

QUESTION 1 (3 points).

Un plongeur tout équipé pèse 100 kg et déplace un volume d'eau de 102 litres.

- Calculer le poids du lest qui lui est nécessaire en eau douce (densité 1).
- Calculer le poids du lest qui lui est nécessaire en eau salée (densité 1,03).

QUESTION 2 (6 points)

Un plongeur est assimilé à un seul compartiment de 10', dont le coefficient de sursaturation est de 2,38. Il est immergé à 40 m pendant 40'. L'air se compose de 80% d'azote et de 20% d'oxygène.

- Quelle sera la tension d'azote dans le compartiment 10' ?
- Peut-il remonter sans palier et sinon, quelle sera la profondeur du premier palier ?
- Ce même compartiment est immergé dans un lac d'altitude avec une pression atmosphérique de 0,7 bar, même durée, même profondeur et même composition de l'air. Ce compartiment est saturé à la pression ambiante avant l'immersion. Quelle sera sa tension d'azote dans le compartiment 10' ?
- Peut-il remonter sans palier et sinon, quelle sera la profondeur du premier palier ?

QUESTION 3 (4 points)

Vous disposez de 3 tampons de 30 l de volume chacun, avec une pression de 200 bars. Vous voulez gonfler à 190 bars précisément votre bloc de 15 l, dans lequel il reste une pression de 20 bars.

- Décrivez l'opération.
- Indiquez la pression résiduelle dans chaque tampon.

QUESTION 4 (2 points)

Vous disposez d'un mélange Nitrox contenant 36% d'Oxygène et 64% d'Azote. Jusqu'à quelle profondeur pouvez-vous l'utiliser sans dépasser 1,6 bar de pp O₂ ?

QUESTION 5 (2 points)

Vous souhaitez plonger au Nitrox à 40 mètres sans dépasser une PpO₂ de 1,5 bar. Quelle devra être la teneur maximale en O₂ du mélange ?

QUESTION 6 (3 points)

Les plongeurs pensent souvent qu'ils consomment beaucoup d'air pour descendre à la profondeur souhaitée. Il existe une autre hypothèse pour expliquer ce phénomène : Votre bloc de 15 l vient d'être gonflé à 200 bars. Il est à une température de 40°C.

- Quelle sera sa pression dans une eau à 9° ?
- Comment s'appelle la loi physique qui régit ce phénomène ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

QUESTION 1 (3 points).

Un plongeur tout équipé pèse 100 kg et déplace un volume d'eau de 102 litres.

a) Calculer le poids du lest qui lui est nécessaire en eau douce (densité 1).

- $P_{app} = Pr_{eel} - P_{archi} = Pr_{eel} \text{ plongeur} - (Vol \text{ plongeur} \times densité \text{ eau}) = 100 - 102 \times 1 = - 2 \text{ kg}$
- *Il doit rajouter 2 Kg de lest*

b) Calculer le poids du lest qui lui est nécessaire en eau salée (densité 1,03).

- $P_{app} = 100 - 102 \times 1,03 = - 5 \text{ kg.}$
- *Il doit rajouter 5 kg de lest*

QUESTION 2 (6 points)

Un plongeur est assimilé à un seul compartiment de 10', dont le coefficient de sursaturation est de 2,38. Il est immergé à 40 m pendant 40'. L'air se compose de 80% d'azote et de 20% d'oxygène.

a) Quelle sera la tension d'azote dans le compartiment 10' ?

- $TN_2 = T_o + (T_f - T_o) \times X$ avec $X = (2^{nb \text{ de périodes}} - 1) / 2^{nb \text{ de périodes}}$
- *Nb de périodes = 4, donc $X = (16 - 1) / 16 = 0,9375$ (93,75%)*
- *D'où $TN_2 = 0,8 \times 1 + (5 \times 0,8 - 0,8 \times 1) \times 0,9375 = 0,8 + (4 - 0,8) \times 0,9375 = 3,8 \text{ bars}$*

b) Peut-il remonter sans palier et sinon, quelle sera la profondeur du premier palier ?

- $Sc = TN_2 / P_{abs} \rightarrow P_{abs} = TN_2 / Sc$
- *D'où $P_{abs} = 3,8 / 2,38 = 1,6 \text{ bar} \rightarrow \text{soit palier à 6 m.}$*

c) Ce même compartiment est immergé dans un lac d'altitude avec une pression atmosphérique de 0,7 bar, même durée, même profondeur et même composition de l'air. Ce compartiment est saturé à la pression ambiante avant l'immersion. Quelle sera sa tension d'azote dans le compartiment 10' ?

