espèce chimique considérée : m , on peut donc établir que :

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Doc. 4 Matériel nécessaire

- Cloche à vide avec pompe
- Petite balance précise au milligramme près
- Bouteille de soda avec bouchon
- Pressiomètre

Doc. 5 Masse ou poids

Les balances électroniques utilisées en salles de travaux pratiques ne mesurent pas une masse, bien que l'unité affichée soit une unité de masse (kg, g ou mg). Ces balances mesurent en réalité une force : la force exercée par l'objet sur la balance, qui est presque égale au poids lorsque la poussée d'Archimède exercée par l'air sur l'objet peut être négligée.

Ces balances doivent donc être calibrées en fonction notamment de l'intensité du champ de pesanteur local g (qui peut varier selon les régions du globe).



1 Poussée d'Archimède sur la bouteille (25 minutes conseillées)

1. À l'aide du bilan des forces exercées sur la bouteille, exprimer la masse m mesurée sur la balance dans la cloche à vide en fonction notamment de p la pression du gaz dans la cloche à vide, de m_0 la masse de la bouteille, de V son volume, de M la masse molaire de l'air, de T la température à l'intérieur de la cloche à vide et de R la constante des gaz parfaits.
2. À l'aide du calcul précédent, indiquer si la masse m lue sur la balance augmente ou diminue lorsque la pression p diminue dans la cloche à vide.
3. Proposer une méthode pour mesurer la valeur de la poussée d'Archimède Π exercée par l'air sur la bouteille en fonction de la pression p .

Appel n° 1 Appeler le professeur pour lui présenter le protocole.

2 Mesure de la masse apparente (25 minutes conseillées)

4. En faisant varier la pression dans la cloche à vide, mesurer la masse lue m sur la balance, pour une dizaine de valeurs de la pression p .
5. Tracer le graphe représentant l'évolution de la masse m lue sur la balance en fonction de la pression p à l'intérieur de la cloche à vide.

Appel n° 2 Faire valider le graphe par l'enseignant avant de passer à l'étape suivante.

3 Poussée d'Archimède (10 minutes conseillées)

6. À l'aide d'un tableur, calculer pour chaque mesure la valeur de la poussée d'Archimède Π exercée par l'air sur la bouteille.
7. Tracer le graphe représentant Π en fonction de la pression p .
8. En déduire la masse d'air m_{air} dans la bouteille.

Défaire le montage et ranger la pailasse.

**Se préparer
aux ECE**

Rédiger une fiche de révision sur les bilans des forces en précisant toutes les étapes pouvant être sources d'erreurs.