

Exercices de physique pour plongeurs

Sur les pressions

$$P \text{ ambiante} = P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hydro}}$$

Au niveau mer : $P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$

En montagne : $P_{\text{atm}} < 1 \text{ bar}$ (le calcul en fonction de l'altitude sera vu dans le cours sur la plongées en altitude)

$$P_{\text{hydro}} = H \times d / 10$$

Eau douce : $d = 1$ (c'est le cas standard pour calculer P_{hydro})

Eau « chargée » : $d > 1$ (eau salée 1,02 à 1,03 ou liquide plus dense)

Application N°1

Lac pour lequel $P_{\text{atm}} = 0,8 \text{ bar}$, profondeur 40 m. P_{abs} ?

P_{hydro} à 40 m : 4 bars

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hydro}} = 0,8 + 4 = 4,8 \text{ bars}$$

Application N°2

P_{abs} à 40 m dans liquide de densité 1,2 ?

- a) au niveau mer
- b) avec $P_{\text{atm}} = 0,9$

$$P_{\text{hydro}} = H \times d / 10 = 40 \times 1,2 / 10 = 4,8 \text{ bar}$$

- a) $P_{\text{abs}} = 1 + 4,8 = 5,8 \text{ b}$
- b) $P_{\text{abs}} = 0,9 + 4,8 = 5,7 \text{ b}$

Mariotte

N°1

Un ballon fait en surface (mer) 14 L. Quel sera son volume à 15 m ? (eau de densité 1)

$$P \times V = P_1 \times V_1$$

$$1 \times 14 = 2,5 \times V_1$$

$$14 = 2,5 \times V_1$$

$$V_1 = 14 / 2,5 = 5,6 \text{ L}$$

Même exercice avec $P_{\text{atm}} = 0,8 \text{ b}$ et eau de densité 1,03 :

$$P_{\text{hydro}} 15\text{m} = 15 \times 1,04 / 10 = 1,56 \text{ bar} \Rightarrow P_{\text{abs}} = 0,8 + 1,56 = 2,36 \text{ bar}$$

$$0,8 \times 14 = 2,36 \times V_1$$

$$V_1 = 0,8 \times 14 / 2,36 = 4,7 \text{ L}$$

Archimède

N°1

Ancre de 35 kg, volume de 23 L. Poids apparent en eau douce ?

Rappel : Poids apparent : Poids réel de l'objet – Poussée d'Archimède

$$\text{Papp} : 35 - (23 \times 1) = 12 \text{ kg}$$

N°2

Ancre de volume de 20 L, densité de 3 dans une eau de densité 1,3. Poids apparent ?

Rappel : Poids app. = Volume objet x densité objet – Vol objet x densité du liquide déplacé

$$\text{Poids app.} = (20 \times 3) - (20 \times 1,3) = 60 - 26 = 34 \text{ kg ou}$$

$$\text{Poids app.} = 20 \times (3 - 1,3) = 20 \times 1,7 = 34 \text{ kg}$$

N°3

objet de volume 60 L, densité de 2, à une profondeur de 50 m en eau douce, bloc de 12 L où il reste 20 bars . Parachute de relevage et de poids apparent nul.

Le bloc est-il suffisant pour gonfler le parachute ? Si non, à quelle profondeur ce sera bon ?

$$\text{Papp} = \text{Poids réel} - \text{PA} = (60 \times 2) - (60 \times 1) = 60 \text{ kg}$$

Volume d'Air disponible : $12 \times 20 = 240 \times 1(\text{en surface}) = L \times 6$ (à 50m)

Volume d'Air dispo à 50m : $240/6 = 40 \text{ L}$

Volume minimum du parachute = 60 L donc ne décolle pas avec le bloc, il manque 20 L

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$6b \times 40 \text{ L} = P_2 \times 60 \text{ L}$$

$$P_2 = (6 \times 40)/60 = 240/60 = 4 \text{ bars soit } 30 \text{ m}$$

N°4

Poids apparent d'1 kg de plomb en eau douce, en eau de mer (Méditerranée $d = 1,027$ – Mer rouge $d = 1,030$) (densité du plomb = 11,35)

Rappel : Poids app. = Volume objet x densité objet – Volume objet x densité du liquide déplacé

Poids app = *Volume objet* (densité objet – densité du liquide déplacé)

Poids réel = *Volume objet x densité objet = 1* => *Volume objet = 1/ densité objet*

$$\text{Poids app} = 1/ \text{densité objet} \times (\text{densité objet} - \text{densité du liquide déplacé})$$

$$\begin{aligned} \text{Poids app} &= \text{densité objet} / \text{densité objet} - \text{densité du liquide déplacé} / \text{densité objet} \\ &= 1 - \text{densité liquide} / \text{densité objet} \end{aligned}$$

Eau douce :

$$\text{Poids app} = 1 - 1/11,35 = 10,35 / 11,35 = 0,91 \text{ kg}$$

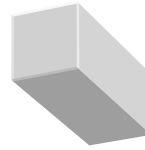
Eau de mer :

$$\text{Poids app} = 1 - 1,027 / 11,35 = 0,909 \text{ kg}$$

N°5

Glaçon de 10 litre = 10 dm³ – densité = 0,92 – Quel est son volume émergé ?

$P_{app} = 10 \times 0,92 - 10 \times 1 = -0,8 \text{ kg} \Rightarrow$ il flotte
Equilibre établi pour la partie immergée



Eau douce :

Volume immergé : $10 \times 0,92 - V \times 1 = 0$

D'où $V = 9,2 \text{ l}$

Volume émergé : $10 - 9,2 = 0,8 \text{ litre}$

Liquide $d = 1,3$:

Volume immergé : $10 \times 0,92 - V \times 1,3 = 0$

D'où $V = 9,2 / 1,3 = 7,07$

Volume émergé : $10 - 7,07 = 2,92 \text{ litre}$

Dalton

$P_pG = P_{abs} \times \% G$

N°1

Un plongeur respire de l'air avec une $P_{pO_2} = 1,4 \text{ bar}$. A quelle profondeur se trouve-t-il ?

$P_{abs} = P_{pO_2} / \%O_2 = 1,4 / 0,2 = 7 \text{ bar}$

\Rightarrow Mer : $P_{atm} = 1 \text{ bar}$ d'où $P_{hyd} = 6 \text{ bar} \Rightarrow$ Prof = 60 m

\Rightarrow Lac : $P_{atm} = 0,8 \text{ bar}$ d'où $P_{hyd} = 7 - 0,8 = 6,2 \text{ bar} \Rightarrow$ Prof = 62 m

N°2

Un plongeur ne veut pas dépasser une P_{pN_2} de 3,6 bar. A quelle profondeur est-il limité ?

$P_{abs} = P_{pN_2} / \%N_2 = 3,6 / 0,8 = 4,5 \text{ bar} \Rightarrow$ en mer, Prof = 35 m

S'il veut plonger à 40 m, quel % N_2 max doit-il utiliser ?

$\%N_2 = P_{pN_2} / P_{abs} = 3,6 / 5 = 0,72 \Rightarrow 72\% N_2 \Rightarrow O_2 = 28\%$

Quelle est la P_{pO_2} subie avec ce mélange ?

$P_{pO_2} = 5 \times 0,28 = 1,4 \text{ bar} \Rightarrow$ inférieur au seuil de toxicité (1,6) donc plongée possible.