



À propos du jus d'orange

Baccalauréat STL – épreuve de SPCL – Métropole, mai 2022

PARTIE 1 : La molécule d'acide ascorbique.

1.1. La fonction ester.

1.2. La fonction carbonyle (aldéhyde) disparaît et la fonction hydroxyle (alcool) apparaît.

1.3. C'est une estérification.

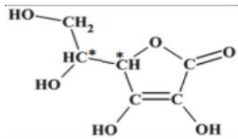
1.4. Il y a production d'H₂O (eau) lors d'une réaction d'estérification en même temps que l'ester.

1.5. $n_a = \frac{m_a}{M_a}$ donc $n_a = \frac{80000 \cdot 10^6}{176} = 4,55 \cdot 10^8$ mol produits annuellement

1.6. On a d'après l'énoncé $r = \frac{n_a}{n_G} \times 100 = 60\%$ on peut obtenir $n_G = \frac{n_a}{0,60} = \frac{4,55 \cdot 10^8}{0,60} = 7,58 \cdot 10^8$ mol

On en déduit $m_G = n_G \times M_G = 7,58 \cdot 10^8 \times 180 = 1,36 \cdot 10^{11}$ g soit $m_G = 136440$ tonnes pour la production annuelle.

1.7.



La molécule possède 2 carbones asymétriques donc 4 stéréoisomères de configuration.

1.8. Les 2 molécules sont énantiomères car elles sont images l'une de l'autre dans un miroir sans être superposables.

1.9. Les liaisons chimiques dans les 2 molécules sont identiques. Elles auront donc le même spectre IR.

1.10. L'indice de réfraction d'un milieu A est égal au rapport de la célérité de la lumière dans le vide sur celle de la lumière dans le milieu A.

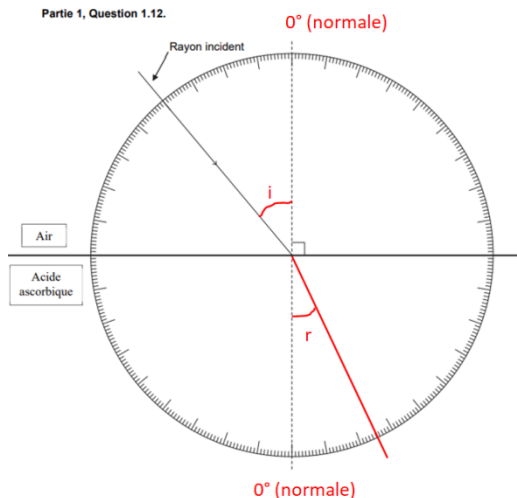
1.11. On peut lire sur le document 3 que la longueur d'onde du doublet de raies D du sodium a environ pour valeur $\lambda_D \approx 590$ nm. Cette valeur est bien comprise dans le spectre visible $400 \text{ nm} < \lambda_D < 800 \text{ nm}$

1.12. A l'aide du schéma complété ci-dessous :

- $i = 40^\circ$. Le zéro du rapporteur correspond à la perpendiculaire à la surface (la normale)
- On applique de relation de Descartes : $n_{\text{air}} \times \sin(i) = n_D \times \sin(r)$ donc $\sin(r) = \frac{n_{\text{air}} \times \sin(i)}{n_D}$

$$\sin(r) = \frac{1,00 \times \sin(40)}{1,51} = 0,42569 \quad \text{et} \quad r = \sin^{-1}(0,42569) = 25,2^\circ$$

Partie 1, Question 1.12.



1.13. Non. Deux molécules énantiomères ont le même indice de réfraction.

1.14. Les ondes lumineuses sont des ondes électromagnétiques (elles n'ont pas besoin de milieu matériel pour se propager)

1.15. La lumière est polarisée de façon rectiligne par le polariseur.



1.16. Un mélange racémique est un mélange qui contient autant des 2 énantiomères. Il est optiquement inactif. La lumière ne va pas changer d'axe de polarisation en traversant le mélange. L'analyseur étant perpendiculaire au polariseur, aucune lumière ne sortira de l'analyseur. On n'observe donc rien (pas de lumière) à l'étape d.

