La circulation thermohaline

Brevet 2021 Asie sujet 2 · Physique-chimie **25 points** **Durée conseillée 30 min**

1 Parmi les relations A, B et C, indiquer celle qui permet de calculer la masse volumique ρ. Préciser ce que représentent m et V.

Relation A : $\rho = \dfrac{m}{V}$, avec m la masse et V le volume.

MÉTHODE
L'unité donne la formule. Dans le tableau, la masse volumique est en g/mL : des grammes divisés par des millilitres, donc une masse divisée par un volume.

2 Calculer la masse volumique de l'eau à la surface de l'océan Atlantique Nord.

Données utiles échantillon de volume $V = 50{,}0$ mL et de masse $m = 51{,}2$ g

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{51{,}2\ \text{g}}{50{,}0\ \text{mL}} = 1{,}024\ \text{g/mL}$$

$\rho \approx 1{,}02\ \text{g/mL}$

PIÈGE
Oublier l'unité, ou diviser dans le mauvais sens : $50{,}0 \div 51{,}2 \approx 0{,}98$. Une eau salée ne peut pas avoir une masse volumique plus petite que celle de l'eau douce.

COMPRENDRE
Le résultat s'écrit en g/mL parce que la masse est en grammes et le volume en millilitres. Il se place bien dans le tableau, entre $1{,}00$ et $1{,}04$ g/mL.

3 Indiquer comment la masse volumique évolue en fonction de la salinité.

Données utiles tableau : salinité nulle, 35, 55 puis 200 g de sel par litre ; masses volumiques $1{,}00$; $1{,}02$ (question 2) ; $1{,}04$; $1{,}24$ g/mL

Tableau : quand la salinité passe de 0 à 35, 55 puis 200 g de sel par litre, la masse volumique passe de $1{,}00$ à $1{,}02$, $1{,}04$ puis $1{,}24$ g/mL.

Plus la salinité est grande, plus la masse volumique de l'eau est grande.

MÉTHODE
Pour décrire une évolution, ranger les valeurs d'une grandeur dans l'ordre croissant, puis regarder dans quel sens varie l'autre. Citer au moins deux couples de valeurs du tableau.

4 Indiquer si la masse volumique d'une eau et sa salinité sont deux grandeurs proportionnelles. Justifier.

Données utiles tableau : eau douce, salinité nulle et $\rho = 1{,}00$ g/mL

Si elles étaient proportionnelles, une salinité nulle donnerait une masse volumique nulle. Or, dans le tableau, l'eau douce a une salinité nulle et une masse volumique de $1{,}00$ g/mL.

La masse volumique et la salinité ne sont pas proportionnelles.

COMPRENDRE
Deux grandeurs qui augmentent ensemble ne sont pas forcément proportionnelles. Autre preuve : de 55 à 200 g par litre, la salinité est presque multipliée par 4, pas la masse volumique.

5 Indiquer comment évolue la masse volumique de l'eau en fonction de la température.

Données utiles graphique : masse volumique de l'eau (en kg/m³) en fonction de la température (en °C)

Sur le graphique, la courbe descend : la masse volumique vaut environ $1000\ \text{kg/m}^3$ à 5 °C et environ $990\ \text{kg/m}^3$ à 45 °C.

Plus la température de l'eau augmente, plus sa masse volumique diminue.

PIÈGE
Répondre seulement « elle change » ou « elle évolue ». Il faut donner le sens : la masse volumique diminue quand la température augmente.

6 Expliquer pourquoi l'observation faite lors de l'expérience du ballon est en accord avec le graphique.

Données utiles ballon rempli de $250{,}0$ g d'eau à 15 °C, placé dans de l'eau à 45 °C ; schémas : niveau initial et niveau final de l'eau dans le tube

Expérience : le niveau de l'eau dans le tube est plus haut à 45 °C qu'à 15 °C. L'eau chauffée occupe donc un volume plus grand.

La masse d'eau reste $250{,}0$ g. Comme $\rho = \dfrac{m}{V}$, si m ne change pas et si V augmente, alors ρ diminue.

Graphique : la masse volumique de l'eau passe d'environ $999\ \mathrm{kg/m^3}$ à 15 °C à environ $990\ \mathrm{kg/m^3}$ à 45 °C.

Expérience et graphique sont en accord : quand l'eau est chauffée, sa masse volumique diminue.

PIÈGE
Écrire que la masse d'eau augmente parce que le niveau monte. C'est le volume qui augmente : la masse reste la même.

MÉTHODE
Montrer un accord en trois temps : ce que montre l'expérience, ce que montre le graphique pour les mêmes températures, puis une phrase qui dit que les deux vont dans le même sens.

7 En utilisant les résultats des parties 1 et 2, expliquer la phrase : « Ces eaux froides et très salées vont alors couler. »

Données utiles partie 1 : la masse volumique augmente avec la salinité (question 3) ; partie 2 : la masse volumique diminue quand la température augmente (question 5)

Partie 1 : plus une eau est salée, plus sa masse volumique est grande.

Partie 2 : plus une eau est froide, plus sa masse volumique est grande.

Les eaux de surface des régions polaires sont froides et très salées : leur masse volumique est plus grande que celle des eaux qui les entourent.

Or un liquide de plus grande masse volumique passe sous un liquide de masse volumique plus petite.

Froides et très salées, ces eaux ont une plus grande masse volumique que les eaux voisines : elles coulent.

COMPRENDRE
C'est comme l'huile et l'eau : le liquide dont la masse volumique est la plus petite reste au-dessus, l'autre se place en dessous.

MÉTHODE
La question demande d'utiliser les deux parties : il faut une phrase sur la salinité, une phrase sur la température, puis la conclusion sur la masse volumique.