



Plongée – Préparation du Niveau 2 – Exercices de physique corrections

N°1

Un plongeur de 70 kg a un volume de 75 litres. Quel lestage doit il mettre pour avoir une flottabilité nulle? :

- a) Au lac d'Alfeld où l'eau à une densité de 1
- b) En mer où l'eau à une densité de 1,03

a) calcul du poids apparent du plongeur : $P_{\text{apparent}} = \text{Préel-Parchimède}$
Poids réel = 70 kg
Poussée d'Archimède = poids du volume d'eau déplacée = $75 \cdot 1 = 75$ kg

$P_{\text{ap}} = 70 - 75 = -5$ kg . Le poids apparent est négatif, la flottabilité est positive, le plongeur flotte. Pour annuler cette flottabilité le plongeur devra prendre une ceinture de lest de 5kg.

b) calcul du poids apparent du plongeur : $P_{\text{apparent}} = \text{Préel-Parchimède}$
Poids réel = 70 kg
Poussée d'Archimède = poids du volume d'eau déplacée = $75 \cdot 1,03 = 77,25$ kg soit 77 kg

$P_{\text{ap}} = 70 - 77 = -7$ kg . Le poids apparent est négatif, la flottabilité est positive, le plongeur flotte. Pour annuler cette flottabilité le plongeur devra prendre une ceinture de lest de 7kg

N°2

Un plongeur ventile (consomme) 20 litres d'air par minute en surface. Il plonge à 20 mètres durant 30 minutes. Sachant qu'il est parti avec un bloc de 12 litres gonflé à 200 bar, quelle est la pression de sa bouteille à la fin de la plongée? (On considèrera les temps de descente et de montée nuls).

Méthode : pour pouvoir facilement traiter tous les problèmes où des volumes de gaz interviennent, il faut toujours se ramener à la pression atmosphérique.

Exemple, pour la bouteille du plongeur de l'exercice, la bouteille de 12 litres est gonflée à 200 bars. Que représente le volume d'air à la pression atmosphérique de 1 bar. Application de la loi de Mariotte.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$200 \cdot 12 = 1 \cdot V_2 \quad \text{d'ou } V_2 = 2400 \text{ litres.}$$

12 litres à 200 bars équivalent à 2400 litres à 1 bar.

Le plongeur ventile (consomme) 20 litres d'air en surface. Au fond ses poumons sont toujours les mêmes et il ventilerà toujours de le même volume; cependant au lieu de respirer de l'air à 1 bar il ventilerà de l'air correspondant à la pression où il se trouve. Ici à 20 mètres il ventilerà 20 litres par minutes d'air à 3 bars pendant 30 minutes. Il consommera donc : $20 \cdot 30 = 600$ litres d'air à 3 bars.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$3 \cdot 600 = 1 \cdot V_2 \quad \text{d'ou } V_2 = 1800 \text{ litres. Les 600 litres d'air consommés à 3 bars représentent 1800 litres d'air à 1 bar.}$$

Comme dans sa bouteille il avait 2400 litres d'air à 1 bar, qu'il en a consommé 1800 litres à 1 bar, il reste donc $2400 - 1800 = 600$ litres d'air à 1 bar.

Si nous faisons rentrer ces 600 litres d'air à 1 bar dans une bouteille de 12 litres, la pression sera :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$1 \cdot 600 = P_2 \cdot 12 \quad \text{d'ou } P_2 = 600/12 \quad P_2 = 50 \text{ bars.}$$

Il restera dans la bouteille 50 bars à la fin de la plongée.

N°3

Une ancre de 3,5 kg de poids réel et de volume 1 dm³ repose sur un fond de 40 mètres. Un plongeur dispose d'un parachute de relevage de 5 litres. Combien d'air doit il injecter dans le parachute pour commencer à faire remonter l'ancre ? (On prendra la masse volumique de l'eau égale à 1kg/dm³).

A quelle profondeur l'air débordera t'il du parachute ?

Poids apparent = Poids réel - Poussée d'Archimède

Poussée d'archimède = 1kg

Donc poids apparent : 3,5-1=2,5 kg

Il faudra donc mettre 2,5 litres d'air dans le parachute pour rendre à cette ancre une flottabilité nulle.

A 40 mètres, la pression est de 5 bars, donc le parachute contiendra 2,5 litres d'air à 5 bars.

Le parachute sera plein lorsque son contenu atteindra 5 litres.

A quelle pression le volume du parachute atteindra 5 litres ?

