

1. Débordera , débordera pas ?

Un verre contenant un glaçon, de volume V et de masse volumique μ est rempli à ras bord d'eau liquide de masse volumique μ_0 .

1. Exprimer en fonction des données le volume V_{imm} du glaçon immergé dans l'eau ainsi que le volume V_{fond} du glaçon lorsqu'il aura fondu.
2. Faire l'application numérique du pourcentage immergé pour $\mu_0 = 1\text{g.cm}^{-3}$ et $\mu = 0,92\text{g.cm}^{-3}$
3. Faut-il prévoir une éponge pour essuyer la table ? Que se passe-t-il si à la place de l'eau il y a du whisky ? (densité de l'alcool inférieur à celle de l'eau)

2. Ascension d'une montgolfière

On suppose l'équilibre de l'atmosphère isotherme . Le référentiel terrestre est supposé galiléen. Le champ de pesanteur est supposé . L'air est considéré comme un gaz parfait. La constante des gaz parfaits est notée R . La masse molaire moyenne de l'air est notée M_e , sa pression P , sa température T . On désigne par P_0 et T_0 les valeurs de P, T au niveau du sol (où $z = 0$).

La montgolfière utilise de l'air chauffé par un foyer situé sous le ballon , le ballon est ouvert à la base , ce qui fait qu'à tout instant la pression intérieure à l'enveloppe est égale à la pression de l'air situé à l'extérieur .

On note:

M_0 la masse de l'équipement (et éventuellement de l'équipage) constituant l'aérostat (nacelle, enveloppe, appareils de mesure..., gaz exclus).

V_0 le volume de l'enveloppe contenant le gaz . On néglige le volume de l'équipement devant V_0 .

L'enveloppe de la montgolfière contient de l'air à la température T_1 maintenue constante. A l'altitude z la montgolfière est soumise à la résultante des forces: $(F(z) - M_0 g)\vec{u}_z + \vec{f}$ où \vec{f} est la force de frottement due au mouvement dans l'air et $F(z)$ la force ascensionnelle.

1. En faisant le bilan des forces exercées sur la montgolfière, montrer que la force ascensionnelle s'écrit:

$$F(z) = \frac{P(z)V_0 M_e g}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1} \right) . \text{ Comment varie } F(z) \text{ avec l'altitude?}$$

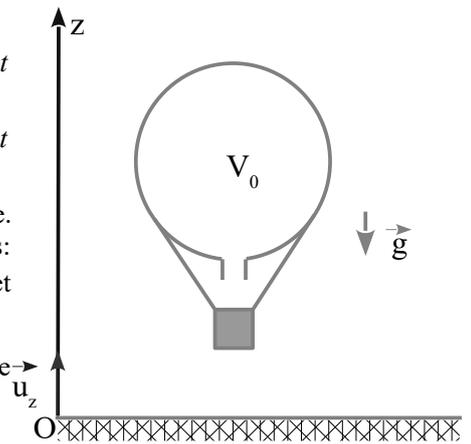
2. La température maximale admissible pour l'air contenue dans l'enveloppe est $t_{1max}=150^\circ\text{C}$. En déduire l'expression du volume minimal de l'enveloppe V_{0min} en fonction de M_0, R, P_0, M_e, T_0 et T_{max} pour que la montgolfière puisse décoller. Calculer V_{0min} .

3. L'enveloppe du ballon a un volume $V_0=1000\text{m}^3$

a) On suppose que la température de l'air dans l'enveloppe est égale à t_{1max} . Calculer la masse d'air m_0 dans le ballon et la force ascensionnelle F_0 au décollage . Établir l'expression de l'accélération initiale a_0 subie par la montgolfière au décollage en fonction de m_0, M_0, g et F_0 . Faire l'application numérique.

b) Exprimer en fonction de $H, M_0, V_0, R, P_0, M_e, T_0$ et T_1 l'altitude plafond z_{max} , définie comme l'altitude à laquelle la force ascensionnelle est égale au poids M_0g .

c) Calculer l'altitude plafond pour la température t_{1max} .



Valeurs numériques utiles :

Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$,

Accélération de la gravité à la surface de la Terre : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Masse molaire de l'air: $M_e = 29,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M_0 = 300 \text{ kg}$; $T_0 = 288\text{K}$; $P_0 = 1,013.10^5 \text{ Pa}$; $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$

On pose $H = \frac{RT}{M_e g}$

3. Résultante des forces de pression

Le récipient ci-dessous contient un liquide incompressible de masse volumique μ . Déterminer la résultante des forces de pression sur la face ABCD due au liquide et à l'air.

Rep: $F_{tot} = \frac{1}{2} \mu g a b^2 \sin\theta$

