

Résoudre un exercice-Séquence 3-Thème SPORT

Connaissances et compétences

- ✂ Savoir que dans les liquides et dans le gaz la matière est constituée de molécules en mouvement (C1)
- ✂ Utiliser la relation $p = \frac{F}{S}$, F étant la force pressante exercée sur la surface S , perpendiculairement à cette surface (C2)
- ✂ Savoir que la quantité maximale de gaz dissous dans un volume donné de liquide augmente avec la pression (C3)
- ✂ Savoir que, à pression et température données, un nombre donné de molécules occupe un volume indépendant de la nature du gaz (C4)
- ✂ Savoir que la différence de pression entre deux points d'un liquide dépend de la différence de profondeur (C5)

Exercice 1 : Pressurisation des avions (C1 et C2)

La pression de l'air atmosphérique diminue avec l'altitude.

Les règlements aéronautiques imposent que tout avion de transport public volant à plus de 6 000 m d'altitude soit pressurisé et qu'il y règne une pression équivalente à la pression atmosphérique à l'altitude de 2 400 mètres. Un avion vole à une altitude de 10 000 m.

Données : pression atmosphérique à l'altitude 0 : $P_0 = 1\,013$ hPa ; à 2 400 m : $P_{2400} = 750$ hPa ; à 10 000 m : $P_{10000} = 265$ hPa

1. Quelle est la valeur de la pression P_{int} à l'intérieur de l'habitacle ?
2. On considère une surface plane Σ d'aire $S = 1,00 \text{ m}^2$ de la coque de l'avion. Calculer la valeur F_{int} de la force pressante exercée par l'air intérieur sur Σ , puis celle, F_{ext} , exercée par l'air extérieur sur Σ .
3. Représenter ces forces sur un schéma.
4. Est-il correct d'affirmer que le fuselage est « gonflé » comme un ballon de football ?
5. Que pourrait-il se passer en cas de déchirure de la coque ?

1. Puisque l'avion vole à plus de 6 000 m, la valeur de la pression P_{int} à l'intérieur de l'habitacle est égale à la pression atmosphérique à l'altitude de 2 400 mètres, soit 750 hPa.

Justifier comment la valeur de la pression intérieure est établie en utilisant l'énoncé

L'information est dans le texte

2. Calcul de la force pressante :

$$H : P_{\text{int}} = 750 \text{ hPa} = 750 \cdot 10^2 \text{ Pa} ; P_{\text{ext}} = 265 \text{ hPa} = 265 \cdot 10^2 \text{ Pa} ; S = 1,00 \text{ m}^2$$

CL : d'après la relation $p = \frac{F}{S}$ entre pression et valeur de la force pressante, on a :

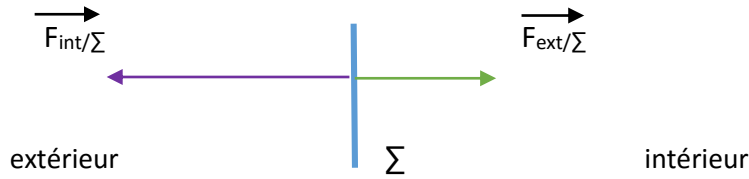
$$F_{\text{int}} = P_{\text{int}} \times S \text{ et } F_{\text{ext}} = P_{\text{ext}} \times S$$

$$\text{A.N.} : F_{\text{int}} = 750 \cdot 10^2 \times 1,00 = 7,50 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$F_{\text{ext}} = 265 \cdot 10^2 \times 1,00 = 2,65 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Les données comportent 3 chiffres significatifs, le résultat aussi

3. La force exercée sur la coque par l'air extérieur est plus faible que la force exercée par l'air situé à l'intérieur de l'habitacle. Le schéma est donc le suivant :



Aucune échelle n'est imposée mais il faut bien prendre en compte que la valeur de la force exercée par l'air intérieur sur la paroi est plus grande que celle exercée par l'air extérieur sur cette même paroi

4. La valeur de la force exercée sur les parois de l'habitacle par l'air intérieur est supérieure à la valeur de la force exercée par l'air extérieur. Cette situation est analogue à celle d'un ballon de football gonflé à une pression supérieure à la pression atmosphérique.
5. L'air intérieur serait éjecté vers l'extérieur de l'habitacle jusqu'à ce que les pressions intérieure et extérieure soient égales. Il entrainerait avec lui les objets situés dans l'habitacle.

