



La biomasse pour remplacer le pétrole

Baccalauréat STL – épreuve de SPCL – Polynésie, mai 2022

PARTIE 1 : Transformation du glucose en HMF.

1.1 Pic 1 : Fonction alcool

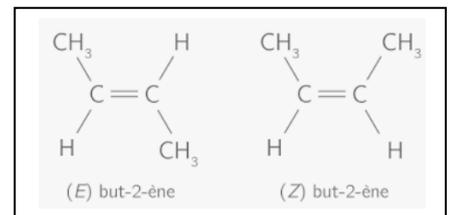
Pic 2 : Fonction aldéhyde (liaison C-H de l'aldéhyde)

Pic 3 : Fonction aldéhyde (liaison C=O)

1.2 Le catalyseur utilisé est l'ion H^+ (Il est utilisé en début de transformation puis libéré en fin de transformation)

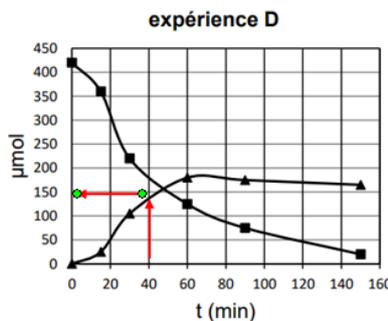
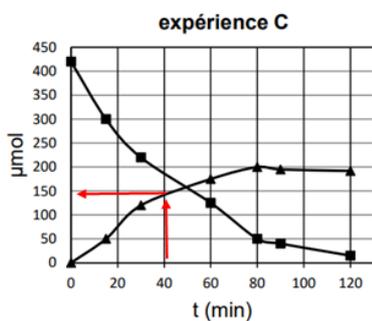
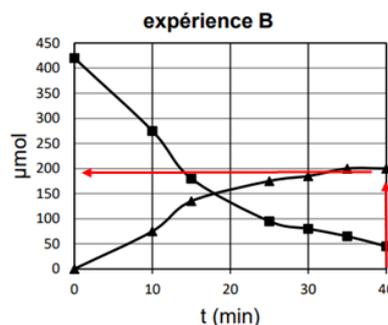
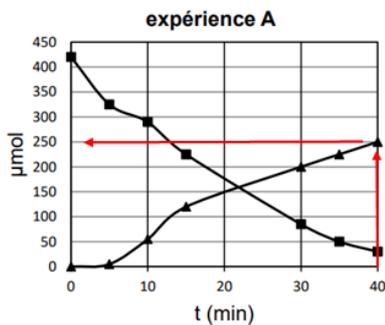
1.3 Attention, seule la double liaison est représentée en développée, le reste est en semi-développée.

1.4



1.5 $CH_2=CH-CH_2-CH_3$

1.6 Par lecture graphique on peut lire à $t = 40$ min : A(250 μmol) > B(200 μmol) > C(150 μmol) et D(150 μmol)



Le catalyseur le plus efficace est celui de l'expérience A : $HCl + AlCl_3$

1.7 D'après l'équation bilan, $n_{HMF(th)} = n_{\text{glucose initiale}}$ car les coefficients stœchiométriques sont égaux à 1.

On peut lire graphiquement sur l'expérience 1 que $n_{\text{glucose initiale}} = 425 \mu\text{mol}$ et que $n_{HMF(exp)40} = 250 \mu\text{mol}$.

On en déduit le rendement de la transformation au bout de 40 min : $r(40) = \frac{n_{HMF(exp)}(40)}{n_{HMF(th)}} = \frac{250}{425} \approx 0,60$

1.8 D'après l'énoncé, il y a deux contraintes. La température ($T = 170^\circ\text{C}$) et la masse du mélange qui doivent rester constantes. Il faut donc 2 boucles de régulation. Une pour la température et l'autre pour la masse du mélange.

1.9 D'après l'équation bilan de la transformation on peut déterminer que



A : Glucose B : H₂O formée C : HMF produit.

1.10 Puisqu'il y a conservation du débit massique on peut écrire que $Q_{mg} = Q_{me} + Q_{mHMF}$

Donc $Q_{mHMF} = Q_{mg} - Q_{me} = 100 - 96,5$

$$Q_{mHMF} = 3,5 \text{ kg.h}^{-1}$$

1.11 A l'aide de la masse volumique on détermine le volume correspondant aux 3,5 kg de HMF produit en 1 h.

$$V_{HMF} = \frac{m}{\rho} = \frac{3,5}{1,24} = 2,8 \text{ L en 1 h} \quad \text{On en déduit que le } Q_{vHMF} = 2,8 \text{ L.h}^{-1}$$

1.12 Le signal de tension est compris entre 0 et 10 V (soit $\Delta U = 10 \text{ V}$) pour une plage de températures de 100 à 200°C (soit $\Delta T = 100 \text{ °C}$)

On en déduit la sensibilité $S = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ V.°C}^{-1}$

1.13 On applique la loi des nœuds avant la Pt100. $I_s + I_m = I$ avec $I_m = 0$ donc $I = I_s = 10 \text{ mA}$

1.14 On applique la loi d'ohm ($U_m = R \times I$) pour une température de 170 °C. $U_m = 164 \times 10 \cdot 10^{-3} = 1,64 \text{ V}$

PARTIE A : Préchauffage du glucose dans un échangeur.

