

Question N° 1 : (5 points)

Pour préparer une sortie plongée, vous disposez de 6 bouteilles tampons de 50 litres à 240 b. Vous devez gonfler 4 blocs de 15 litres. Les 2 premiers sont vides et il reste 100 b dans les 2 derniers. Toutes les pressions sont lues au manomètre

- Si vous gonflez les 4 blocs en même temps, quelle sera la pression après équilibre ?
- Vous décidez d'arrêter le gonflage des 4 blocs à 200 b.
Quelle sera la pression résiduelle dans les bouteilles tampons ?
- Après 24h, la pression mesurée sur un bloc est de 190 b, la température du local est de 20 °C.
Quelle était la température du gaz dans ce bloc à la fin du gonflage ?

Question N° 2 : (3 points)

On considère un mélange gazeux à 65 % N₂ et 35 % O₂.

- Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère le seuil de toxicité de l'oxygène à 1,6 bar ?
- Quelle est la profondeur équivalente air pour ce mélange dans le cas d'une plongée à 30 m ?

Question N° 3 : (5 points)

Un compartiment de période 20 minutes, saturé à la pression atmosphérique, est immergé à l'air durant 40 minutes à une profondeur de 40 m ?

- Quelle sera sa tension d'azote à la fin de son immersion ?
- Le coefficient de sursaturation critique (noté Sc) de ce compartiment est égal à 2,04.
Expliquez par le calcul quelle serait la conséquence d'un retour immédiat en surface après cette immersion ?
- Quelle sera donc la profondeur théorique du premier palier ?

Question N 4 : (4 points)

Un plongeur est équipé d'un bloc de 15 litres. Ce plongeur consomme en surface 20 l/min. Il arrive au palier de 6 mètres avec 50 bars dans son bloc et doit y rester deux minutes. Il doit également effectuer un second palier de 18 minutes à 3 mètres.

- Aura-t-il suffisamment d'air pour terminer ses paliers ?
- Que pensez-vous de l'attitude de ce plongeur ?

Question N° 5 : (3 points)

Le pilote du bateau désire que vous accrochiez un parachute à l'ancre afin de procéder à son relevage. Le mouillage se trouve à 35 m et pèse 104 Kg. Sa densité est de 8. Le parachute a un volume de 100 litres, son poids est négligeable. La densité de l'eau est de 1.03.
Quel volume d'air faut-il introduire dans le parachute pour que l'ensemble décolle ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

Question N° 1 : (5 points)

Pour préparer une sortie plongée, vous disposez de 6 bouteilles tampons de 50 litres à 240 b. Vous devez gonfler 4 blocs de 15 litres. Les 2 premiers sont vides et il reste 100 b dans les 2 derniers. Toutes les pressions sont lues au manomètre

- a) Si vous gonflez les 4 blocs en même temps, quelle sera la pression après équilibre ?
- Dans les blocs : $15+15+(15 \times 100)+(15 \times 100) = 3\ 030$ litres d'air
 - Dans les tampons : $6 \times 50 \times 240 = 72\ 000$ litres d'air
 - Volume total tampons + blocs : $(6 \times 50) + (15 \times 4) = 300 + 60 = 360$ litres
 - Après équilibrage : $(72\ 000 + 3\ 030) / 360 = 208,41$ bars soit 208 bars
- b) Vous décidez d'arrêter le gonflage des 4 blocs à 200 b. Quelle sera la pression résiduelle dans les bouteilles tampons ?
- Dans les blocs il y a 3030 litres d'air
 - On veut au final : $15 \times 200 \times 4 = 12\ 000$ litres d'air dans les blocs
 - Il faut donc rajouter : $12\ 000 - 3\ 030 = 8\ 970$ litres d'air des tampons
 - Il restera dans les tampons : $72\ 000 - 8\ 970 = 63\ 030$ litres d'air
 - Soit : $63\ 030 / 300 = 210,10$ bars soit 210 bars
- c) Après 24h, la pression mesurée sur un bloc est de 190 b, la température du local est de 20 °C. Quelle était la température du gaz dans ce bloc à la fin du gonflage ?
- Loi de Charles : $P_1/T_1 = P_2/T_2$ (les T° sont en °Kelvin)
 - On a : $20 + 273 = 293$ Kelvin pour la température de la pièce
 - $200/T_1 = 190/293 \rightarrow T_1 = 200 \times 293 / 190 = 308,42$ K soit 308 K
 - Soit : $308 - 273 = 35$ °C

Question N° 2 : (3 points)

On considère un mélange gazeux à 65 % N₂ et 35 % O₂.

