

1. Session 2010 – Asie

Il est expressément demandé de respecter les notations de l'énoncé : V désigne le volume, v désigne la valeur de la vitesse.

Données et opérations utiles à la résolution de l'exercice :

Valeur prise pour l'accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$	$3,24 \times 2,10 = 6,80$
Masse volumique de l'eau : $\rho_1 = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$	$3,24 \times 2,16 = 7,00$
Masse volumique de l'air : $\rho_2 = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$	$\frac{1}{1,3} = 0,77$

On se propose d'étudier le mouvement d'une goutte de pluie dans deux cas simples.

1. TEMPS CALME.

On étudie le mouvement d'une goutte d'eau en chute verticale dans l'air, en l'absence de tout vent. La force de frottement subie par la goutte a pour expression $\vec{f} = -K \cdot \vec{v}_G$, où \vec{v}_G désigne le vecteur vitesse du centre d'inertie de la goutte, et K est une constante.

La goutte de pluie considérée a une masse m , un volume V et une masse volumique ρ_1 constante.

On désigne par ρ_2 la masse volumique de l'air.

1.1.

1.1.1. Quelle est l'expression littérale de la valeur F_A de la poussée d'Archimède qui agit sur la goutte ?

1.1.2. On note P la valeur du poids de la goutte.

Établir l'expression du rapport $\frac{P}{F_A}$ en fonction des masses volumiques ρ_1 et ρ_2 .

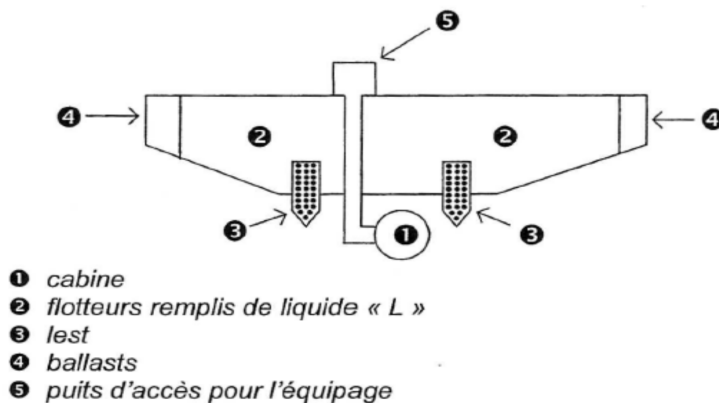
1.1.3. En utilisant les données numériques, montrer que F_A est négligeable devant P .

2. Session 2008 – Nouvelle calédonie

Les bathyscaphes sont des sous-marins d'exploration abyssale. En service de 1948 à 1982, ils ont été les seuls submersibles capables d'atteindre les profondeurs les plus grandes (10916 mètres dans la fosse des Mariannes, le 23 janvier 1960).

Un bathyscaphe est constitué d'une lourde cabine sphérique en acier, pouvant accueillir deux ou trois passagers, suspendue à un flotteur rempli d'un liquide noté « L » moins dense que l'eau qui compense le poids. Le bathyscaphe descend par gravitation et remonte en lâchant du lest.

À cause de leur poids, les bathyscaphes ne peuvent être embarqués et sont remorqués par leur navire.



- Pour plonger le bathyscaphe remplit ses ballasts d'eau ou largue une partie du liquide « L » qu'il remplace par de l'eau de mer (dans notre étude on se placera dans la deuxième hypothèse).
- Il s'alourdit et descend verticalement s'il n'y a pas de courants marins.
- Il se pose ensuite sur le fond.
- Pour remonter, il largue une partie de son lest.

D'après un site Internet

1. Étude de la plongée d'un bathyscaphe

Les données fournies ci-dessous sont relatives au bathyscaphe Archimède qui a navigué entre les années 1961 et 1974. Il est maintenant exposé à la Cite de la mer à Cherbourg.

Dans tout l'exercice on supposera que l'on peut négliger les courants marins et donc que le bathyscaphe descend verticalement.

Les mouvements seront étudiés dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Toutes les données suivantes ne sont pas utiles.

Données : Masse totale du bathyscaphe : $M = 200$ t (tonnes) (liquide « L » compris)
Volume total du bathyscaphe : $V = 194$ m³
Volume de liquide « L » embarqué : $V_L = 170$ m³
Masse volumique de l'eau de mer : $\rho_E = 1,03.10^3$ kg.m⁻³
Masse volumique du liquide « L » : $\rho_L = 0,66.10^3$ kg.m⁻³
Intensité de la pesanteur : $g = 9,8$ m.s⁻²

1.1. Le bathyscaphe est complètement immergé mais ne plonge pas encore.

1.1.1. Donner l'expression littérale, en fonction des données, de la valeur F_A de la poussée d'Archimède exercée sur le bathyscaphe complètement immergé. Calculer sa valeur numérique.

1.1.2. Comparer les valeurs du poids du bathyscaphe et de la poussée d'Archimède qu'il subit. Que peut-on en conclure ?

1.2. On admettra que, rapidement, le bathyscaphe remplace un volume V_L du liquide « L » par un même volume $V'_E = V'_L$ d'eau de mer. Ceci est en fait un modèle simplifié.

1.2.1. La valeur F_A de la poussée d'Archimède varie-t-elle ? Expliquez.

1.2.2. Déterminer l'expression littérale de la variation de masse du bathyscaphe (par la suite, elle sera notée ΔM et comptée positivement). Faire l'application numérique.

Donnée : $V'_E = V'_L = 2,0$ m³.

