

Question 1 - Consommation en air (6 points/20)

On veut comparer les consommations moyennes entre un Guide de Palanquée et un plongeur encadré PE20 peu chevronné.

Données :

<i>Pour le Guide Palanquée - N4</i>	<i>Pour le PE20</i>
<i>Bloc de 15 L</i>	<i>Bloc de 12 L</i>
<i>Pression initiale bloc : 200 bar</i>	<i>Pression initiale bloc : 210 bar</i>
<i>Pression finale bloc : 110 bar</i>	<i>Pression finale bloc : 50 bar</i>

Paramètres de plongée : 20 mètres ; 40 minutes

Profondeur moyenne d'évolution : 11 mètres

- Calculer la quantité d'air « équivalent surface » consommée par chacun des deux plongeurs.
- En déduire, les consommations moyennes, en L/min arrondi à l'entier le plus proche,
 - en équivalent surface
 - à la profondeur moyenne d'évolution.
- Enoncer trois points liés au plongeur encadré, à son équipement et à l'environnement expliquant le fait que sa consommation est supérieure à celle de son guide.

Question 2 - Démonstration technique de maîtrise de la remontée (4 points/20)

Une des épreuves pratiques est de démontrer dans le cadre d'une remontée, votre capacité à gérer finement l'air dans les gilets stabilisateurs en plus de votre poumon ballast. Un point clé de cette épreuve est d'avoir une flottabilité nulle à 3 mètres de profondeur.

- Un binôme est stabilisé sans air dans le gilet à 3 mètres. Pour se stabiliser à 25 m, le volume occupé par les deux gilets est de 6 litres à cette profondeur. Quel serait le volume occupé à 3 mètres par les deux gilets si on ne les purgeait pas lors de la remontée ?
- Le binôme a maintenant un excès de lestage de 4 kg. Quel doit être le volume occupé par les deux gilets pour être stabilisé à 25 mètres ? (Densité de l'eau égale à 1)
- Quel serait alors le volume pris par les deux gilets à 3 mètres de profondeur si on ne les purgeait pas lors de la remontée ?
- Pourquoi est-il plus facile de gérer les gilets dans le premier cas ?

Question 3 - Température et pression (2 points/20)

Pourquoi un détendeur de plongée fournit-il toujours un air froid ?

Question 4 - Vision subaquatique (3 points/20)

- a) Citer quatre raisons pour lesquelles avoir une lampe en plongée en tant que GP-N4 permet d'agrémenter et de sécuriser la plongée de jour comme de nuit.
- b) Citer l'impact du port du masque sur la vision en plongée.

Question 5 - Lestage (5 points/20)

Vous allez en mer Rouge lors de la sortie plongée annuelle du club. Se pose souvent le problème du lestage approprié avec des blocs en aluminium.

Données :

- *Densité de l'aluminium : $D_{alu} = 2,7$*
- *Volume interne des blocs : 11,1 L*
- *Poids réel des blocs « vide » : 14,3 kg*

On ne tiendra pas compte de la robinetterie dans les calculs demandés.

On rappelle les relations suivantes :

- *Poids réel d'un objet = Volume de matière * Densité de la matière*
- *Poussée d'Archimède = Volume occupé dans l'eau * Densité de l'eau*

les forces sont en kilogramme [kg], les volumes en litre [L] et les densités sont sans unité.

- a) Montrer que le volume de matière d'un bloc en aluminium est de $V_{matière} = 5,3$ L. En déduire le volume total occupé par le bloc.
- b) Calculer la poussée d'Archimède sur ce bloc dans une eau de densité 1,04.

Pour la sécurité et le confort du plongeur, le lestage idéal est celui qui permet de se maintenir entre 3 et 6 mètres de profondeur uniquement avec le poumon ballast et un bloc à 50 bar.

On sait que l'air atmosphérique (à 1 bar) a une masse volumique de 1,3 g/L.

- c) Calculer le poids réel de l'air contenu dans le bloc à la pression de 50 bar. En déduire le poids réel du bloc dans ces conditions.
- d) Calculer le poids apparent du bloc dans l'eau dans ces conditions.
- e) Comment compenser la flottabilité du bloc ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

Question 1 - Consommation en air (6 points/20)

On veut comparer les consommations moyennes entre un Guide de Palanquée et un plongeur encadré PE20 peu chevronné.