- $TN_2 = 0,8 \times 0,7 + (4,7 \times 0,8 - 0,8 \times 0,7) \times 0,9375 = 0,56 + (3,76 - 0,56) \times 0,9375 = 3,56 \text{ bars}$

d) Peut-il remonter sans palier et sinon, quelle sera la profondeur du premier palier ?

- $Sc = TN_2 / P_{abs} \rightarrow P_{abs} = TN_2 / Sc$
- *D'où $P_{abs} = 3,56 / 2,38 = 1,5 \rightarrow \text{profondeur plafond} = 5 \text{ m soit palier à 6 m.}$*

QUESTION 3 (4 points)

Vous disposez de 3 tampons de 30 l de volume chacun, avec une pression de 200 bars. Vous voulez gonfler à 190 bars précisément votre bloc de 15 l, dans lequel il reste une pression de 20 bars.

c) Décrivez l'opération.

- Dans cette configuration, il faut gonfler les blocs successivement sur les tampons
- En effet, si on mettait les tampons en équilibre avec le bloc, on aurait
- $(P_{\text{bloc}} \times V_{\text{bloc}}) + (P_{\text{tampons}} \times V_{\text{tampons}}) = P_{\text{bloc + tampon}} \times V_{\text{bloc + tampons}}$
- D'où $P_{\text{bloc + tampon}} = 20 \times 15 + 200 \times 3 \times 30 / (15 + 3 \times 30) = (300 + 18\,000) / 105 = 174,3$ bars or on veut 190 bars

d) Indiquez la pression résiduelle dans chaque tampon.

- On branche le bloc sur le 1^{er} tampon : $P_1 = 20 \times 15 + 200 \times 30 / (15 + 30) = 6\,300 / 45 = 140$ bars
- Puis sur le 2^{ème} tampon : $P_2 = 140 \times 15 + 200 \times 30 / (15 + 30) = 8\,100 / 45 = 180$ bars
- Si on met le bloc et le 3^{ème} tampon en équilibre, on a :
 $P_3 = 180 \times 15 + 200 \times 30 / (15 + 30) = 8\,700 / 45 = 193$ bars ce qui est trop
- On veut 190 bars dans le bloc en fin de gonflage, donc il doit contenir $190 \times 15 = 2\,850$ litres.
- Après le gonflage sur le 2^{ème} tampon, on a :
 - $180 \times 15 = 2\,700$ litres dans le bloc
 - et $30 \times 200 = 6\,000$ litres dans le 3^{ème} tampon
- Il faut donc transférer $2\,850 - 2\,700 = 150$ litres du 3^{ème} tampon vers le bloc
- Il restera $6000 - 150 = 5\,850$ litres dans le 3^{ème} tampon, d'où $P_3 = 5\,850 / 30 = 195$ bars

QUESTION 4 (2 points)

Vous disposez d'un mélange Nitrox contenant 36% d'Oxygène et 64% d'Azote. Jusqu'à quelle profondeur pouvez-vous l'utiliser sans dépasser 1,6 bar de pp O₂ ?

- $PpO_2 \text{ maxi} = P_{\text{abs}} \times \% O_2 \text{ mélange} \rightarrow P_{\text{abs}} = PpO_2 \text{ maxi} / \% O_2 \text{ mélange}$
- $P_{\text{abs}} = 1,6 / 0,36 = 4,44$ bars soit une profondeur de 34,4 mètres → 34 mètres (sécurité)

QUESTION 5 (2 points)

Vous souhaitez plonger au Nitrox à 40 mètres sans dépasser une PpO₂ de 1,5 bar. Quelle devra être la teneur maximale en O₂ du mélange ?

$$PpO_2 \text{ maxi} = P_{\text{abs}} \times \% O_2 \text{ mélange} \rightarrow \% O_2 \text{ mélange} = PpO_2 \text{ maxi} / P_{\text{abs}} = 1,5 / 5 = 0,3 \text{ soit } 30 \%$$

QUESTION 6 (3 points)

Les plongeurs pensent souvent qu'ils consomment beaucoup d'air pour descendre à la profondeur souhaitée. Il existe une autre hypothèse pour expliquer ce phénomène : Votre bloc de 15 l vient d'être gonflé à 200 bars. Il est à une température de 40°C.

a) Quelle sera sa pression dans une eau à 9°?

- $P_1 / T_1 = P_2 / T_2 \rightarrow P_2 = P_1 \times T_2 / T_1$
- *Les températures doivent être converties en Kelvin*
- $T_1 = 273 + 40 = 313 \text{ K} ; T_2 = 273 + 9 = 282 \text{ K}$
- $P_2 = 200 \times 282 / 313 = 180 \text{ bars}$

b) Comment s'appelle la loi physique qui régit ce phénomène ?

La loi de Charles.