

Pression d'un gaz : autonomie d'un plongeur

Loi de Boyle Mariotte et loi de la statique des fluides



Le volume d'une bouteille d'air utilisée pour la plongée sous-marine est égal à $V_0=15L$. La pression de l'air contenu dans la bouteille est égale à $P_0=200bars$.

Le problème auquel vous devez répondre au cours de cette étude est le suivant : en considérant que le plongeur inhale $v=30L$ d'air par minute, pendant combien de temps peut-il rester à 30m de profondeur ?

I. Problème : comment sont reliés pression et volume d'un gaz ?

1. Manipulation et mesures :

On emprisonne une quantité n de gaz dans une seringue dont le volume initial est $V=20cm^3$.

On relie la seringue à un manomètre électronique (pressiomètre) qui indique la pression p du gaz.

Au moyen de la vis, on augmente le volume V de la seringue.

On relève les valeurs de la pression pour les valeurs de V indiquées dans le tableau.

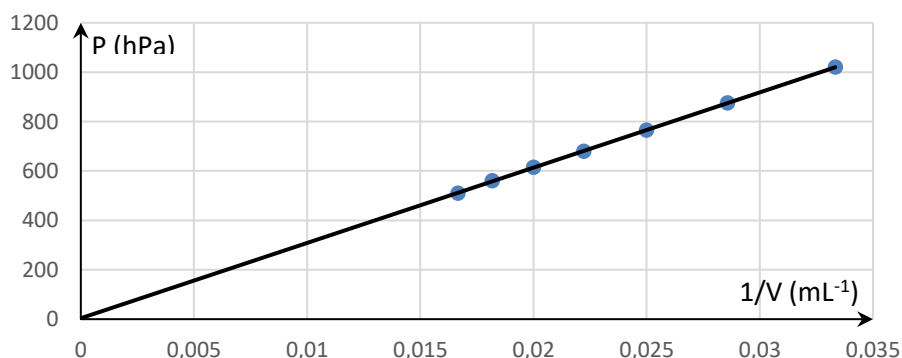


V (mL)	30	35	40	45	50	55	60
1/V (mL ⁻¹)	0,03333333	0,02857143	0,025	0,02222222	0,02	0,01818181	0,01666667
p (hPa)	1020	875	765	680	615	560	510

2. Exploitation :

Hypothèse : La pression d'un gaz est inversement proportionnelle au volume qu'il occupe

Vérification : on trace le graphe représentant P en fonction de 1/V



Conclusion : On obtient une droite qui passe par l'origine représentative d'une fonction linéaire du type $P = k \cdot \frac{1}{V}$.

La pression est bien inversement proportionnelle au volume du gaz.

II. Problème n°2 : comment évolue la pression en fonction de la profondeur dans l'eau ?

■ Protocole et mesures :

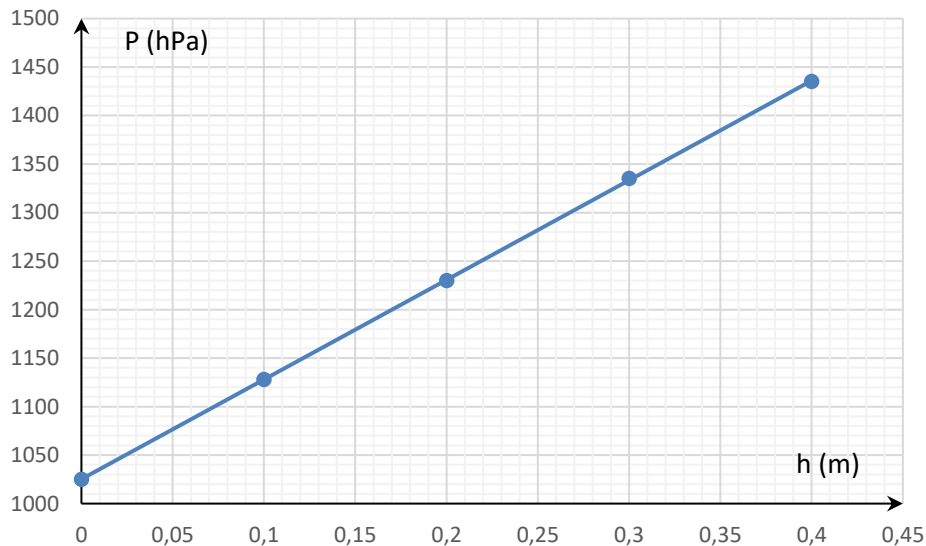
On mesure la pression de l'eau pour différentes profondeurs

H (m)	0	0,1	0,2	0,3	0,4
P (Pa)	1025	1128	1230	1335	1435

■ Exploitation des mesures :

On désire vérifier que la pression augmente en fonction de la profondeur

- On trace P en fonction de V (manuel ou avec Excel)



- On modélise la courbe obtenue

On obtient une droite représentative d'une fonction affine du type $P = a \cdot h + b$

Où a est le coefficient directeur de la droite et b l'ordonnée à l'origine.

Calcul de a : on choisit deux points de la droite : $A(0,35 ; 1340)$ et $B(0,05 ; 1075)$

$$a = \frac{1375 - 1075}{0,35 - 0,05} = 1000$$

Détermination de b :

Par lecture graphique : $b = 1025$

D'où $P = 100 \times h + 1025$ où h s'exprime en mètre et P en hPa.

Remarque : conversion de la relation en bar : $P = 0,1 \times h + 1$

III. Conclusion :

Proposer une réponse organisée au problème posé : combien de temps le plongeur peut-il rester à la profondeur de 30 m ?

Calcul de la pression à 30 m :

$$P_{30} = 100 \times 30 + 1025 = 4025 \text{ hPa} = 4 \text{ bar}$$

Calcul du volume d'air disponible à la pression de 4 bar :

Loi de Boyle-Mariotte :

Pression	Inverse du volume
200	$\frac{1}{15}$
4	$\frac{1}{V_0}$

$$\frac{1}{V_0} = \frac{(4 \times \frac{1}{15})}{200} = 1,33 \times 10^{-3} \text{ L}^{-1}$$
$$\text{d'où } V_0 = \frac{1}{1,33 \times 10^{-3}} = 750 \text{ L}$$

Ou bien :

$$P_0 \cdot V_0 = P_{30} \cdot V_{30} \text{ d'où } V_{30} = \frac{P_0 \cdot V_0}{P_{30}} \quad \text{A.N. } V_{30} = \frac{200 \times 15}{4} = 750 \text{ L}$$

Calcul de la durée :

On sait que le plongeur inhale 30L d'air par minute.

$$\Delta t = \frac{V_{30}}{30} = \frac{750}{30} = 25 \text{ min}$$