Spécialité : Traitement de l'eau d'un bassin d'ornement

Bac S 2017 Métropole (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Déterminer la valeur de la concentration massique en vert de malachite $(VM)^+(aq)$ de la solution aqueuse S_0.

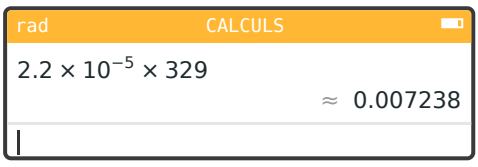
Données utiles $c_0 = 2{,}2 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $M((VM)^+) = 329\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

La concentration massique t_0 et la concentration molaire c_0 sont liées par la masse molaire : $t_0 = c_0 \times M$.

$$t_0 = 2{,}2 \times 10^{-5} \times 329 = 7{,}2 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$t_0 = 7{,}2 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, soit $7{,}2\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

À LA CALCULATRICE



COMPRENDRE

Deux chiffres significatifs, comme c_0, la donnée la moins précise. La « concentration massique » de ce sujet de 2017 s'appelle « concentration en masse » dans le programme actuel : c'est la même grandeur.

MÉTHODE

Vérifier par les unités : $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ donne bien des $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$. On multiplie par M, on ne divise pas.

2 Montrer que la loi de Beer-Lambert est vérifiée avec la gamme étalon réalisée par le technicien.

Données utiles $c_0 = 2{,}2 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; dilutions 5 fois, 2,5 fois et 2 fois ; $A_1 = 0{,}35$; $A_2 = 0{,}72$; $A_3 = 0{,}90$

Loi de Beer-Lambert : à une longueur d'onde donnée, l'absorbance est proportionnelle à la concentration de l'espèce colorée, $A = k \times c$.

Concentrations des solutions étalons (dilution d'un facteur F : $c = \dfrac{c_0}{F}$) :

$c_1 = \dfrac{2{,}2 \times 10^{-5}}{5} = 4{,}4 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $c_2 = \dfrac{2{,}2 \times 10^{-5}}{2{,}5} = 8{,}8 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $c_3 = \dfrac{2{,}2 \times 10^{-5}}{2} = 1{,}1 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Rapports $\dfrac{A}{c}$:

$\dfrac{A_1}{c_1} = \dfrac{0{,}35}{4{,}4 \times 10^{-6}} = 8{,}0 \times 10^4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\dfrac{A_2}{c_2} = \dfrac{0{,}72}{8{,}8 \times 10^{-6}} = 8{,}2 \times 10^4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\dfrac{A_3}{c_3} = \dfrac{0{,}90}{1{,}1 \times 10^{-5}} = 8{,}2 \times 10^4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$

Les trois rapports sont égaux à moins de 3 % près, ce qui est compatible avec la précision des mesures. De même, sur le graphique $A = f(c)$, les points sont alignés sur une droite passant par l'origine.

$\dfrac{A}{c} \approx 8{,}1 \times 10^4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ pour les trois solutions : A est proportionnelle à c, la loi de Beer-Lambert est vérifiée.

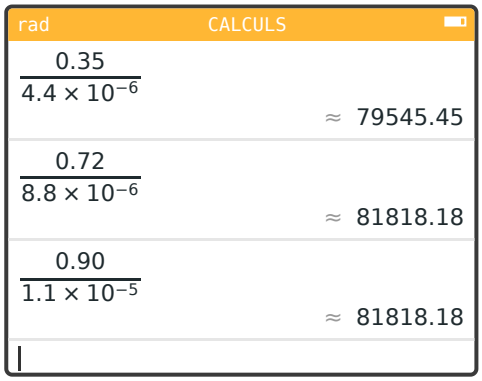
PIÈGE

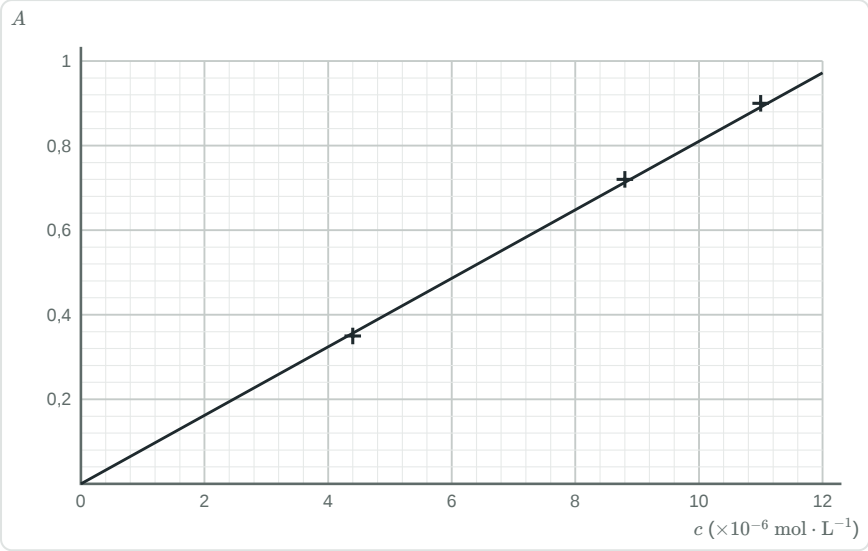
Dire seulement que A augmente quand c augmente ne prouve rien. Il faut établir la proportionnalité : rapport $\dfrac{A}{c}$ constant, ou droite passant par l'origine.

