Métropole septembre 2022 sujet 2 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats
La physique de la plongée (10 points)

1. Equilibre dynamique du plongeur

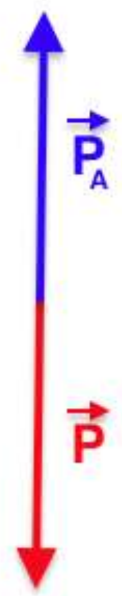
Q1.

Les deux forces modélisant les actions mécaniques exercées sur le système $\{\text{plongeur} + \text{équipement}\}$ en équilibre sont :

- Le poids $\vec{P}$
- La poussée d'Archimède $\vec{P}_A$

Q2.

système$\{\text{plongeur} + \text{équipement}\}$
Référentiel : Terrestre supposé galiléen
D'après la seconde loi de Newton :
$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$



Or le système en équilibre : $\vec{a} = \vec{0}$
$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{0}$
$\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{0}$
$\vec{P} + \vec{P}_A = \vec{0}$
$\vec{P} = -\vec{P}_A$
$\vec{P}$ et $\vec{P}_A$ ont la même valeur, la même direction et un sens opposé.

Q3.

Lors d'une inspiration, le volume augmente :

- $P = m \times g$ le poids ne change pas
- $P_A = \rho \cdot V \cdot g$ la poussée d'Archimède est proportionnelle au volume. Ainsi la poussée d'Archimède augmente.

$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$
$\vec{P} + \vec{P}_A = m\vec{a}$
$\vec{a}$ est vertical dirigée le même sens que $\vec{P}_A$ donc vers le haut.

2. Durée de la plongée

Q4.

D'après la loi des gaz parfaits :

$$PV = nRT$$

$$nRT = PV$$

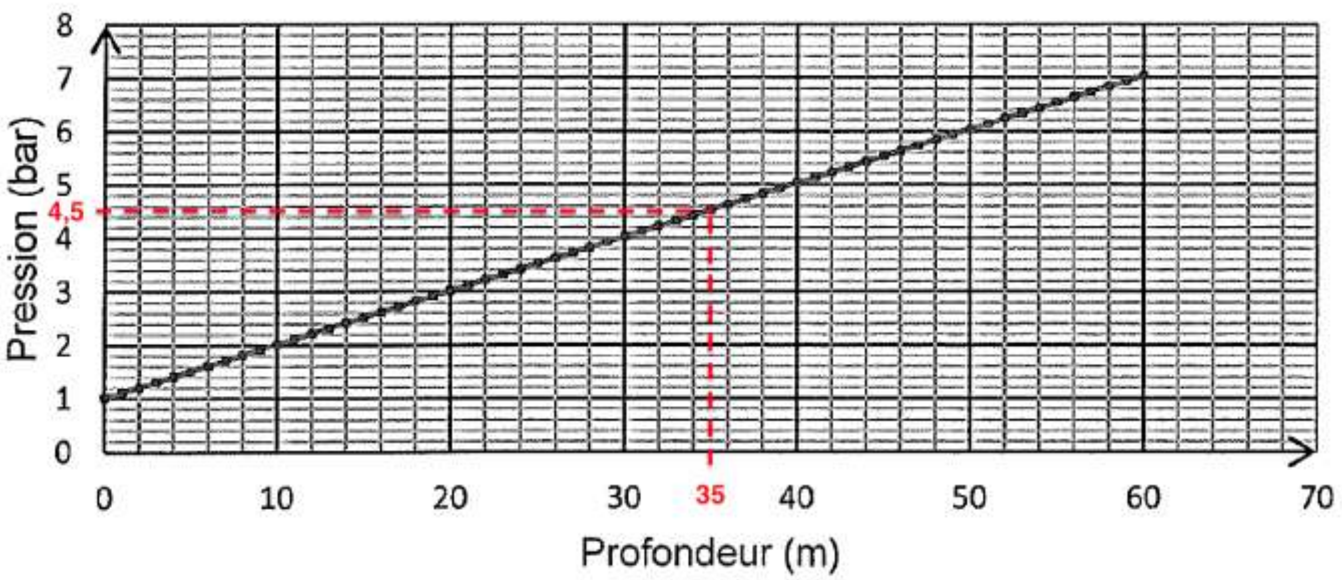
$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{230 \times 1 \times 10^5 \times 30 \times 10^{-3}}{8{,}31 \times 283}$$

$$n = 293 \text{ mol}$$

Q5.