PARTIE A : Teneur en vitamine C d'un jus d'orange.



A2. $Q_r, \text{éq} = K = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{éq}}}$

A3. $K_{a1} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}}$ et $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{éq}}$

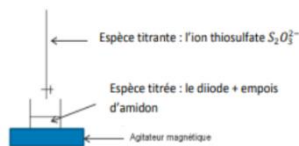
On exprime $\frac{K_{a1}}{K_e} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{éq}}} = K$ on a bien l'égalité $K = \frac{K_{a1}}{K_e}$

A4. $K = \frac{K_{a1}}{K_e} = \frac{10^{-4,1}}{10^{-14}} = 10^{9,9}$ On a $K \gg 10^3$

La réaction sera totale et peut donc être utilisée comme support d'un dosage.

A5. On remarque dans le document 5 que le jus d'orange contient une autre espèce acide (acide citrique). Les 2 acides vont être dosés en même temps lors de la réaction. On ne pourra donc pas déterminer la teneur en vitamine C seule par cette méthode.

A6. Espèce titrante ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) dans la burette graduée et l'espèce titrée (I_2 + empois d'amidon) dans le bécher sous agitation.



A7. A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. On observera le changement de couleur suivant : bleu intense à incolore au passage de l'équivalence. (Disparition du I_2)

A8. On calcule tout d'abord le volume équivalent moyen : $V_{\text{éq-moy}} = 7,07 \text{ mL}$

On calcule ensuite l'écart type expérimental de la série à l'aide de la formule proposée. $s = 0,206$

Ce qui nous permet de calculer l'incertitude-type sur $V_{\text{éq}}$. $u(V_{\text{éq}}) = \frac{0,206}{\sqrt{8}} = 0,07 \text{ mL}$

On peut conclure que $V_{\text{éq}} = 7,07 \pm 0,07 \text{ mL}$

A9. $n_1 = C_1 \times V_1 = 5,00 \cdot 10^{-3} \times 10,0 \cdot 10^{-3} = 5,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

A10. n_{restant} correspond à la quantité de matière en I_2 qui n'a pas réagi avec l'acide ascorbique. Elle correspond à la quantité dosée lors du titrage.

A l'équivalence on peut écrire : $n_{\text{I}_2} = \frac{n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{2} = \frac{C_2 \times V_{\text{éq}}}{2}$

$n_{\text{I}_2 \text{ restant}} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3} \times 7,07 \cdot 10^{-3}}{2} = 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

A11. On peut écrire $n_1 = n_{\text{I}_2 \text{ restant}} + n_{\text{I}_2 \text{ réagi}}$ donc $n_{\text{I}_2 \text{ réagi}} = n_1 - n_{\text{I}_2 \text{ restant}}$

$n_{\text{I}_2 \text{ réagi}} = 5,00 \cdot 10^{-5} - 1,77 \cdot 10^{-5} = 3,23 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

D'après l'équation bilan 1 on peut établir la relation $n_{\text{ac. asco.}} = n_{\text{I}_2 \text{ réagi}}$

Donc $n_a = 3,23 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ dans les 10 mL de jus d'orange.

A12. On calcule tout d'abord la quantité de matière en vitamine C dans 150 mL :

$n_{\text{conseillée}} = \frac{3,23 \cdot 10^{-5} \times 150}{10} = 4,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ soit une masse $m_{\text{conseillée}} = n \times M = 4,85 \cdot 10^{-4} \times 176 = 8,5 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ soit 85 mg.

Un verre de jus d'orange frais contient donc 85 mg de vitamine C. Il est suffisant pour couvrir les besoins quotidiens en vitamine C.



PARTIE B : Régulation de la température du jus d'orange

B1. $\theta_C = 20\text{ °C}$ et $\theta_F = 4\text{ °C}$

Le transfert d'énergie se fait de la source chaude vers la source froide, donc la température à l'intérieur de la cuve va augmenter.