Données :

<i>Pour le Guide Palanquée - N4</i>	<i>Pour le PE20</i>
<i>Bloc de 15 L</i>	<i>Bloc de 12 L</i>
<i>Pression initiale bloc : 200 bar</i>	<i>Pression initiale bloc : 210 bar</i>
<i>Pression finale bloc : 110 bar</i>	<i>Pression finale bloc : 50 bar</i>

Paramètres de plongée : 20 mètres ; 40 minutes

Profondeur moyenne d'évolution : 11 mètres

a) Calculer la quantité d'air « équivalent surface » consommée par chacun des deux plongeurs.

Le cadre GP-N4 consomme 90 bar dans un 15 L, donc $90 \times 15 = 1350 \text{ bar.L}$	0,5
Le plongeur PE20 consomme 160 bar dans un 12 L, donc $160 \times 12 = 1920 \text{ bar.L}$	0,5

b) En déduire, les consommations moyennes, en L/min arrondi à l'entier le plus proche,

- En équivalent surface
- A la profondeur moyenne d'évolution.

Consommation moyenne en équivalent surface pour 40 min de plongée : ○ Pour le cadre GP-N4, $\frac{1350}{40} = 34 \text{ bar.L/min}$ ○ Pour le plongeur PE20, $\frac{1920}{40} = 48 \text{ bar.L/min}$	1
Consommation moyenne à la profondeur moyenne de 11 m, pour 40 min de plongée : ○ Pour le GP-N4, $\frac{34}{2,1} = 16 \text{ L/min}$ ○ Pour le plongeur PE20, $\frac{48}{2,1} = 23 \text{ L/min}$	1

c) Enoncer trois points liés au plongeur encadré, à son équipement et à l'environnement expliquant le fait que sa consommation est supérieure à celle de son guide.

Stabilisation encore avec l'aide des palmes donc efforts plus importants que le GP, trop de gonflage et dégonflage gilet, lestage pas optimal, plus grandes fréquence et amplitude de ventilation, plus grande susceptibilité au froid ou moins bonne protection isothermique, position dans l'eau pas assez hydrodynamique, un peu trop d'enthousiasme ou un peu de stress...	3
--	---

Question 2 - Démonstration technique de maîtrise de la remontée (4 points/20)

Une des épreuves pratiques est de démontrer dans le cadre d'une remontée, votre capacité à gérer finement l'air dans les gilets stabilisateurs en plus de votre poumon ballast. Un point clé de cette épreuve est d'avoir une flottabilité nulle à 3 mètres de profondeur.

- a) Un binôme est stabilisé sans air dans le gilet à 3 mètres. Pour se stabiliser à 25 m, le volume occupé par les deux gilets est de 6 litres à cette profondeur. Quel serait le volume occupé à 3 mètres par les deux gilets si on ne les purgeait pas lors de la remontée ?

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$; d'où $3,5 \cdot 6 = 1,3 \cdot V_2$; donc $V_2 = \frac{3,5 \cdot 6}{1,3} = 16 \text{ L}$	1
--	---

- b) Le binôme a maintenant un excès de lestage de 4 kg. Quel doit être le volume occupé par les deux gilets pour être stabilisé à 25 mètres ? (Densité de l'eau égale à 1)

Le poids réel augmente de 4 kg, donc la poussée d'Archimède doit augmenter d'autant et dans une eau de densité 1 le volume doit augmenter de 4 L. Donc $6 + 4 = 10 \text{ L}$	1
---	---

- c) Quel serait alors le volume pris par les deux gilets à 3 mètres de profondeur si on ne les purgeait pas lors de la remontée ?

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$; d'où $3,5 \cdot 10 = 1,3 \cdot V_2$; donc $V_2 = \frac{3,5 \cdot 10}{1,3} = 27 \text{ L}$	1
--	---

- d) Pourquoi est-il plus facile de gérer les gilets dans le premier cas ?

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Dans le premier cas on purge tout l'air des gilets à la remontée, soit 16 L à évacuer. - Dans le second cas il faut garder 4 L dans les gilets pour être stabilisé à 3 mètres. Le volume à extraire du gilet est de $27 - 4 = 23 \text{ L}$. - On doit purger moins souvent/longtemps les deux gilets dans le premier cas. | 1 |
|---|---|

Question 3 - Température et pression (2 points/20)

Pourquoi un détendeur de plongée fournit-il toujours un air froid ?

