Spécialité : Tensioactifs

Bac S 2014 Liban (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Indiquer la partie hydrophile et la partie hydrophobe de l'ion dodécylsulfate, et la manière dont le schéma rend compte de la structure de l'ion.

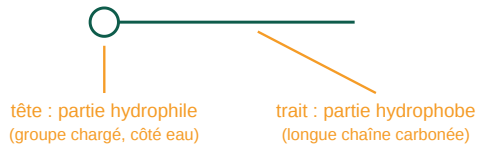
Données utiles ion dodécylsulfate $C_{12}H_{25}OSO_3^-$

Le cercle représente la **tête hydrophile** : le groupe $-OSO_3-$, chargé, qui a de l'affinité pour l'eau.

Le trait représente la **partie hydrophobe** : la longue chaîne carbonée $C_{12}H_{25}{}^-$, sans affinité pour l'eau.

Cercle = tête hydrophile $-OSO_3-$; trait = chaîne carbonée hydrophobe $C_{12}H_{25}{}^-$: l'ion est amphiphile.

COMPRENDRE
L'eau est un solvant polaire : elle entoure volontiers un groupe chargé. Une chaîne formée seulement de C et de H est apolaire, elle ne s'y mêle pas.



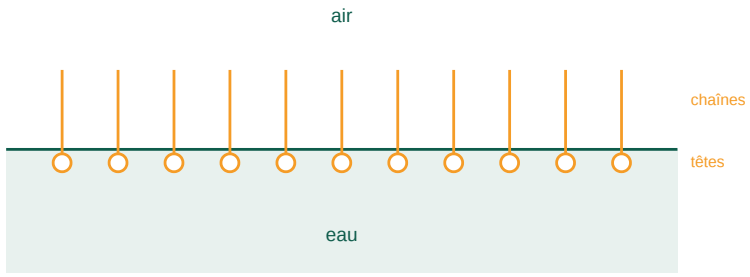
1 · Schéma de l'ion dodécylsulfate, légendé

2.1 Représenter par un schéma la manière dont les tensioactifs se placent à la surface de l'eau.

D'après le document 1, les ions forment un film à la surface : chaque tête est dans l'eau, chaque chaîne est dressée dans l'air, et les ions sont serrés côte à côte.

Têtes (cercles) immergées, chaînes (traits) verticales hors de l'eau : voir le schéma.

PIÈGE
Un schéma sans légende perd des points : il faut écrire « eau » et « air » et tracer la surface, sinon on ne sait pas de quel côté sont les têtes.



2.1 · Film de tensioactifs à la surface de l'eau

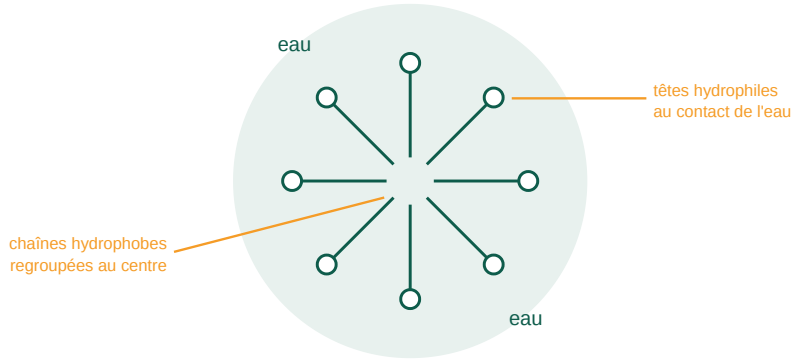
2.2 Lequel des trois schémas A, B ou C correspond à une micelle de SDS dans l'eau ? Justifier.

Dans une micelle (document 1), les chaînes carbonées se rassemblent entre elles, à l'abri de l'eau, et les têtes hydrophiles restent en périphérie, là où se trouve l'eau.

Schéma A : les têtes sont au centre et les chaînes baignent dans l'eau.
Schéma C : certaines chaînes sont tournées vers l'eau. Seul le schéma B place toutes les têtes à l'extérieur et toutes les chaînes au centre.

Le **schéma B** représente une micelle de SDS dans l'eau.

