

CORRIGÉ
GÉNÉRALE - MÉTROPOLE 2022
SPÉ. PHYSIQUE-CHIMIE
SUJET CORRIGÉ DU 11 MAI

Exercice I - Le colorant E127

1. Dosage du colorant E127 dans un révélateur de plaque dentaire

Question 1. D'après la formule topologique de la H_2Ery de l'érythrosine, les familles fonctionnelles associées aux groupes caractéristiques sont les suivantes :

Groupe A : fonction alcool

Groupe B : fonction cétone

Groupe C : fonction acide carboxylique

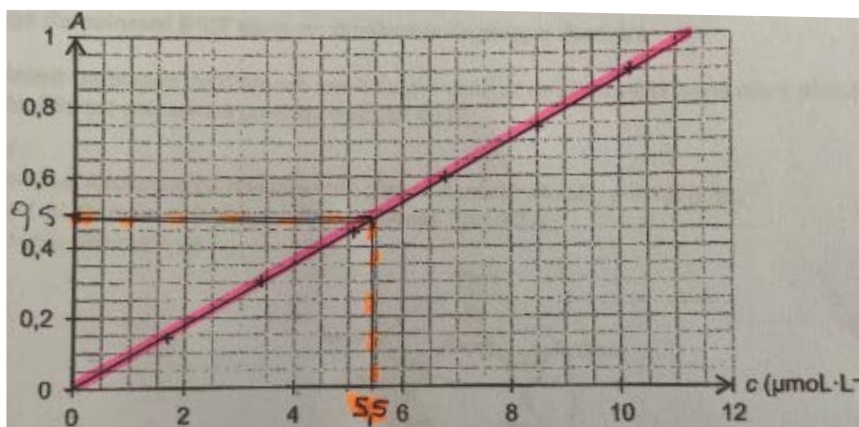
Question 2. L'érythrosine comporte trois formes, selon le pH donné dans le sujet. Cela donne deux couples acido-basiques, dont les pK_a sont 2,4 et 3,8. La solution de plaque dentaire ayant un pH de 7, la forme qui prédomine est la base du second couple acido-basique, soit Ery^{2-} .

Question 3. D'après le spectre d'absorption de la solution aqueuse du colorant E127 à $pH = 7$, le maximum d'absorbance est atteint pour une longueur d'onde de 525 nm.

En utilisant le cercle chromatique, on se rend compte que la longueur complémentaire à 525 nm émet dans le rouge, ce qui explique la couleur rouge du révélateur de plaque dentaire puisqu'il contient ce colorant.

Question 4. On cherche à montrer que la concentration du colorant E127 dans le révélateur de plaque dentaire est de $2,2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour cela, nous devons utiliser les indications données sur le dosage spectrophotométrique par étalonnage.

L'absorbance mesurée pour la solution S préparée est de $A = 0,484$, ce qui correspond à une concentration de $5,5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ (voir image ci-dessous).



Or la solution S est obtenue par dilution de la solution commerciale. On va donc pouvoir calculer la concentration de cette solution commerciale en utilisant la relation :

$C_m \times V_m = C_f \times V_f$ avec m : pour solution mère (correspondant à la solution commerciale) et f : pour solution fille (correspondant à la solution S).

On sait que $C_f = 5,5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$, $V_f = 2,0 \text{ L}$ et $V_m = 0,5 \text{ mL}$

En cherchant la concentration de la solution commerciale, nous recherchons C_m

$$\text{donc } C_m = \frac{C_f \times V_f}{V_m} = \frac{5,5 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \times 2,0 \text{ L}}{0,5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 2,2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.$$

Maintenant, nous allons pouvoir calculer le titre massique noté du w colorant, tel que

$$w = \frac{m \text{ colorant}}{m \text{ solution}}$$

On calcule la concentration massique avec la masse molaire du colorant, soit $C = C_m \times M = 2,2 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \times 880 \text{ g.mol}^{-1} = 19,36 \text{ g.L}^{-1}$

La masse de la solution s'obtient à partir de la masse volumique, soit

$$\rho = 1,0 \times 10^3 \text{ g.L}^{-1}$$

$$\text{donc } w = \frac{19,36 \text{ g.L}^{-1}}{1,0 \times 10^3 \text{ g.L}^{-1}} = 0,019$$

Le titre massique du colorant est bien de 2 % environ.

NB : l'élève pouvait partir de la valeur de la concentration pour déterminer le titre massique, même s'il ne la trouvait pas.