Les variations de pression d'un gaz s'accompagnent de variation de température dans le même sens. Ainsi si la pression augmente, la température du gaz augmente et si la pression du gaz baisse, la température baisse.	1
---	---

Un détendeur a comme rôle d'abaisser la pression de l'air issu du bloc de plongée (par détente) pour l'avoir à la pression ambiante. Cette détente refroidit l'air.	1
---	---

Question 4 - Vision subaquatique (3 points/20)

- a) Citer quatre raisons pour lesquelles avoir une lampe en plongée en tant que GP-N4 permet d'agrémenter et de sécuriser la plongée de jour comme de nuit.

- Éclairage des cavités, grottes, intérieur d'épave... - Restitution des couleurs en particulier le rouge qui disparaît avant 10 m - Attirer l'attention d'un plongeur qui ne nous regarde pas (champ visuel réduit) - Communiquer en éclairant sa main ou en décrivant des cercles sur le fond..., - Lire les instruments - Etre vu de ses partenaires, en surface...	2
---	---

- b) Citer l'impact du port du masque sur la vision en plongée

Diminution du champ visuel par effet d'ocillères à cause de la jupe du masque et par réfraction des rayons lumineux au niveau de la vitre du masque	0,5
Rapprochement et grossissement des objets vus sous l'eau à cause de la réfraction des rayons lumineux	0,5

Question 5 - Lestage (5 points/20)

Vous allez en mer Rouge lors de la sortie plongée annuelle du club. Se pose souvent le problème du lestage approprié avec des blocs en aluminium.

Données :

- Densité de l'aluminium : $D_{alu} = 2,7$
- Volume interne des blocs : 11,1 L
- Poids réel des blocs « vide » : 14,3 kg

On ne tiendra pas compte de la robinetterie dans les calculs demandés.

On rappelle les relations suivantes :

- Poids réel d'un objet = Volume de matière * Densité de la matière
- Poussée d'Archimède = Volume occupé dans l'eau * Densité de l'eau

les forces sont en kilogramme [kg], les volumes en litre [L] et les densités sont sans unité.

- a) Montrer que le volume de matière d'un bloc en aluminium est de $V_{matière} = 5,3$ L. En déduire le volume total occupé par le bloc.

A partir de $P_{réel_bloc_vide} = V_{matière} * D_{alu}$ on exprime $V_{matière} = \frac{P_{réel_bloc_vide}}{D_{matière}} = \frac{14,3}{2,7} = 5,3$ L	1
$V_{total} = V_{intérieur} + V_{matière} = 11,1 + 5,3 = 16,4$ L	0,5

- b) Calculer la poussée d'Archimède sur ce bloc dans une eau de densité 1,04.

$P_{Archi} = V_{bloc} * D_{eau} = 16,4 * 1,04 = 17$ kg	0,5
--	-----

Pour la sécurité et le confort du plongeur, le lestage idéal est celui qui permet de se maintenir entre 3 et 6 mètres de profondeur uniquement avec le poumon ballast et un bloc à 50 bar.

On sait que l'air atmosphérique (à 1 bar) a une masse volumique de 1,3 g/L.

- c) Calculer le poids réel de l'air contenu dans le bloc à la pression de 50 bar. En déduire le poids réel du bloc dans ces conditions.

50 bar dans un volume de 11,1 L => $50 * 11,1 = 555$ bar.L (air équivalent surface)	0,5
$P_{réel_air} = 555 * 1,3 = 722$ g d'air soit 0,722 kg	0,5
$P_{réel_bloc} = P_{réel_bloc_vide} + P_{réel_air} = 14,3 + 0,722 = 15$ kg	0,5

- d) Calculer le poids apparent du bloc dans l'eau dans ces conditions.

$P_{app} = P_{réel_bloc} - P_{Archimède} = 15 - 17 = -2$ kg	0,5
--	-----

- e) Comment compenser la flottabilité du bloc ?

Flottabilité négative ; le bloc fait remonter	0,5
On doit lester le plongeur d'au moins 2 kg	0,5