

Questions préliminaires

1. Déterminer le volume maximal de boisson isotonique que la marathonnienne peut ingérer le jour du marathon pour suivre les recommandations de l'OMS concernant les « sucres libres ».

L'OMS recommande de ne pas dépasser un apport énergétique en sucres libres de 10% des besoins énergétiques journaliers.

Pour la marathonnienne de 35 ans, cela représente 10 % de 19×10^3 kJ, donc $E_{max} = 10\% \times 19 \times 10^3 = 1,9 \times 10^3$ kJ.

La boisson apporte 68,5 kJ pour 100 mL, soit $E_{1L} = 685$ kJ pour 1L=1000 mL.

Donc par proportionnalité

685 kJ pour 1L

$$1,9 \times 10^3 \text{ kJ pour } \frac{1,9 \times 10^3}{685} = \mathbf{2,8 \text{ L}}$$

2. Calculer la valeur de la concentration molaire en bleu brillant de la solution S₅ obtenue par dilution.

On procède à une dilution.

Solution mère S₀

$$C_0 = 0,100 \text{ mmol.L}^{-1}$$

$$V_5 = 8,0 \text{ mL}$$

Solution fille S₅

$$C_5 = ?$$

$$V = 100,0 \text{ mL}$$

Le facteur de dilution vaut $F = V_{\text{fille}}/V_{\text{mère}} = 100,0/8,0 = 12,5$

$$\text{D'où } C_{\text{fille}} = C_5 = C_{\text{mère}}/12,5 = C_0/12,5 = 0,100/12,5 = 8,0 \times 10^{-3} \text{ mmol.L}^{-1} = \mathbf{8,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}}$$

Problème :

Lors d'un marathon, afin de compenser la totalité de sa perte en eau, la marathonnienne consomme uniquement la boisson isotonique étudiée précédemment. Déterminer si la marathonnienne respecte les recommandations concernant les « sucres libres » et le bleu brillant lors de ce marathon.

Déterminons le volume de boisson nécessaire pour compenser la perte en eau.

Elle court $\Delta t = 4$ h, et perd entre $V_A = 1,5$ L et $V_B = 2,5$ L d'eau par heure de course.

$$\Delta t \cdot V \leq V_{\text{nécess}} \leq \Delta t \cdot V_B$$

$$4 \times 1,5 \leq V_{\text{nécess}} \leq 4 \times 2,5$$

$$\mathbf{6 \text{ L} \leq V_{\text{nécess}} \leq 10 \text{ L}}$$

Concernant les « sucres libres » :

Comme calculé dans la question préliminaire 1, elle ne devrait pas consommer plus de $V_{max} = \mathbf{2,8 \text{ L}}$ de boisson.

$V_{\text{nécess}} > V_{max}$, la marathonnienne ne respecte pas les recommandations concernant les sucres libres.

Concernant le E133 (bleu brillant :

- Masse maximale de E133 à absorber m_{max} par jour

La DJA est de 12,5 mg/kg.

On estime la masse de la marathonienne à $m = 50$ kg (donnée apportée par le candidat donc plusieurs réponses possibles))

Ainsi $m_{max} = 12,5 \times 50 = 625$ mg = 0,625 g

- Concentration molaire en E133 de la boisson :

Méthode n°1 : Le sujet ne mentionne pas de feuille de papier millimétré. Il n'est pas obligatoire de raisonner graphiquement, mais c'est possible. On peut tracer la courbe représentative de l'absorbance en fonction de la concentration. Relier les points par une droite passant par l'origine et au plus près de tous les points. Chercher l'abscisse du point d'ordonnée $A = 0,789$

Méthode n°2 : par le calcul sachant que $C_{diluée} = C_0/F$

Solution S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
Volume V_i de solution S_0 prélevé (en mL)	1,0	2,0	3,0	5,0	8,0	10,0
Concentration molaire en E133 (en mol.L ⁻¹)	$1,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$3,0 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-6}$	$8,0 \times 10^{-6}$	$10,0 \times 10^{-6}$
Absorbance A	0,134	0,259	0,434	0,745	1,150	1,402
$k = \frac{A}{C}$ (en L.mol ⁻¹)	$1,34 \times 10^5$	$1,295 \times 10^5$	$1,447 \times 10^5$	$1,49 \times 10^5$	$1,438 \times 10^5$	$1,402 \times 10^5$

On constate que les valeurs de k sont très proches les unes des autres.

La loi de Beer-Lambert indiquant que l'absorbance est proportionnelle à la concentration molaire est valable ici. $A = k.C$

On calcule $k_{moyen} = 1,40 \times 10^5$ L.mol⁻¹

L'absorbance de la boisson est égale à 0,789.

$$A = k_{moyen} \cdot C$$

$$C = \frac{A}{k_{moyen}}$$

$$C = \frac{0,789}{1,40 \times 10^5} = 5,6 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

- On convertit cette concentration molaire en concentration massique.

$$C_m = C.M$$

$$C_m = 5,6 \times 10^{-6} \times 793 = 4,5 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1} = 4,5 \text{ mg.L}^{-1}$$

- Masse de E133 absorbée par la marathonienne

On a trouvé précédemment que $6 \text{ L} \leq V_{nécess} \leq 10 \text{ L}$

$$m = C_m \times V_{nécess}$$

En considérant le cas le plus extrême avec $V_{nécess} = 10 \text{ L}$

$$m = 4,5 \times 10 = 45 \text{ mg}$$

- Conclusion E133

$$m \ll m_{max}$$

La marathonienne respecte les recommandations en bleu brillant lors de ce marathon.