COMPRENDRE
Le schéma A correspondrait à des tensioactifs placés dans un liquide apolaire, comme une huile : les têtes s'y regrouperaient pour fuir le solvant.



2.2 · Schéma B : micelle de SDS dans l'eau

2.3 La masse molaire moyenne d'une micelle de SDS est de 17 kg·mol⁻¹. Le nombre d'ions dodécylsulfate dessinés dans la micelle du schéma correspond-il à la réalité ? Justifier par un calcul.

Données utiles $M_{\text{micelle}} = 17\ \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M = 288\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0{,}288\ \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

Une micelle formée de N entités de SDS a pour masse molaire $M_{\text{micelle}} = N \times M$, donc

$$N = \frac{M_{\text{micelle}}}{M} = \frac{17}{0{,}288} = 59$$

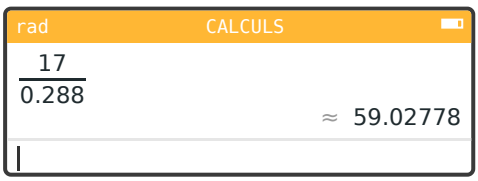
Le schéma B ne comporte que 8 ions.

$N \approx 59$ ions par micelle : le schéma (8 ions) est très en dessous de la réalité.

PIÈGE
Diviser 17 par 288 sans convertir : on trouve 0,059 ion par micelle, résultat absurde. Les deux masses molaires doivent être dans la même unité.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme 17 kg·mol⁻¹. Avec la masse molaire de l'ion seul ($265\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, sans Na^+), on trouverait 64 : même ordre de grandeur, même conclusion.

À LA CALCULATRICE



3.1 Déterminer la valeur manquante dans le tableau du document 2.

Données utiles $C_{SDS} = 0{,}040\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 40\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V = 5{,}0\ \text{mL}$; $V_{\text{eau}} = 75\ \text{mL}$

La case vide est la concentration C pour $V = 5{,}0$ mL. Ajouter la solution de SDS à l'eau est une dilution : la quantité de SDS apportée se retrouve dans le volume total $V_{\text{eau}} + V$.

$$C_{SDS} \times V = C \times (V_{\text{eau}} + V) \quad \Rightarrow \quad C = \frac{C_{SDS} \times V}{V_{\text{eau}} + V}$$

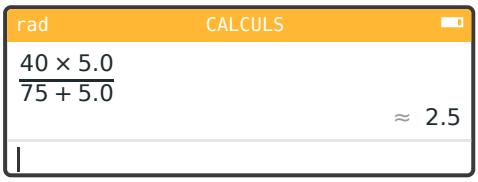
$$C = \frac{40 \times 5{,}0}{75 + 5{,}0} = 2{,}5\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$C = 2{,}5\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

PIÈGE
Diviser par 75 mL au lieu de 80 mL : le volume du mélange est celui de l'eau plus celui de la solution versée.

MÉTHODE
Contrôler la formule sur une colonne connue : pour $V = 10{,}0$ mL, $40 \times 10{,}0/85 = 4{,}71\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, valeur du tableau. Le rapport des volumes n'a pas d'unité, inutile de convertir les mL.

À LA CALCULATRICE



3.2.1 Quelles grandeurs sont représentées en abscisse et en ordonnée sur la courbe de l'annexe 2 ? Préciser leurs unités.

Les graduations vont de 2 à 18 sur l'axe horizontal et de 10 à 100 sur l'axe vertical, comme les lignes C et σ du tableau.

Abscisse : concentration molaire C en SDS, en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; ordonnée : conductivité σ, en $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$.

MÉTHODE
Pour identifier des axes sans légende, comparer l'étendue des graduations aux lignes du tableau : le volume V monte jusqu'à 50 mL, il ne peut pas être en abscisse.

3.2.2 Expliquer l'allure de la courbe. Justifier que la CMC du SDS se déduit de l'abscisse du point de rupture de pente.

Première partie (faibles concentrations) : le SDS est dissous sous forme d'ions libres Na^+ et $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3^-$. Leur concentration est égale à C, donc $\sigma = (\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3^-}) \times C$: la conductivité est proportionnelle à C, la courbe est une droite passant par l'origine.