Exercice 2 : Plongée et règles de sécurité (C3 et C5)

Dans les manuels de plongée, on peut lire : « la pression de l'eau augmente de 1 bar tous les 10 m ».

- Démontrer que cette indication est correcte pour une plongée en mer.
- A 30 mètres de profondeur, des bulles d'air expiré remontent vers la surface. Elles ont un diamètre $d_1=1,0$ cm à la sortie du détendeur. Quel sera leur diamètre d_2 à l'arrivée en surface ? On supposera que la température reste constante jusqu'à cette profondeur et que la loi de Boyle-Mariotte s'applique à l'air expiré.
- Lors de la remontée, comment varie la pression de l'air que le plongeur respire ? Que se passe-t-il alors pour le diazote dissous dans son sang et ses tissus ? Quels sont les risques d'une remontée rapide ?

Données :

- Masse volumique de l'eau de mer : $\rho=1,025.10^3$ kg.m⁻³
- $g=9,8$ N.kg⁻¹
- pression atmosphérique : $P_{atm}=1,0$ bar
- volume d'une boule de rayon R : $V=\frac{4}{3}\pi R^3$

- Démontrons l'indication :
 - $H : h_A-h_B=10m ; \rho=1,025.10^3$ kg.m⁻³ ; $g=9,8$ N.kg⁻¹

CL : les points A et B sont à des profondeurs h_A et h_B telles que :

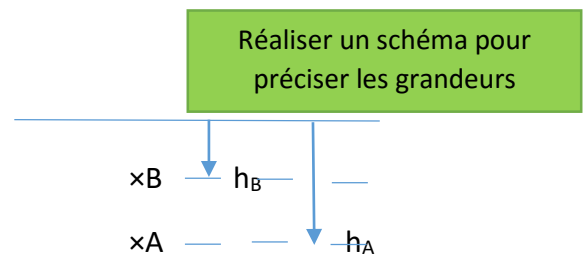
$h_A-h_B=10m$

On utilise la relation entre profondeur et pression : $p_A-p_B=\rho.g.(h_A-h_B)$

A.N : $p_A-p_B=1,025.10^3 \times 9,8 \times 10=1,0.10^5$ Pa

Or 1 bar=1.10⁵ Pa soit $p_A-p_B=1,0$ bar

On retrouve bien le résultat annoncé dans les manuels.



2. Pendant la remontée, la pression du gaz dans la bulle est égale à la pression de l'eau au niveau de la bulle : cette pression diminue donc.

H : $p_1=1,0$ bar ; $d_1=1,0$ cm

CL : la température restant constante, on applique la loi de Boyle-Mariotte au gaz contenu dans la bulle. En notant les pressions et les volumes de la bulle p_1 et V_1 à la profondeur $h_1=30$ m et p_2 et V_2 à l'arrivée à la surface :

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \text{ soit } V_2 = V_1 \times \frac{p_1}{p_2}$$

En utilisant l'expression du volume d'une sphère, on obtient :

$$\frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{d_2}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{d_1}{2}\right)^3 \times \frac{p_1}{p_2} \text{ Soit } d_2^3 = d_1^3 \times \frac{p_1}{p_2}$$

Mener le calcul littéral jusqu'au bout

Or à 30 m la pression a augmenté de 3 bars : $p_2 = p_1 + 3$

$$\text{Soit } d_2^3 = d_1^3 \times \frac{p_1}{p_1 + 3}$$

On peut laisser p_1 et p_2 en bar car ici c'est le rapport qui intervient dans les calculs

A.N : $d_2^3 = (1,0)^3 \times \frac{1,0}{1,0 + 3} = 0,25$. Avec la calculatrice, on trouve $d_2 = 0,63$ cm.

La bulle a grossi.

3. Comme la pression de l'air respiré diminue lors de la remontée, la pression en diazote diminue dans les poumons. La quantité maximale de diazote qui peut se dissoudre dans le sang et les tissus diminue et le surplus de diazote dissous passe à l'état gazeux. Si la remontée est rapide, cet excès de diazote peut former des bulles de gaz dans le sang dangereuses pour la santé du plongeur.