Etude de colorants dans une boisson

Bac 2022 Métropole Septembre Jour 2 · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

Q1 Déterminer le nombre de morceaux de sucre équivalent à la quantité de sucre apportée par un verre de cocktail. Commenter.

Données utiles $C_m = 367\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$; $V = 3{,}0\ \text{cL}$; un morceau de sucre : $5{,}0\ \text{g}$

Masse de sucre dans un verre : $m = C_m \times V$ avec $V = 3{,}0\ \text{cL} = 3{,}0 \times 10^{-2}\ \text{L}$.

$m = 367 \times 3{,}0 \times 10^{-2} = 11\ \text{g}$

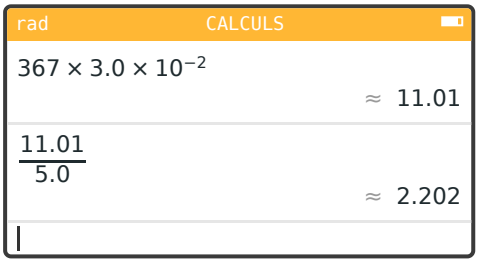
Nombre de morceaux : $N = \dfrac{11}{5{,}0} = 2{,}2$

Un verre de $3{,}0$ cL apporte 11 g de sucre, soit environ $2{,}2$ morceaux : la boisson est très sucrée pour un si petit volume.

PIÈGE
Laisser le volume en centilitres : $1\ \text{cL} = 10^{-2}\ \text{L}$. « Commenter » rapporte des points : il faut une phrase de conclusion.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme V et la masse d'un morceau, qui sont les données les moins précises.

À LA CALCULATRICE



Q2 Donner, en justifiant, la couleur en solution aqueuse de chacun des colorants E102, E131 et E133.

Données utiles spectres d'absorbance n°2 ; cercle chromatique

Une solution a la couleur complémentaire de celle qu'elle absorbe le plus, c'est-à-dire la couleur diamétralement opposée sur le cercle chromatique.

- E102 : maximum d'absorbance vers 420 nm, dans le violet ; couleur opposée : jaune.
- E131 : maximum vers 630 nm, à la limite de l'orange et du rouge ; couleur opposée : entre le bleu et le vert.
- E133 : maximum vers 595 nm, dans l'orange ; couleur opposée : bleu.

E102 est jaune, E131 est bleu-vert, E133 est bleu.

PIÈGE
Donner pour couleur de la solution la couleur absorbée : E102 absorbe le violet, il n'est pas violet.

MÉTHODE
1) Lire la longueur d'onde du maximum d'absorbance. 2) Repérer la couleur absorbée sur le cercle chromatique. 3) Prendre la couleur diamétralement opposée.

Q3 Déterminer, en justifiant, les deux colorants majoritairement présents dans la boisson étudiée.

Données utiles spectres d'absorbance n°1 et n°2

Le spectre n°1 de la boisson présente deux maximums d'absorbance : l'un vers 420 nm, l'autre vers 630 nm.

D'après les spectres n°2, le premier est celui du colorant E102 et le second celui du colorant E131. Le maximum de E133, vers 595 nm, n'apparaît pas dans le spectre de la boisson.

La boisson contient majoritairement les colorants E102 et E131. C'est cohérent : un mélange de jaune et de bleu-vert paraît vert.

COMPRENDRE
Le spectre d'un mélange est la somme des spectres de ses constituants : chaque colorant y laisse son maximum, à la même longueur d'onde que lorsqu'il est seul.

Q4 À l'aide des spectres n°1 et n°2, expliquer le choix de $\lambda = 450$ nm plutôt que $\lambda' = 420$ nm pour doser le colorant E102 dans la boisson.

À $\lambda' = 420$ nm, E102 est à son maximum d'absorbance, mais le colorant E131, lui aussi présent dans la boisson, absorbe encore un peu : l'absorbance mesurée serait la somme des deux contributions.

À $\lambda = 450$ nm, l'absorbance de E131 est nulle alors que celle de E102 reste élevée.

À 450 nm, l'absorbance de la boisson n'est due qu'au colorant E102 : on peut le doser seul.

COMPRENDRE
On se place d'habitude au maximum d'absorbance pour gagner en précision. Dans un mélange, la priorité change : il faut une longueur d'onde où seule l'espèce dosée absorbe.

Q5 Proposer un ensemble de verrerie permettant de préparer la solution S, boisson diluée d'un facteur 4, à partir de la solution commerciale.

Facteur de dilution : $F = \dfrac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} = 4$. Avec une fiole de 100,0 mL :

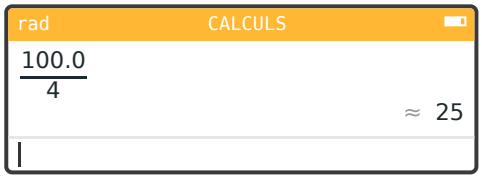
$V_{\text{mère}} = \dfrac{100{,}0}{4} = 25{,}0$ mL.

On verse un peu de boisson dans un bécher, on en prélève 25,0 mL à la pipette jaugée munie d'une poire à pipeter, on les introduit dans la fiole jaugée, puis on complète à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on homogénéise.

Pipette jaugée de 25,0 mL, fiole jaugée de 100,0 mL, bécher et poire à pipeter.

PIÈGE
Proposer une éprouvette graduée ou un bécher pour mesurer les volumes : une dilution précise exige de la verrerie jaugée.