Les unités sont laissées volontairement car ce n'est pas faux d'un point de vue mathématique et peut être utile aux élèves afin de ne pas oublier les conversions.

2. Synthèse de l'érythrosine à partir de la fluorescéine

Question 5. L'étape 1 est une étape de réaction d'oxydo-réduction. L'étape 2 est une étape de purification et l'étape 3 est une étape de caractérisation.

Question 6. Dans le protocole, le chauffage et l'agitation aident à accélérer la vitesse de la réaction.

Question 7. Pour déterminer le réactif limitant, il faut déterminer la quantité de matière initiale de chaque réactif, soit :

$$n(\text{H}_2\text{Ery}) = \frac{5 \text{ g}}{332 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,015 \text{ mol}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{9,5 \text{ g}}{254 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,037 \text{ mol}$$

Or, d'après l'équation-bilan dans les conditions stœchiométriques, on a $\frac{n(I_2)}{4} = n(H_2Ery)$ donc $\frac{n(I_2)}{4} = 0,0093 \text{ mol}$.

C'est donc I_2 le réactif limitant.

Question 8. Puisque c'est le diiode qui est le réactif en défaut et que le rendement est de 59 %, nous allons pouvoir calculer la quantité de H_2Ery formée, soit $n(H_2Ery) = 59 \% \times \frac{n(I_2)}{4} = 0,0093 \text{ mol} \times 59 \% = 0,0055 \text{ mol}$

soit $m(H_2Ery) = n(H_2Ery) \times M_n(H_2Ery) = 0,0055 \text{ mol} \times 836 \text{ g.mol}^{-1} = 4,6 \text{ g}$.
Il se forme bien 4,6 g d'érythrosine.

Question 9. Nous savons, d'après la Q4, que la concentration massique de la solution commerciale est de $19,36 \text{ g.L}^{-1}$

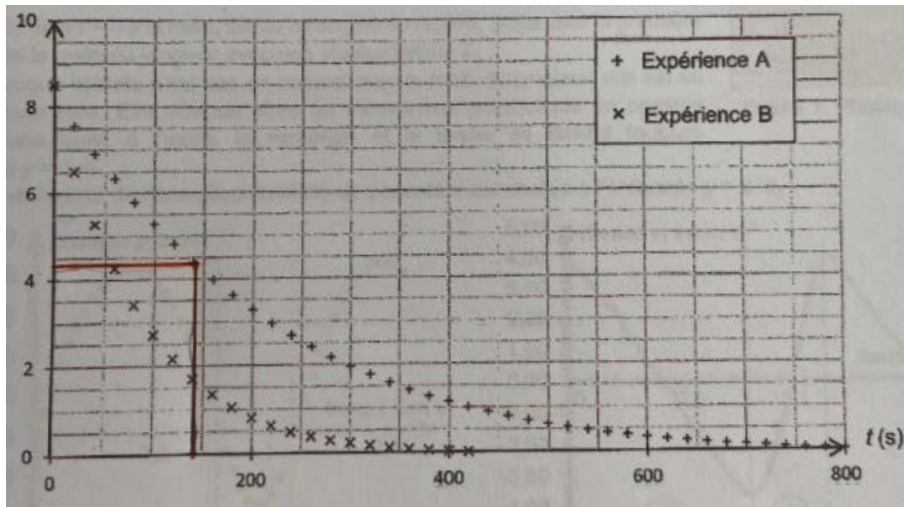
Donc, pour 10 mL de solution, il sera nécessaire d'avoir $10 \times 10^{-3} \text{ L} \times 19,36 \text{ g.L}^{-1} = 0,1936 \text{ g}$ de colorant.

Avec 4,6 g de colorant, cela correspond à 23 flacons de 10 mL.

3. Suivi cinétique de la décoloration d'une solution de colorant E127 par l'eau de Javel

Question 10. La vitesse très importante au départ diminue ensuite. Cela peut s'expliquer par la concentration en ions hypochlorites qui diminue au cours du temps, rendant la collision entre les molécules et donc la réaction moins probable.

Question 11. Le temps de demi-réaction se détermine à l'aide du graphique de la figure 2, puisqu'il correspond au temps auquel la moitié du réactif a réagi, soit ici environ 140 s.



Question 12. Pour optimiser la décoloration du filtre Büchner, on peut mettre l'eau de javel pure et faire tremper le filtre pour laisser le temps à la réaction de se faire.