COMPRENDRE

Diluer 5 fois signifie diviser la concentration par 5. La solution la plus diluée, S_1, est donc la moins concentrée et la moins absorbante.

À LA CALCULATRICE





2 · Absorbance des solutions étalons en fonction de leur concentration

3 Déterminer le nombre de sacs de charbon actif de 500 g que doit utiliser le technicien pour éliminer le vert de malachite restant dans l'eau du bassin.

Données utiles $A_{\text{eau}} = 0{,}67$; $k = 8{,}1 \times 10^4\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (Q2) ; $M = 329\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $h = 0{,}50$ m ; $\ell = 3{,}0$ m ; $L = 8{,}0$ m ; 1 g de charbon actif retient au minimum 10 mg de vert de malachite

Concentration molaire de l'eau du bassin. $A_{\text{eau}} = 0{,}67$ est dans le domaine de la gamme étalon (entre 0,35 et 0,90) : la loi de Beer-Lambert s'applique.

$$c_{\text{eau}} = \frac{A_{\text{eau}}}{k} = \frac{0{,}67}{8{,}1 \times 10^4} = 8{,}3 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Concentration massique. $t_{\text{eau}} = c_{\text{eau}} \times M = 8{,}3 \times 10^{-6} \times 329 = 2{,}7 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Volume d'eau. Le bassin est assimilé à un pavé droit : $V = h \times \ell \times L = 0{,}50 \times 3{,}0 \times 8{,}0 = 12\ \text{m}^3 = 1{,}2 \times 10^4\ \text{L}$

Masse de vert de malachite restant. $m = t_{\text{eau}} \times V = 2{,}72 \times 10^{-3} \times 1{,}2 \times 10^4 = 33\ \text{g}$ (valeur non arrondie de t_{eau} conservée), soit $3{,}3 \times 10^4$ mg.

Masse de charbon actif. 1 g de charbon retient au moins 10 mg de colorant : $m_{\text{charbon}} = \dfrac{3{,}3 \times 10^4}{10} = 3{,}3 \times 10^3\ \text{g}$

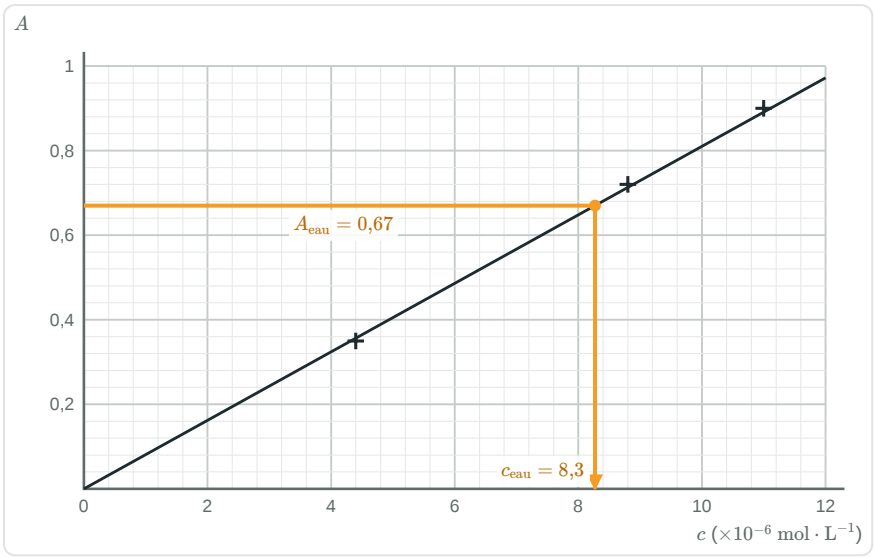
Nombre de sacs. $N = \dfrac{3{,}3 \times 10^3}{500} = 6{,}6$. Six sacs ne suffisent pas : on arrondit à l'entier supérieur.

Le technicien doit utiliser **7 sacs** de charbon actif de 500 g (environ 3,3 kg de charbon nécessaires).

PIÈGE
Oublier la conversion $1\ \text{m}^3 = 1000\ \text{L}$, ou mélanger grammes et milligrammes : l'erreur atteint alors un facteur 1000 sur le nombre de sacs.

COMPRENDRE
Une lecture graphique de l'abscisse du point d'ordonnée 0,67 donne $8{,}2$ à $8{,}3 \times 10^{-6}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et mène aussi à 7 sacs. La capacité annoncée étant un minimum, 7 sacs suffisent.

MÉTHODE
Résolution de problème : annoncer la chaîne (absorbance, concentration molaire, concentration massique, masse dans le bassin, charbon, sacs), puis une étape par ligne avec son unité. Garder les valeurs non arrondies en mémoire.



3 · Lecture de la concentration de l'eau du bassin sur la droite d'étalonnage

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{0.67}{8.1 \times 10^4} \approx 8.271605 \times 10^{-6}$$

$$\frac{0.67}{8.1 \times 10^4} \times 329 \approx 0.002721358$$

$$0.50 \times 3.0 \times 8.0 \approx 12$$

$$\frac{0.67}{8.1 \times 10^4} \times 329 \times 1.2 \times 10^4 \approx 32.6563$$

$$\frac{\frac{3.3 \times 10^4}{10}}{500} \approx 6.6$$