A.1. La puissance cédée par l'eau est donnée par la relation $P_{eau} = \frac{Q}{\Delta t}$ avec $\Delta t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ et $Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta$

Le débit massique étant $Q_{meau} = 96,5 \text{ kg.h}^{-1}$ on obtient

$$P_{eau} = \frac{96,5 \times 4,18 \cdot 10^3 \times (30 - 160)}{3600} = -1,46 \cdot 10^4 \text{ W soit } P_{eau} = -14,6 \text{ kW}$$

P_{eau} est bien négative, elle est bien cédée par l'eau. $P_{cédée \text{ par l'eau}} = 14,6 \text{ kW}$

A.2. Puisque qu'il n'y a pas d'échange d'énergie par l'échangeur E avec l'extérieur, toute la puissance cédée par l'eau est reçue par le glucose. $P_{reçue \text{ par le glucose}} = P_{cédée \text{ par l'eau}}$

$$P_{reçue \text{ par le glucose}} = 14,6 \text{ kW.}$$

A.3. On applique la même relation que pour la question A.1. mais avec les données sur le glucose. L'inconnu est cette fois la température finale θ_f .

$$P_{glucose} = \frac{m_{glucose} \times c_g \times (\theta_f - \theta_i)}{\Delta t} \quad \text{on obtient } \theta_f = \theta_i + \frac{P_{glucose} \times \Delta t}{m_{glucose} \times c_g}$$

$$\theta_f = 15,0 + \frac{14,6 \cdot 10^3 \times 3600}{100 \times 4,0 \cdot 10^3} = 146 \text{ °C}$$

A.4. L'échangeur est à contre courant : Le sens de déplacement des 2 liquides est en sens contraire sur le schéma dans l'énoncé. (Voir les flèches de circulation)

A.5. On utilise l'expression de la puissance donnée dans l'énoncé pour isoler la surface totale d'échange S.

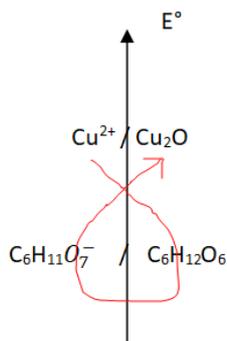
$$P = K \times S \times \Delta \theta_{moy} \quad \text{donc } S = \frac{P}{K \times \Delta \theta_{moy}} = \frac{14,6}{3,1 \times 14,5} = 0,32 \text{ m}^2 \quad \text{Attention à laisser P en kW car K est en kW.m}^{-2} \cdot \text{°C}^{-1}$$

Etant donné que chaque plaque à une surface $S' = 0,032 \text{ m}^2$ on peut en déduire le nombre de plaques :

$$N_p = \frac{S}{S'} = 10 \text{ plaques}$$

PARTIE B : Dosage du glucose par une méthode chimique

B.1. On utilise les potentiels standards donnés dans l'énoncé. Plus le potentiel standard est grand plus l'oxydant du couple est fort et le potentiel standard est faible plus le réducteur du couple est fort. (Règle du gamma)





B.2. A l'équivalence du dosage, les deux réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. On peut donc écrire : $\frac{n_{Cu^{2+}}}{2} = \frac{n_{C_6H_{12}H_6}}{1}$ noté ici $\frac{n_A}{2} = \frac{n_1}{1}$

On en déduit que $\frac{C_A \times V_A}{2} = C_1 \times V_E$ donc $C_1 = \frac{C_A \times V_A}{2 \times V_E}$

B.3.

$$C_1 = \frac{C_A \times V_A}{2 \times V_E} = \frac{0,160 \times 5,0}{2 \times 6,5} = 6,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

S₁ a été obtenue par dilution d'un facteur 5 de S₀ donc C₀ = 5 × C₁ = 5 × 6,2 · 10⁻² = 3,1 · 10⁻¹ mol.L⁻¹

B.4. On cherche la concentration en masse connaissant la concentration molaire.

On utilise la relation C_m = C₀ × M = 3,1 · 10⁻¹ × 180 = 55,8 g.L⁻¹

B.5. La concentration en masse de glucose est plus importante que celle annoncée par le fabricant même en tenant compte de l'incertitude. C_m(expérimentale) > C_m(annoncée) + 2.

PARTIE C : Dosage du glucose par une méthode physique.

C.1. Schéma A : Réfraction

Schéma B : Réfraction limite

Schéma C : Réflexion

C.2. Loi de la réfraction : $n_1 \times \sin(\theta_i) = n_2 \times \sin(\theta_r)$ et pour de la réfraction limite $\theta_r = 90^\circ$ ($\sin 90 = 1$)

$$\text{donc } n_1 \times \sin(\theta_{\text{lim}}) = n_2$$

on retrouve bien $\sin(\theta_{\text{lim}}) = \frac{n_2}{n_1}$

C.3. On applique la relation pour la solution 2 donnée : $\sin(\theta_{\text{lim},40}) = \frac{n(40)}{n_1}$

$$\text{donc } \theta_{\text{lim},40} = \sin^{-1}\left(\frac{1,436}{1,720}\right) \quad \theta_{\text{lim},40} = 56,60^\circ$$

C.4. D'après la définition de l'indice de réfraction on a la relation $n_{40} = \frac{c}{c_{\text{verre}}}$ donc $c_{\text{verre}} = \frac{c}{n_{40}}$

$c_{\text{verre}} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,720} = 1,74 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ qui correspond bien à la valeur proposée.

C.5. $\lambda_{\text{vide}} = \frac{c}{f}$ $\lambda_{\text{vide}} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{5,09 \cdot 10^{14}} = 5,89 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ soit 589 nm.

La LED la plus adaptée est la LED jaune (590 nm)

C.6. Les rayons arrivent sur la lentille parallèlement entre eux d'après l'énoncé. Ils se couperont donc au foyer image de la lentille convergente par définition. (Votre la définition du foyer image). Le capteur doit donc être placé dans le plan focal image de la lentille convergente.