

# Exercices de physique

## FLOTTABILITE / MARIOTTE

- 1) Un plongeur est équilibré en surface. (6 points)
- Comment évoluera sa flottabilité à 30m (justifiez) ?
  - Donnez un exemple expliquant cette variation de flottabilité ?
  - Ce plongeur introduit 7 litres d'air dans son SGS à 30m pour se rééquilibrer. Quel volume d'air le plongeur aura-t-il dans son gilet à 10m puis à 5m sans action sur son gilet ?
  - Pourquoi purge-t-on le ou les gilets durant une assistance de 30m ?

1) plongeur équilibré en surface

- Flottabilité négative car le poids réel > poussée d'Archimède
- Diminution du volume de la combinaison ; Diminution des volumes déformables du corps (organes...)
- $P_1.V_1 = P_2.V_2$   
30 m :  $P_1.V_1 = 4 \times 7 = 28$   
10 m :  $(4 \times 7) / 2 = 14$  L  
5 m :  $(4 \times 7) / 1,5 = 18,66$  L  
Régulation de l'augmentation de volume des gilets qui influencera la poussée d'Archimède et modifiera la vitesse ascensionnelle

---

### Exercice I

Vous avez acheté récemment un appareil photo avec un caisson. Ce caisson étant de grand volume, il présente une flottabilité positive.

Le caisson a un volume de 3,5 l. L'ensemble caisson plus appareil photo a un poids réel de 3 kg.

- a) Dans de l'eau douce dont la masse volumique est égale à 1 kg/l, quel est le poids apparent de l'ensemble caisson plus appareil photo ? (2 points)

$$P_{\text{apparent}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{Archimède}} = 3 - 3,5 \times 1 = -0,5 \text{ kg}$$

Vous souhaitez que votre ensemble possède une flottabilité neutre. Pour cela, vous mettez une pièce métallique de masse volumique 5 kg/l dans le caisson.

- b) Quelle masse de métal mettez-vous dans le caisson ? (2 points)

Pour que  $P_{\text{apparent}}$  soit = à 0, il faut ajouter 0,5 kg de métal dans le caisson

- c) Quel est le volume de ce morceau de métal ? (1 point)

$$\text{Masse Volumique} = \text{Masse} / \text{Volume}$$

$$\text{Volume} = \text{Masse} / \text{Masse Volumique} = 0,5 / 5 = 0,1 \text{ L}$$

En fin de compte vous n'avez pas la place de mettre ce morceau de métal dans le caisson et vous êtes donc obligé de le fixer sur le caisson (à l'extérieur de celui-ci). Le montage ne présente alors plus une flottabilité neutre.

- d) Pourquoi ? A-t-il une flottabilité positive ou négative ? (1 point)

On augmente le volume de l'ensemble en fixant la pièce à l'extérieur, la poussée d'Archimède augmente aussi, la flottabilité sera positive

Vous décidez donc de mettre un peu plus de matière et vous attachez un morceau de 0,15 l à l'extérieur du caisson.

e) Sachant que vous plongez dans une mer dont la masse volumique est de 1,03 kg/l, quel est le poids apparent de l'ensemble ? (1 point)

$$P_{\text{Réel}} = 3 + 5 \times 0,15 = 3,75 \text{ kg}$$

$$P_{\text{Archimède}} = (3,5 + 0,15) \times 1,03 = 3,76 \text{ kg (3,7595)}$$

$$P_{\text{Apparent}} = -0,01 \text{ kg}$$

---

3) Vous souhaitez plonger sur une épave à 40m pendant 21 min. Vous disposez d'un bloc de 15 litres pouvant être gonflé à 230 bars maximum. Votre consommation est de 20 litres d'air par minute en surface. La fin de votre plongée est fixée à 80 bars.

Quelle doit être la pression minimale de votre bloc pour pouvoir réaliser cette plongée ? (6 points)

3) A 40 m soit 5 bars, la consommation est de  $20 \times 5 = 100$  L d'air à la minute

La consommation pour 21 min de plongée :  $21 \times 100 = 2100$  litres d'air

Pression équivalente dans le bloc :  $2100/15 = 140$  bars

Pression minimale du bloc :  $140 + 80 = 220$  bars

---

4) Vous souhaitez compléter 12 blocs de 12L de 180b à 230b?

Pour cela vous disposez de 2 tampons de 50L à 300b.

Pouvez-vous effectuer cette opération en utilisant les tampons simultanément ?

Même question en les utilisant successivement.

Donnez la pression restante dans les tampons. Détaillez vos calculs. (6 points)

4) Il manque 50b dans chaque bloc.

$12 \times 12 \times 50 = 7200$  L sont donc nécessaires pour gonfler l'ensemble des blocs.

