

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

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 $t_{1\text{max}}$. 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 $M_0 g$.

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

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

