

### 1. Débordera , débordera pas ?

Un verre contenant un glaçon, de volume  $V$  et de masse volumique  $\mu$  est rempli à ras bord d'eau liquide de masse volumique  $\mu_0$ .

1. Exprimer en fonction des données le volume  $V_{\text{imm}}$  du glaçon immergé dans l'eau ainsi que le volume  $V_{\text{fond}}$  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. Plongeur en apnée (ENAC 2011)

Un plongeur souhaite explorer une épave sous-marine en effectuant une plongée en apnée. Le corps du plongeur, de masse  $M = 80 \text{ kg}$ , peut-être considéré, à l'exception de ses poumons, comme incompressible.

Les poumons ont un volume variable : lors d'une inspiration complète le volume est  $V_M = 6,0 \text{ L}$  et lors d'une expiration complète ce volume devient  $V_m = 1,5 \text{ L}$ . Le reste du corps a un volume  $V_0 = 77,0 \text{ L}$ .

Lors de la descente la cage thoracique se comprime et l'air des poumons est donc à la même pression que l'eau à la profondeur du plongeur. L'eau a une masse volumique  $\mu = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ , la pression atmosphérique à la surface est  $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ , on donne la valeur de l'intensité du champ pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  et on considère que l'air est un gaz parfait. On donne la constante des gaz parfaits:  $R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ . Durant toute cette étude on supposera que la température  $T$  de l'air reste constante. On choisit un axe vertical  $Oz$  descendant et d'origine prise à la surface.

Indiquer la ou les affirmations exactes:

1.

- A) Le plongeur flotte s'il inspire totalement mais coule s'il expire totalement
- B) Le plongeur flotte lorsqu'il inspire totalement et lorsqu'il expire totalement
- C) Le plongeur coule lorsqu'il inspire totalement et lorsqu'il expire totalement
- D) Le plongeur coule s'il inspire totalement mais flotte s'il expire totalement

2. Le plongeur inspire totalement avant d'entamer sa descente. Exprimer le volume  $V$  de ses poumons en fonction de la profondeur  $z$  à laquelle il descend.

A)  $V = V_M \frac{P_0}{P_0 + \mu g z}$     B)  $V = \frac{V_M + V_m}{V_M} \exp\left(\frac{-\mu g z}{RT}\right)$     C)  $V = (V_M + V_m) \frac{P_0}{P_0 - \mu g z}$     D)  $V = V_M \exp\left(\frac{\mu g z}{RT}\right)$

3. A quelle profondeur  $z_1$  la résultante des forces s'appliquant au plongeur est-elle nulle ?

- A)  $z_1 = 5 \text{ m}$     B)  $z_1 = 10 \text{ m}$     C)  $z_1 = 20 \text{ m}$     D)  $z_1 = 40 \text{ m}$

4. A quelle profondeur  $z_2$  ses poumons ont-ils atteint leur volume minimal ?

- A)  $z_2 = 5 \text{ m}$     B)  $z_2 = 10 \text{ m}$     C)  $z_2 = 30 \text{ m}$     D)  $z_2 = 60 \text{ m}$

5. Le plongeur s'équipe d'une bouteille d'air comprimé qui lui fournit, grâce à un détendeur, de l'air à la même pression que l'eau à la profondeur où il se trouve. Le volume de la bouteille est  $V_B = 12 \text{ L}$ . La composition molaire de l'air est  $x_{O_2} = 20 \%$  et  $x_{N_2} = 80 \%$  où  $x_{O_2}$  et  $x_{N_2}$  sont respectivement les titres molaires en dioxygène et en diazote. Sachant qu'à partir d'une pression partielle en diazote égale à  $P_{\text{lim}} = 4,0 \text{ bar}$  le plongeur ressent l'ivresse des profondeurs, déterminer la profondeur  $z_3$  à laquelle se manifeste ce phénomène.

- A)  $z_3 = 300 \text{ m}$     B)  $z_3 = 80 \text{ m}$     C)  $z_3 = 40 \text{ m}$     D)  $z_3 = 20 \text{ m}$

6. Le plongeur effectue 15 respirations par minute chacune ayant une amplitude de  $1,0 \text{ L}$ .

Initialement la pression dans la bouteille est de  $150 \text{ bars}$  et le plongeur doit entamer sa remontée lorsque la pression atteint la valeur de  $50 \text{ bars}$ . Combien de temps  $\Delta t$  peut-il rester à la profondeur calculée à la question précédente en négligeant la durée de descente ?

- A)  $\Delta t = 1 \text{ h } 20 \text{ min}$     B)  $\Delta t = 2 \text{ min}$     C)  $\Delta t = 16 \text{ min}$     D)  $\Delta t = 4 \text{ h}$

### 3. Résultante des forces de pression

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

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