B2. D'après la relation donnée dans le document 9 on obtient $P_{th} = \frac{\theta_C - \theta_F}{R_{th}}$

$$P_{th} = \frac{20-4}{0,17} = 94 \text{ W.}$$

B3. On utilise la formule définissant la puissance : $P_{th} = \frac{Q_{th}}{\Delta t}$ donc $Q_{th} = P_{th} \times \Delta t$

$$Q_{th} = 94 \times 3600 = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

B4. Puisque la température à l'intérieur de la cuve doit rester constante, on doit avoir $Q_{th\text{ reçue}} = Q_{SR\text{ évacuée}}$

$$Q_{SR\text{ évacuée}} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J}$$

B5. A l'aide de la même relation que pour la B3. on peut isoler la durée $\Delta t = \frac{Q_{SR}}{P_{SR}}$

$$\Delta t = \frac{3,4 \cdot 10^5}{320} = 1063 \text{ s soit environ 18 min}$$

B6. Si la température extérieure augmente, Q_{va} augmenter. La puissance P_{SR} étant constante, il va falloir augmenter la durée de fonctionnement Δt .

B7. Régulation en « tout ou rien ». En position HIGH il fonctionne à pleine puissance et en position LOW il ne fonction pas (puissance nulle)

B8. A l'aide du document 10, on a $R = 0,4 \times \theta = 102$ donc on doit écrire ligne 22 :

$$\text{temperature} = \frac{R-102}{0,4}$$

B9. Lignes 26 à 29

B10.

// Si on mesure un niveau inférieur au seuil bas, le
// système de refroidissement est mis à l'arrêt.

```
if (temperature < 1)
{
BoutonON_OFF_SR = LOW ;
}
```

PARTIE C : Mesure du niveau de jus d'orange dans une cuve.

C1. A l'aide du document 15 on peut mesurer la période des ultrasons émis.

Echelle : $20\mu\text{s}$ correspond à $1,1 \text{ cm}$. On mesure $T \rightarrow 1,4 \text{ cm}$ donc $T = 25 \mu\text{s}$.

On en déduit $f = 1/T = \frac{1}{25 \cdot 10^{-6}} = 40 \text{ kHz}$. L'onde est bien ultrasonore.

C2. L'onde parcourt un aller-retour entre l'émetteur/récepteur et le jus d'orange. On peut donc écrire la relation $2 \times d = v \times \Delta t$ en prenant $\Delta t = \Delta t_2$ (durée d'une salve)



$$d_{\min} = \frac{v \times \Delta t_2}{2} = \frac{340 \times 3,5 \cdot 10^{-3}}{2} = 0,60 \text{ m} \quad \text{On retrouve bien la valeur de } d_{\min}$$

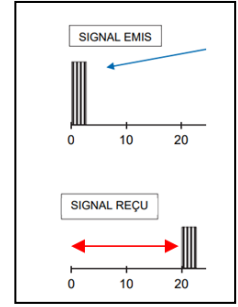
C3. Sur le document 14 on peut mesurer $\Delta t_{AR} = 20 \text{ ms}$. (En rouge)

C4. En utilisant la relation établie à la question C2 on peut déterminer $d = \frac{v \times \Delta t_{AR}}{2}$

$$d = \frac{340 \times 20 \cdot 10^{-3}}{2} = 3,4 \text{ m}$$

D'après le document 13 $H = d + h_{\text{jus}}$ donc $h_{\text{jus}} = H - d = 5 - 3,4$

$$h_{\text{jus}} = 1,6 \text{ m}$$



C5. Le capteur doit mesurer la pression hydrostatique de la totalité du liquide. Il doit donc être placé au fond de la cuve.

C6. La relation fondamentale de la statique des fluides : $P - P_{\text{air}} = \rho \times g \times h_{\text{jus}}$

$$\text{donc } h_{\text{jus}} = \frac{P - P_{\text{air}}}{\rho \times g} = \frac{1,17 \cdot 10^5 - 1,00 \cdot 10^5}{1020 \times 9,81}$$

$$h_{\text{jus}} = 1,7 \text{ m}$$

C7. On calcule le quotient proposé dans le document 16 :

$$Q = \frac{|X_{\text{mes}} - X_{\text{ref}}|}{u(X)} = \frac{|1,7 - 1,6|}{0,1} = 1. \quad \text{Le quotient est bien inférieur à 2, le résultat est compatible avec la valeur de référence.}$$