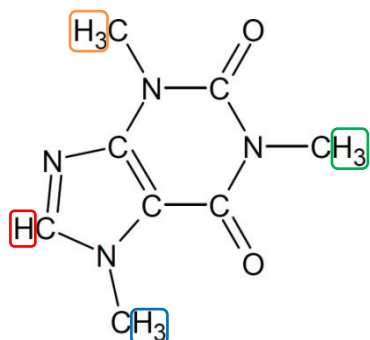


La caféine dans le thé
(Bac S – Métropole - septembre 2018)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

1. Caractéristiques de la caféine

1.1.

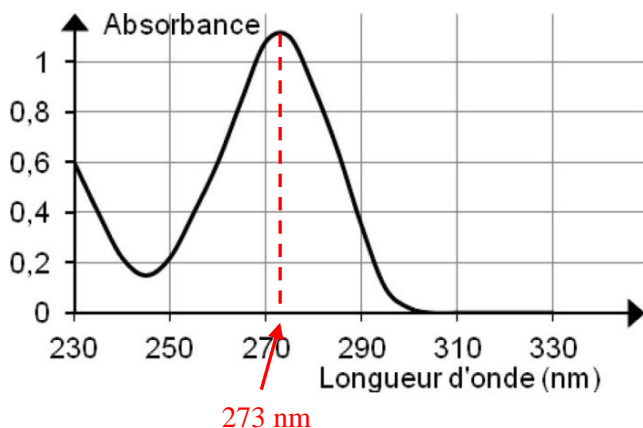


1.2. Cette molécule comporte 4 groupes de protons équivalents, il y aura donc 4 signaux sur le spectre.

groupe de protons équivalents	nombre de protons	nombre de voisins et multiplicité
a (en rouge)	1 H	0 "voisin" \Rightarrow singulet
b (en bleu)	3 H	0 "voisin" \Rightarrow singulet
c (en vert)	3 H	0 "voisin" \Rightarrow singulet
d (en orange)	3 H	0 "voisin" \Rightarrow singulet

2. Nombre de tasses de thé qu'un adulte peut boire par jour

2.1. La longueur d'onde optimale est celle pour laquelle l'absorbance est maximale, soit ici, $\lambda = 273 \text{ nm}$.



2.2. La caféine n'absorbe aucune radiation dans le domaine visible (longueur d'onde dans le vide comprise entre 400 nm et 800 nm), la caféine est donc une espèce incolore dans le dichlorométhane.

2.3. La quantité de matière de caféine dissoute pour préparer $V = 100 \text{ mL}$ de solution (S_0) est :
 $n = C_0 V = 5,7 \times 10^{-4} \times 100 \times 10^{-3} = 5,7 \times 10^{-5} \text{ mol}$

On en déduit la masse de caféine dissoute :

$$m = n \times M_{\text{caf}} = 5,7 \times 10^{-5} \times 194 = 0,011 \text{ g} = 11 \text{ mg}$$

2.4. La quantité de matière de soluté apporté dans un volume V_3 de solution-fille (de concentration molaire C_3) est :

$$n = C_3 V_3$$

Cette quantité de matière de soluté apporté vient d'un volume V_0 de solution-mère (de concentration molaire C_0) :

$$n = C_0 V_0$$

$$\text{Donc } C_3 V_3 = C_0 V_0$$

$$\Rightarrow V_0 = \frac{C_3}{C_0} \times V_3 = \frac{5,7 \times 10^{-5}}{5,7 \times 10^{-4}} \times V_3 = \frac{V_3}{10}$$

Parmi les propositions du tableau fourni, seules deux vérifient cette relation entre les 2 volumes : les n^{os} 1 et 4.

Mais l'éprouvette graduée de 5 mL, dans le lot 4, ne permet pas de mesurer avec une précision suffisante le volume de solution-mère.

C'est donc le lot 1 (pipette jaugée de 2,0 mL et fiole jaugée de 20,0 mL) qu'il convient de choisir.

2.5. L'absorbance de la solution diluée (S') vaut $A = 0,43$.

D'après le graphique, on en déduit que sa concentration molaire est : $c' = 6,7 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Remarque :

Les 4 points, ainsi que l'origine du repère, ne sont pas alignés sur ce graphique.

Plusieurs causes peuvent l'expliquer :

- *les incertitudes liées à la préparation des 4 solutions et à la mesure des valeurs d'absorbance*
- *une erreur lors de la réalisation du blanc au niveau du réglage initial du spectrophotomètre.*
En cas d'erreur lors de sa réalisation, on obtient une droite qui ne passe plus par l'origine (erreur systématique).
- *la loi de Beer-Lambert indique une relation linéaire entre A et c, mais seulement pour des concentrations "faibles" en espèce absorbante. Elle n'est plus vérifiée pour des concentrations "trop grandes".*

N'ayant pas d'autres informations à propos de cette étude, il n'est pas possible de trancher entre ces différentes possibilités dans le cas présent.

La solution initiale (S) ayant été diluée 10 fois, sa concentration molaire en caféine vaut :

$$c = 10 \times c' = 6,7 \times 10^{-5} \times 10 = 6,7 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

Calculons la quantité de matière de caféine dans $V = 100 \text{ mL}$ de la solution (S) :

$$n_{\text{caféine}} = cV = 6,7 \times 10^{-4} \times 100 \times 10^{-3} = 6,7 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Comme toute la caféine de la tasse a été extraite par le dichlorométhane, on en déduit que c'est aussi la quantité de matière de caféine dans la tasse.

La masse de caféine est ainsi :

$$m_{\text{caféine}} = n_{\text{caféine}} \times M_{\text{caf}} = 6,7 \times 10^{-5} \times 194 = 0,013 \text{ g} = 13 \text{ mg}$$

D'après les données, "pour une personne en bonne santé, le risque d'intoxication à la caféine existe pour une consommation de plus de 400 mg de caféine par jour pendant une durée prolongée".

En se limitant au critère lié à la quantité de caféine, le nombre maximal de tasses de ce thé qu'un adulte pourrait boire par jour est donc :

$$N = \frac{400}{13} = 31 \text{ tasses}$$