Graphiquement, à 35m de profondeur la pression P à pour valeur P=4,5 bar



Q6.

Calculons le volume disponible à cette pression :

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V = \frac{293 \times 8{,}31 \times 283}{4{,}5 \times 1 \times 10^5}$$

$$V = 1{,}5 \text{ m}^3$$

$$V = 1{,}5 \times 10^3 \text{ L}$$

Le plongeur prévoit d'utiliser la moitié de l'air soit un

$$V_{utilisé} = \frac{V}{2}$$

$$V_{utilisé} = \frac{1{,}5 \times 10^3}{2}$$

$$V_{utilisé} = 7{,}5 \times 10^2 \text{ L}$$

Dans ces conditions le plongeur consomme 20,0 L d'air par minute :

$20{,}0\ L$	$1\ min$
$7{,}5 \times 10^2\ L$	t

$$t = \frac{7{,}5 \times 10^2 \times 1}{20{,}0}$$
$$t = 37{,}5\ \text{min}$$

A une profondeur de 35m, le plongeur pourra effectuer son exploration pendant 37,5 min.

3. Intérêt de la combinaison

Q7.

1 : $P_m \times \Delta t$ correspond à l'énergie fournie au plongeur par son métabolisme

2 : $\frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}} \times \Delta t$ correspond au transfert thermique entre le plongeur et l'eau

Q8.

$$\Delta U = m_p \times c_h \times \Delta T$$

Q9.

Premier principe de la thermodynamique :

$\Delta U = Q + W$

Ici $W = 0$

$\Delta U = Q$

$$\frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t}$$

Or

$$\Delta U = m_p \times c_h \times \Delta T$$
$$Q = P_m \times \Delta t + \frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}} \times \Delta t$$

$$\frac{m_p \times c_h \times \Delta T}{\Delta t} = \frac{P_m \times \Delta t + \frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}} \times \Delta t}{\Delta t}$$
$$m_p \times c_h \times \frac{\Delta T}{\Delta t} = P_m + \frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}}$$

Quand $\Delta t \to 0$, $\frac{\Delta T}{\Delta t} \to \frac{dT}{dt}$

$$m_p \times c_h \times \frac{dT}{dt} = P_m + \frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}}$$
$$R_{eq} \times \left(m_p \times c_h \times \frac{dT}{dt}\right) = R_{eq} \times \left(P_m + \frac{T_{eau} - T(t)}{R_{eq}}\right)$$
$$R_{eq} \times m_p \times c_h \times \frac{dT}{dt} = R_{eq} \times P_m + T_{eau} - T(t)$$

D'après l'énoncé : $\tau = R_{eq} \times m_p \times c_h$ et $T_f = P_m \times R_{eq} + T_{eau}$

Donc : $R_{eq} \times m_p \times c_h \times \frac{dT}{dt} = P_m \times R_{eq} + T_{eau} - T(t)$

$$\tau \times \frac{dT}{dt} = T_f - T(t)$$

On obtient une équation différentielle de la forme :

$$\tau \times \frac{dT}{dt} + T(t) = T_f$$

Q10.