Seconde partie : les ions dodécylsulfate ajoutés s'assemblent en micelles. Une micelle est un édifice volumineux, qui se déplace moins facilement que les ions libres qu'elle regroupe : elle conduit moins bien le courant. La conductivité continue d'augmenter, mais moins vite : droite de pente plus faible.

Le changement de pente se produit donc à la concentration où les premières micelles apparaissent, ce qui est la définition de la CMC.

Rupture de pente = apparition des micelles : son abscisse donne la CMC en $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, à multiplier par M pour l'obtenir en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

COMPRENDRE
La loi de Kohlrausch $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ explique tout : tant que les mêmes ions s'accumulent, σ suit une droite. Un changement de pente signale un changement des espèces qui portent le courant, comme à l'équivalence d'un titrage conductimétrique.

3.2.3 On verse 0,30 g de SDS dans 200 mL d'eau distillée. La solution obtenue comporte-t-elle des micelles ? Expliquer la démarche.

Données utiles $m = 0{,}30$ g ; $V_{sol} = 200$ mL $= 0{,}200$ L ; $M = 288$ g · mol^{-1}

Démarche : lire la CMC sur l'annexe, la convertir en g · L^{-1}, puis la comparer à la concentration en masse de la solution préparée.

Lecture : on trace la droite qui suit les premiers points et celle qui suit les derniers. Elles se coupent à l'abscisse $C \approx 6{,}7$ mmol · L^{-1}.

$$\text{CMC} = 6{,}7 \times 10^{-3} \times 288 = 1{,}9 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

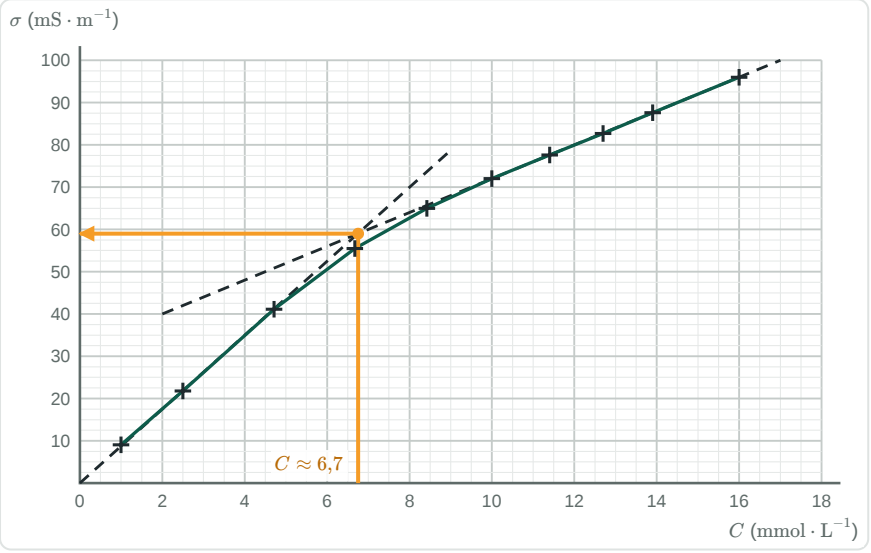
Solution préparée, en admettant que le volume reste égal à 200 mL :

$$C_m = \frac{m}{V_{sol}} = \frac{0{,}30}{0{,}200} = 1{,}5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$C_m = 1{,}5$ g · L^{-1} $<$ CMC $\approx 1{,}9$ g · L^{-1} : la solution ne contient pas de micelles.

PIÈGE
Comparer $1{,}5$ g · L^{-1} à la lecture 6,7 sans conversion. L'axe est en mmol · L^{-1} : il faut la même unité des deux côtés avant de conclure.

COMPRENDRE
Une lecture entre 6,5 et 7 mmol · L^{-1} est acceptable : la conclusion ne change pas. Vérification en moles : $0{,}30/(288 \times 0{,}200) = 5{,}2$ mmol · L^{-1}, inférieur à la CMC.



3.2.3 · Annexe 2 complétée : les deux droites se coupent à l'abscisse de la CMC

À LA CALCULATRICE