- a) Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère le seuil de toxicité de l'oxygène à 1,6 bar ?
- $P_{pO_2} = P_{abs} \times \% O_2 \text{ max (1.6 bar)}$
 - $P_{abs} = 1.6 / 0.35 = 4.57$ b $\rightarrow 35.70$ m donc 35 mètres (on arrondit dans le sens de la sécurité)
- b) Quelle est la profondeur équivalente air pour ce mélange dans le cas d'une plongée à 30 m ?
- $P \text{ équivalente} = (\% N_2 \text{ nitrox} / 100) \times P_{abs} / (\% N_2 \text{ air} / 100)$
 - Donc $(65 / 100) \times 4 / (80 / 100) = 3,25$ bars soit 22.5 mètres

Question N° 3 : (5 points)

Un compartiment de période 20 minutes, saturé à la pression atmosphérique, est immergé à l'air durant 40 minutes à une profondeur de 40 m ?

- a) Quelle sera sa tension d'azote à la fin de son immersion ?
- $T_{N_2} = T_0 + (T_f - T_0) \times \% \text{saturation et } 40 \text{ min} = 2 \text{ périodes donc } \% = 0.75$
 - $T_{N_2} = 0.8 + (4 - 0.8) \times 0.75 = 3.2$ bars

- b) Le coefficient de sursaturation critique (noté Sc) de ce compartiment est égal à 2,04. Expliquez par le calcul quelle serait la conséquence d'un retour immédiat en surface après cette immersion ?
- $Sc = TN2 / Pabs$
 - Avec un retour immédiat en surface : $TN2 / 1 = 3.2b > 2.04$ soit risque d'ADD
- c) Quelle sera donc la profondeur théorique du premier palier ?
- $Pabs = TN2/Sc$ soit $3.2 / 2.04 = 1.57$ bar
 - D'où une profondeur de 5,7 m soit un palier à 6m

Question N 4 : (4 points)

Un plongeur est équipé d'un bloc de 15 litres. Ce plongeur consomme en surface 20 l/min. Il arrive au palier de 6 mètres avec 50 bars dans son bloc et doit y rester deux minutes. Il doit également effectuer un second palier de 18 minutes à 3 mètres.

- a) Aura-t-il suffisamment d'air pour terminer ses paliers ?
- Air disponible : $15 \times 50 = 750$ litres
 - Conso à 6 m : $20 \times 2 \times 1,6 = 64$ l
 - Conso à 3 m : $20 \times 18 \times 1,3 = 468$ l
 - Soit $64 + 468 = 532$ l / $15 = 35b$
 - Il reste donc $50 - 35 = 15$ bars dans son bloc
 - Le plongeur a assez d'air pour terminer sa désaturation.
- b) Que pensez-vous de l'attitude de ce plongeur ?
- A la vue des paliers à réalisés à 6 et 3 m, la plongée a du être profonde et/ou longue.
 - Même si ce plongeur à suffisamment d'air pour faire ces paliers, il n'y a pas de marge de sécurité en terme de réserve d'air. Cette situation aurait pu devenir compliquée s'il devait partager son air à un membre de sa palanquée suite à une panne.
 - Il aurait du mieux planifier sa plongée (- profonde ou - longue)

Question N° 5 : (3 points)

Le pilote du bateau désire que vous accrochiez un parachute à l'ancre afin de procéder à son relevage. Le mouillage se trouve à 35 m et pèse 104 Kg. Sa densité est de 8. Le parachute à un volume de 100 litres, son poids est négligeable. La densité de l'eau est de 1.03.

Quel volume d'air faut-il introduire dans le parachute pour que l'ensemble décolle ?

- Poids réel ancre = 104 kg
- Densité = Masse / Volume donc Volume ancre : $104/8 = 13$ litres
- P app ancre = $104 - V$ ancre \times densité eau mer
- P app ancre = $104 - 13 \times 1,03 = 90,61$ kg
- Il faut que P archi parachute = $90,61$ kg pour décoller l'ensemble
- P archi parachute = P réel parachute - V parachute \times densité eau
- Donc V parachute = P réel parachute - V parachute / densité eau = $0 - 90,61 / 1,03 = 87,97$ litres
- Il faut donc mettre environ 88 l d'air dans le parachute pour décoller l'ensemble