$70 \times 50 \times 2 = 7000$  L si on souhaitait gonfler avec les tampons en simultanée à 230b il manquerait 200L

Donc ce n'est pas possible de gonfler les 12 blocs à 230b

ou  $(2 \times 50 \times 300 + 180 \times 12 \times 12) / (12 \times 12 + 50 + 50) = 229,1$  bars. Je ne peux donc compléter mes blocs à 230b avec les tampons simultanément.

Si on souhaitait gonfler avec les tampons en simultanée à 230b il manquerait 200L

Donc ce n'est pas possible de gonfler les 12 blocs à 230b

En successif : c'est possible :

$$50 \times 300 + 180 \times 12 \times 12 / (12 \times 12 + 50) = 15000 + 25920 / 194$$

Pression d'équilibre à 210,9 (tampon n°1 et blocs)

Il manque 19,1b dans chaque 12L

$$12 \times 12 \times 19,1 = 2750,4 \text{ L}$$

$15000 - 2750,4$  : volume restant dans le second tampon

---

#### Exercice IV

Vous utilisez un compresseur de 25 m<sup>3</sup>/heure pour gonfler les 15 blocs de votre séance piscine de 12 litres à 200 bars. Combien de temps l'opération vous prendra-t-elle sachant que chaque bloc possède 50 bars ?

Volume nécessaire en air détendu :  $15 \times 12 \times (200 - 50) = 27000$  NL

Temps nécessaire = Volume nécessaire / débit du compresseur :  $27000/25000 = 1,08$  h (soit un peu moins de 1h et 5 minutes)

## DALTON

2) On considère une bouteille gonflée à l'air

A quelle profondeur ce mélange devient toxique avec un seuil de toxicité de l'O<sub>2</sub> à 1.6b? (2 points)

2) Toxicité de l'air

a. Les éléments importants sont la toxicité de l'oxygène lorsque la Pp= 1,6 bars et la toxicité de l'azote lorsque la Pp= 5,6 bars.

Ainsi pour l'O<sub>2</sub> : Pabs= Pp/%= 1,6/ 0,2= 8 bars soit 70 m

### Exercice III

a) Quelle est la pression partielle de l'azote avec un mélange air à 40m ? (1 point)

PpN<sub>2</sub> = 5x0,8 = 4b

b) Quel pourcentage d'azote devriez-vous avoir dans votre mélange pour avoir la même pression partielle d'azote mais à 45m cette fois-ci ? (2 points)

PpN<sub>2</sub> = 4 = 5,5 x CN<sub>2</sub>

Soit CN<sub>2</sub> = 4/5,5 = 73% (72,72%)

c) Est-ce que la pression partielle d'oxygène de ce mélange à 45m est acceptable ? (1 point)

CO<sub>2</sub> = 27%

PpO<sub>2</sub> = 5,5x0,27 = 1,49b (1,485) (1,5b avec les valeurs exactes de CN<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub>)

Acceptable d'un point de vue réglementaire mais pas d'un point de vue de la bonne pratique (>1,4b)

## LOI DE CHARLES

### Exercice II

A la sortie du gonflage, le manomètre indique une pression de 230b dans votre bloc de 12l. La température du bloc est estimée à 37° C. Sachant qu'il va rester stocké toute la nuit dans votre garage où la température est de 17° C, quelle sera le lendemain la pression dans votre bloc ?

Rappel : 0° C = 273 K

Pinit/Tinit = Pfinale/Tfinale

230/(273+37) = Pfinale / (273+17)

Pfinale = 215b (215,16)

## PRESSIONS PARTIELLES

Vous décidez de limiter la narcose pour une plongée à 45m en créant un Nitrox équivalent à 40m à l'air.

a) Quelle est la pression partielle de l'azote avec un mélange air à 40m ? (1 point)

$$PpN_2 = 5 \times 0,8 = 4b$$

b) Quel pourcentage d'azote devriez-vous avoir dans votre mélange pour avoir la même pression partielle d'azote mais à 45m cette fois-ci ? (2 points)

$$PpN_2 = 4 = 5,5 \times CN_2$$

$$\text{Soit } CN_2 = 4/5,5 = 73\% (72,72\%)$$

c) Est-ce que la pression partielle d'oxygène de ce mélange à 45m est acceptable ? (1 point)

$$CO_2 = 27\%$$

$$PpO_2 = 5,5 \times 0,27 = 1,49b (1,485) (1,5b \text{ avec les valeurs exactes de } CN_2 \text{ et } CO_2)$$

Acceptable d'un point de vue réglementaire mais pas d'un point de vue de la bonne pratique (>1,4b)

2) On considère une bouteille gonflée à l'air

A quelle profondeur ce mélange devient toxique avec un seuil de toxicité de l'O<sub>2</sub> à 1.6b? (2 points)

a. Les éléments importants sont la toxicité de l'oxygène lorsque la Pp= 1,6 bars et la toxicité de l'azote lorsque la Pp= 5,6 bars.

Ainsi pour l'O<sub>2</sub> : Pabs= Pp/0,2= 8 bars soit 70 m