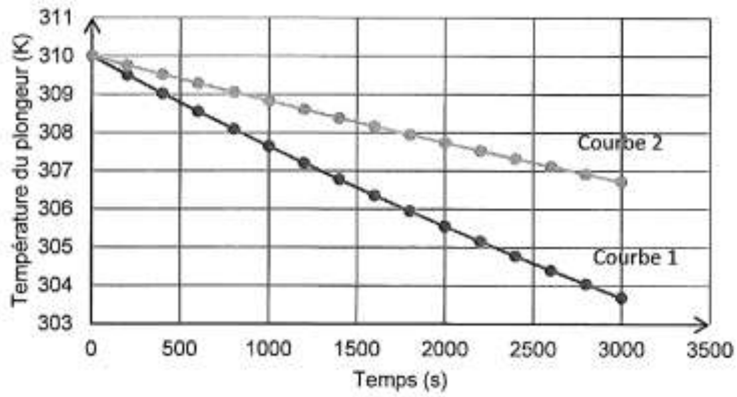
T_f est la température finale : la température d'équilibre du corps du plongeur.

Q11.

Lorsque le plongeur porte une combinaison, son corps refroidit moins rapidement.

Ainsi :

- La courbe 2 correspond à l'évolution de la température avec combinaison
- La courbe 1 correspond à l'évolution de la température sans combinaison



Calculons τ et T_f :

$\tau = R_{eq} \times m_p \times c_h$

$\tau = 5{,}0.10^{-2} \times 80 \times 3{,}5.10^{3}$

$\tau = 1{,}4.10^{4} s$

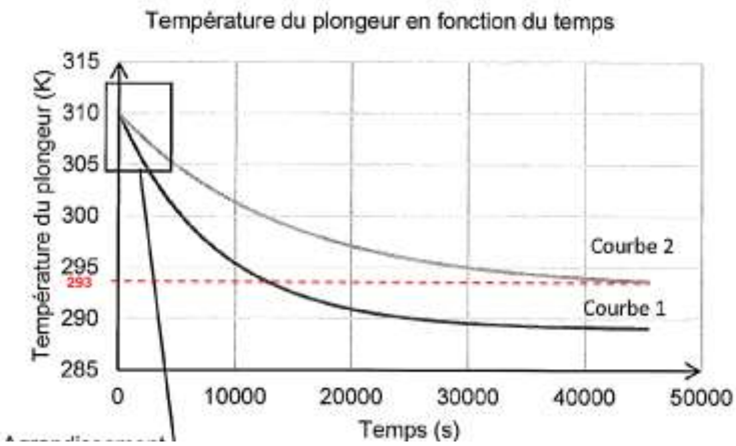
$T_f = P_m \times R_{eq} + T_{eau}$

$T_f = 200 \times 5{,}0.10^{-2} + 283$

$T_f = 293\ K$

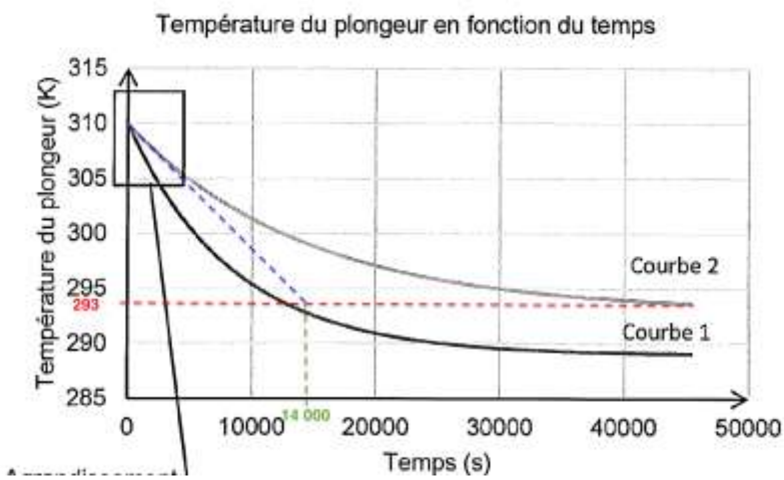
Graphiquement $T_f = 293\ K$ pour la courbe 2.

