

Résolution de problème : Autonomie en plongée et profondeur

En plongée sous-marine, plus le plongeur descend, plus la pression P de l'eau qui l'entoure est forte. Le détendeur relié à la bouteille d'air comprimé que respire le plongeur, délivre un air à la même pression P que celle exercée par l'eau qui l'entoure. Mathis, élève de première et plongeur occasionnel se demande combien de temps il va pouvoir rester en plongée avec sa bouteille d'air comprimée.

DOC 1 Loi de Mariotte

À température constante et pour une quantité de gaz donnée, le produit de la pression P par le volume V d'un gaz est constant.



DOC 2 Loi de la statique des fluides

La loi fondamentale de la statique des fluides est la relation entre la variation de pression ($P_B - P_A$) entre deux points A et B d'un fluide et la différence d'altitude ($z_A - z_B$) :

$$(P_B - P_A) = \rho \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$

- ρ est la masse volumique du fluide (en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) ;
- $\rho = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ dans le cas de l'eau ;
- g est l'intensité de pesanteur (en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$) ;
- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ à la surface de la Terre.

DOC 3 Données utiles

Une bouteille d'air comprimé standard a un volume de 12 L et une pression de 200 bar lorsqu'elle est pleine.



La fréquence respiratoire moyenne f_R d'un homme est de 22 inspirations par minutes pour un volume inspiré V_i de 0,5 L d'air par inspiration.

Pression à la surface de la mer : $P_{\text{atm}} = 1,0 \text{ bar}$

1 bar = 1000 hPa = 10^5 Pa

Problème

En utilisant les documents ci-dessus déterminer la durée de plongée maximale à 10m de profondeur puis à 40 m de profondeur avec une bouteille d'air comprimé standard. Conclure sur le principal paramètre influençant l'autonomie en plongée et répondre à Mathis.