1.2.3. Expliquez pourquoi le bathyscaphe se met à descendre.

3. Session 2005 – Amérique du nord

La grêle se forme dans les cumulo-nimbus situés entre 1000 m et 10000 m d'altitude où la température est très basse, jusqu'à -40 °C. Le grêlon tombe lorsqu'il n'est plus maintenu au sein du nuage. Au sol sa vitesse peut atteindre 160 km/h.

On étudie un grêlon de masse 13 g qui tombe d'un point O d'altitude 1500 m sans vitesse initiale. Il peut être assimilé à une sphère de diamètre 3,0 cm.

Le point O sera pris comme origine d'un axe Oz orienté positivement vers le bas. L'intensité de la pesanteur sera considérée comme constante et de valeur $g_0 = 9,80$ m.s⁻².

Données : volume d'une sphère $V = \frac{4}{3}\pi r^3$; masse volumique de l'air $\rho = 1,3$ kg.m⁻³

A – CHUTE LIBRE

On admettra que le grêlon tombe en chute libre

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires donnant la vitesse et la position du centre d'inertie G du grêlon en fonction de la durée t de la chute.
2. Calculer la valeur de la vitesse lorsqu'il atteint le sol, ce résultat est-il vraisemblable ? Justifier.

B – CHUTE REELLE

En réalité le grêlon est soumis à deux autres forces, la poussée d'Archimède \vec{F}_A et la force de frottement fluide \vec{F} proportionnelle au carré de la vitesse telle que $F = K \times v^2$.

1. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité du coefficient K dans le Système International.
2. Donner l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède ; la calculer et la comparer à celle du poids. Conclure.

4. Session 2024 – ???



29 Mesure de la vitesse d'un avion avec une sonde Pitot

ÉNONCÉ

Pour déterminer leur vitesse, les avions sont équipés de sondes Pitot constituées notamment de manomètres différentiels qui mesurent une différence de pression entre deux points A et B. Ces mesures permettent d'en déduire la valeur de la vitesse de déplacement de l'avion dans l'air, notée v .

Le principe d'une sonde Pitot est schématisé ci-contre. Dans cet exercice, la sonde mesure une différence de pression $P_A - P_B = 67,1 \text{ hPa}$.

La situation peut être modélisée en considérant des points A_0 et B_0 infiniment proches tels que $P_{A_0} = P_{B_0}$ et $v_{A_0} = v_{B_0} = v$, un point d'arrêt A où $v_A = 0$ et un point B tel que $z_B = z_A$ et $v_B = v$.

L'air est considéré au repos dans le référentiel terrestre.

DONNÉE Masse volumique de l'air : $\rho = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

- a. Indiquer le référentiel dans lequel l'air est en mouvement et la sonde immobile.
- b. Exprimer la pression différentielle $P_A - P_B$ en fonction de la vitesse d'écoulement v_B de l'air par rapport à la sonde et de la masse volumique ρ de l'air.
- c. Exprimer puis calculer la valeur de la vitesse de l'avion dans le référentiel terrestre puis conclure.

26 Sonde de Pitot

Exploiter des informations ; effectuer des calculs ; mobiliser et organiser ses connaissances ; faire un schéma adapté.

Un hors-bord est équipé notamment d'une sonde de Pitot qui permet de déterminer la valeur v de sa vitesse. Cette sonde, placée sur la coque du bateau, est immergée.



L'eau est considérée comme un fluide incompressible.

1. a. Justifier que les pressions en O' et B sont identiques.
- b. La position A est appelée point d'arrêt : la valeur de la vitesse du fluide y est nulle. Le long de la ligne de courant 2, justifier que P_A est supérieure à P_O .
- c. En déduire que la valeur v de la vitesse en O est :

$$v = \sqrt{\frac{2(P_A - P_B)}{\rho_{\text{eau}}}}$$

2. La différence de pression mesurée par le manomètre différentiel est $\Delta P = 3,30 \times 10^3$ Pa. Calculer la valeur v de la vitesse du hors-bord.
3. La limitation dans la zone de navigation est 5 nœuds. Le hors-bord est-il en infraction ?

Données

- On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

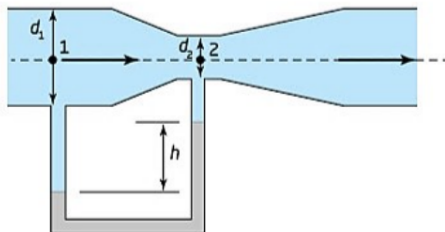
$$\frac{1}{2} \rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- 1 nœud = 1 mile marin par heure = $1,852 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,000 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

35 Tube de Venturi

ANA-RAI Organiser et exploiter des connaissances

REA Effectuer des procédures courantes (calculs)

Sur un tube de Venturi, un tube en U contenant du mercure Hg est branché entre deux positions 1 et 2. De l'eau traverse le tube avec un débit volumique D_V . Dans la direction perpendiculaire à l'écoulement horizontal de l'eau dans le tube, les fluides sont statiques.



DONNÉES

- Masses volumiques : $\rho_{\text{Hg}} = 13\,550 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.
- Diamètres des sections : $d_1 = 10 \text{ mm}$; $d_2 = 5,0 \text{ mm}$.

- a. Exprimer puis calculer la différence de pression entre les positions 1 et 2, en fonction de la différence de niveaux h , puis en fonction du débit volumique du fluide D_V .
- b. Exprimer puis calculer le débit volumique D_V du fluide en fonction de la différence de niveaux h mesurée dans le tube en U.