À LA CALCULATRICE



Q6 En explicitant la démarche suivie, montrer que, pour la longueur d'onde de 450 nm, la loi de Beer-Lambert est vérifiée pour le colorant E102.

Données utiles figure 1 ; $C_1 = 8{,}0 \times 10^{-5}$, $C_2 = 5{,}5 \times 10^{-5}$, $C_3 = 4{,}0 \times 10^{-5}$, $C_4 = 2{,}5 \times 10^{-5}$, $C_5 = 1{,}0 \times 10^{-5}$ mol · L^{-1}

La loi de Beer-Lambert est vérifiée si l'absorbance est proportionnelle à la concentration : $A = k \times C$.

Sur la figure 1, on lit l'absorbance de chaque solution à 450 nm : $A_1 = 0{,}65$; $A_2 = 0{,}45$; $A_3 = 0{,}33$; $A_4 = 0{,}22$; $A_5 = 0{,}11$.

On place les points $(C_i\ ;\ A_i)$ dans un graphique : aux incertitudes de lecture près, ils sont alignés sur une droite passant par l'origine.

Coefficient directeur, avec le point de la droite $(8{,}0 \times 10^{-5}\ ;\ 0{,}66)$:

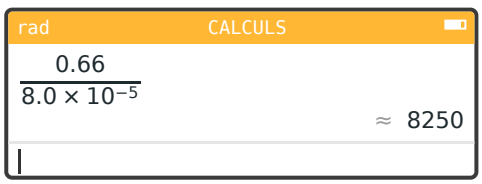
$k = \dfrac{0{,}66}{8{,}0 \times 10^{-5}} = 8{,}2 \times 10^{3}$ L · mol^{-1}

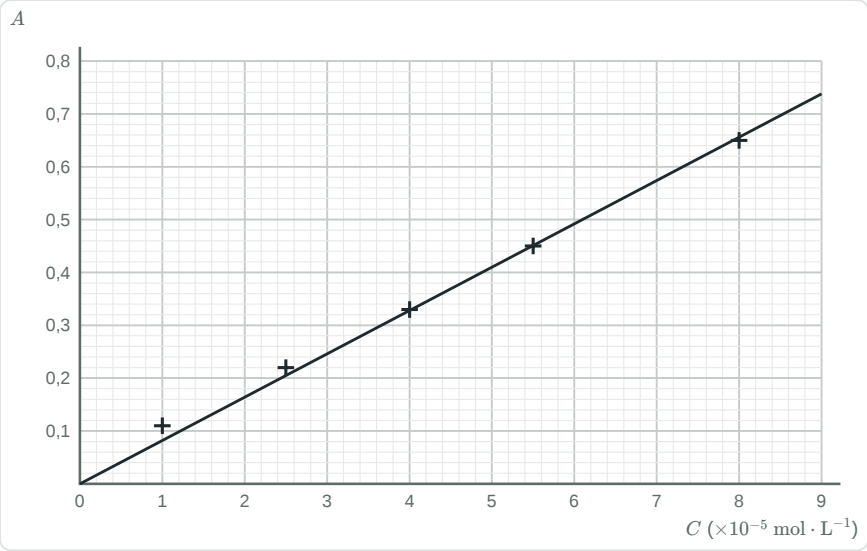
A est proportionnelle à C : la loi de Beer-Lambert est vérifiée à 450 nm, avec $k = 8{,}2 \times 10^{3}$ L · mol^{-1}.

COMPRENDRE
Pour S5, le rapport vaut 11×10^{3} : l'absorbance est faible, et un écart de lecture de 0,03 suffit à l'expliquer. Le point reste proche de la droite.

MÉTHODE
Sans papier millimétré, on peut calculer les rapports A_i/C_i : on trouve 8,1, 8,2, 8,3 et 8,8 $\times$ 10^{3} L · mol^{-1} pour S1 à S4, valeurs voisines.

À LA CALCULATRICE





Q6 · Absorbance à 450 nm en fonction de la concentration en colorant E102

Q7 Déterminer la masse de colorant E102 contenue dans un verre de cocktail. Commenter eu égard à la valeur de la DJA.

Données utiles $k = 8{,}2 \times 10^3\ \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (Q6) ; $M = 534\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V = 3{,}0\ \text{cL}$; dilution d'un facteur 4 ; DJA : 7,5 mg par kg et par jour

Sur le spectre n°1, à 450 nm, l'absorbance de la solution S est $A_S = 0{,}30$, due au seul colorant E102 (Q4).

Concentration dans S : $C_S = \dfrac{A_S}{k} = \dfrac{0{,}30}{8{,}2 \times 10^3} = 3{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

La boisson a été diluée 4 fois : $C = 4 \times C_S = 1{,}5 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Masse dans un verre : $m = C \times V \times M = 4 \times \dfrac{0{,}30}{8{,}2 \times 10^3} \times 3{,}0 \times 10^{-2} \times 534 = 2{,}3 \times 10^{-3}\ \text{g}$

Pour une personne de 60 kg, la DJA correspond à $60 \times 7{,}5 = 450$ mg par jour, soit près de 200 verres.

$m = 2{,}3$ mg de colorant E102 par verre : très inférieur à la DJA, aucun risque lié à ce colorant.

PIÈGE
Oublier le facteur 4 : l'absorbance lue est celle de la solution diluée S, pas celle de la boisson.

COMPRENDRE
$A_S = 0{,}30$ se situe entre les absorbances de S4 et de S3 : la solution S est bien dans la gamme d'étalonnage, la droite s'applique.

À LA CALCULATRICE