Le choix 2 est donc cohérent avec la valeur de T_f.



Graphiquement $\tau = 14000 = 1{,}4.10^{4} s$ pour la courbe 2.

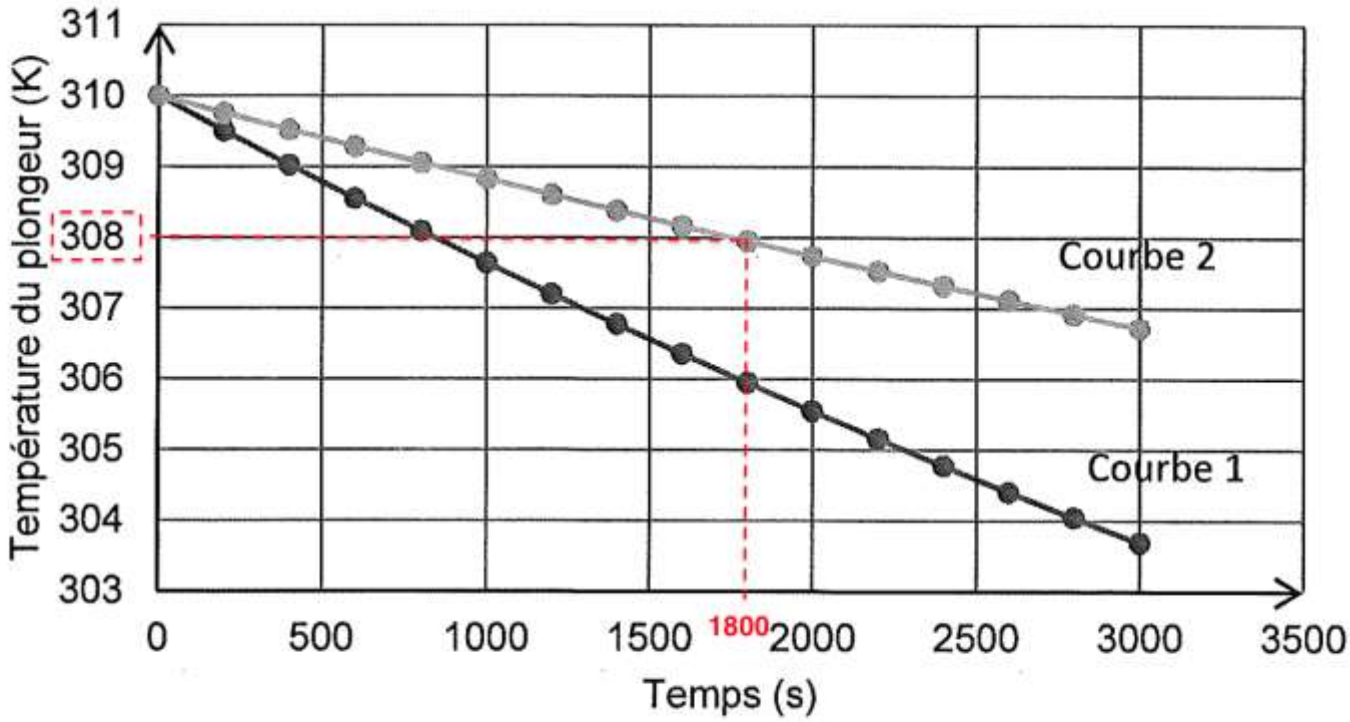
Le choix 2 est donc cohérent avec la valeur de τ.



Q12.

D’après les données, on considère qu’un homme est en hypothermie légère lorsque la valeur de la température intérieure de son corps est inferieure à 35°C.

$35°\mathrm{C} = 35 + 273 = 308\ \mathrm{K}$



Graphiquement, la température intérieure de son corps est inferieure à 35°C (308K) pour un temps supérieur à 1800s soit

$$\frac{1800}{60} = 30\ \mathrm{min}$$

Ce temps est suffisant pour faire une plongée.