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$5 \cdot 2,5 = P_2 \cdot 5$ d'ou $P_2 = (5 \cdot 2,5)/5 = 2,5$. Le parachute sera plein lorsque la pression ambiante sera de 2,5 bars soit à 15 mètres.

N°4

Un plongeur descend sur un fond de 20 mètres et y reste 25 minutes, puis continue à descendre jusqu'à 40 mètres. Il remonte ensuite faire son palier de 30 minutes à 3 mètres. Il consomme en surface 15 litres par minute et son bloc de 12 litres était gonflé à 200 bars. Sachant qu'il lui restait 30 bars à la sortie de l'eau combien de temps est il resté à 40 mètres ? (Temps de descente et de remontées considérés comme nuls)

Le raisonnement est le même que pour l'exercice N°2. On établit la somme des consommations à la pression atmosphérique et l'on fait le bilan.

Consommation à 20 mètres : $15 \cdot 3 \cdot 25 = 1125$ litres d'air à 1 bar

Consommation à 40 mètres : $15 \cdot 5 \cdot T = 15 \cdot 5 \cdot T$ litres d'air à 1 bar (T étant le temps ou il est resté à 40 mètres donc à 5 bars)

Consommation à 3 mètres : $15 \cdot 1,3 \cdot 30 = 585$ litres d'air à 1 bar (pression à 3 mètres = 1,3 bars)

Il y avait dans la bouteille au démarrage : $12 \cdot 200 = 2400$ litres d'air à 1 bar

En remontant il restait : $12 \cdot 30 = 360$ litres d'air à 1 bar

Il a donc consommé : $2400 - 360 = 2040$ litres d'air à 1 bar.

Il suffit d'écrire les égalités :

$$2040 = 1125 + 15 \cdot 5 \cdot T + 585 \quad \text{d'ou } 15 \cdot 5 \cdot T = 2040 - 1125 - 585 \quad \text{soit } 15 \cdot 5 \cdot T = 330 \text{ d'ou}$$

$$T = 330 / 15 \cdot 5 \quad \text{soit } T = 4,4 \text{ minutes}$$

N°5

Un plongeur trouve en mer de densité 1.03, une caisse remplie d'or, (on peut toujours rêver) de masse volumique 19,3 kg/dm³ et de dimensions : longueur : 0,40 m, largeur : 20 cm et hauteur : 10 cm

a) quel est le poids apparent de cette caisse ?

- b) le plongeur dispose d'un parachute de relevage de 200 litres. Combien d'air doit il injecter dans le parachute pour commencer à faire remonter le précieux chargement ?
- c) Cette caisse se trouve sur un fond de 40 mètres. Le plongeur reste 20 minutes à accrocher le parachute et le gonfler. Il était parti avec un bloc de 15 litres gonflé à 230 bar et il consomme en surface 20 litres par minute, quelle pression restera t'il à la fin de la plongée ? (on considérera les temps de descente et de remontée comme nuls). A quelle profondeur le parachute à t'il débordé ?

Volume de la caisse : dimensions exprimées en dm donc $V = 4 \times 2 \times 1 = 8 \text{ dm}^3$

Poids réel de la caisse : $P_r = 8 \times 19,3 = 154,4 \text{ kg}$

Poussée d'archimède : $P_{ar} = 8 \times 1,03 = 8,24 \text{ kg}$

Poids apparent : $P_{ap} = 154,4 - 8,24 = 146,16 \text{ Kg}$.

Il faudra donc mettre $146,16 / 1,03 = 141,90$ litres d'air dans le parachute. (Attention ici 1 litre d'eau de mer pèse 1,03kg)

En ce qui concerne le débordement du parachute,

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$5 \times 141,90 = P_2 \times 200$ d'ou $P_2 = (5 \times 141,9) / 200$ $P_2 = 3,55$ bars soit débordement à 25,5 mètres.

Cet air mis dans le parachute représente à 1 bar :

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$5 \times 141,90 = 1 \times V_2$ soit $V_2 = 709,8$ litres d'air à 1 bar. Arrondis à 710 litres.

Consommation du plongeur :

$20 \times 5 \times 20 = 2000$ litres

Total consommé : $2000 + 710 = 2710$ litres à 1 bar.

Total au démarrage : $15 \times 230 = 3450$ litres à 1 bar (contenu de la bouteille)

Reste air non consommé : $3450 - 2710 = 740$ litres à 1 bar.

Pression dans la bouteille de 15 litres : $P_1 V_1 = P_2 V_2$ soit $1 \times 740 = P_2 \times 15$

$P_2 = 740 / 15 = 49,33$ bars.