Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + Physique, veuillez visiter :
bac-maths-physique.fr/annales-sujets-et-corriges

Baccalauréat Général

Session 2025 – Centres Étrangers

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 2



Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 6 pages.

Exercice 1 — Fabrication et aromatisation d'un yaourt maison

Partie A : Fabrication d'un yaourt

1. Étude de la cinétique de la fermentation lactique

Q1. La yaourtière permet de jouer sur la température, qui est un facteur cinétique.

Q2. La fermentation débute lorsque l'acide lactique commence à être formé, donc à $\underline{t = 100\,\text{minutes}}$.

Q3. L'acide lactique est naturellement présent dans le lait en quantités faibles. Ce qui explique que sa concentration soit non nulle à l'instant initial.

Q4. On a, par définition :

$$\boxed{v_{\text{app}} = \frac{\mathrm{d}\,C_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3}}{\mathrm{d}\,t}}$$

Et cette dérivée correspond au coefficient directeur de la droite $y = C_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3}$ pour $t > 100$.
Par lecture graphique :

$$v_{\text{app}} = \frac{0,097 - 0,022}{240 - 100} = \underline{5,36 \times 10^{-4}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}$$

2. Caractérisation d'un yaourt maison

Q5. On titre l'acide lactique du yaourt par la soude, et on souhaite exploiter le résultat du titrage pour déterminer le type de yaourt étudié. Il faut donc déterminer la concentration en acide lactique.
À l'équivalence, on a :

$$\frac{n_{\text{HA}}}{1} = \frac{n_{\text{OH}^-}}{1}$$

Ou, en concentration :

$$[\text{HA}]V_A = C_{\text{B}}V_E \implies [\text{HA}] = \frac{C_{\text{B}}V_E}{V_A}$$

Et en masse :

$$C_{m,\text{HA}} = [\text{HA}]M(\text{HA}) \implies \boxed{C_{m,\text{HA}} = \frac{C_{\text{B}}V_E M(\text{HA})}{V_A}}$$

D'où, par lecture graphique :

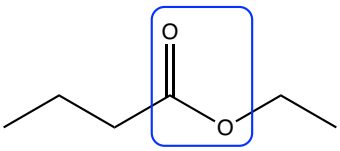
$$C_{m,\text{HA}} = \frac{0,150 \times 6,5 \times 90,1}{10,0} = \underline{8,8\,\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Et comme $\frac{8,8}{0,1} = 88 < 100\,°\text{D}$, le yaourt étudié est un yaourt brassé.

Partie B : Aromatiser un yaourt avec un arôme d'ananas

1. Étude des espèces chimiques de la synthèse

Q6. On donne la formule topologique du butanoate d'éthyle :



Q7. On entoure, sur la molécule précédemment dessinée, le groupe caractéristique de la famille des esters.

Q8. On remarque, sur le spectre IR, une bande large et forte autour de $2700\,\text{cm}^{-1}$, caractéristique de la liaison O−H de l'acide carboxylique. La molécule correspondant au spectre infrarouge est donc l'acide butanoïque.

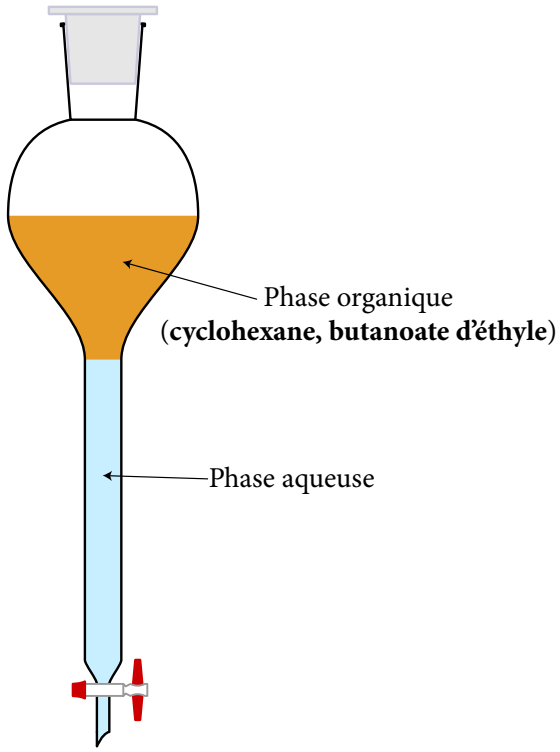
2. Synthèse de l'arôme d'ananas

Q9. L'optimisation de la vitesse de formation de l'arôme d'ananas est permise en chauffant à reflux : on agit sur la cinétique en augmentant la température [1].

Q10. Le butanoate d'éthyle est certes moyenne dans le cyclohexane, mais reste bien meilleure que dans l'eau salée, avec laquelle le cyclohexane n'est, en plus, pas miscible.

Le cyclohexane est donc une bon choix de solvant pour extraire l'ester.

Q11. On schématise l'ampoule à décanter et on identifie les phases, cette de plus faible densité se trouvant au-dessus :



Q12. On a introduit, dans le milieu réactionnel, une quantité :

$$\boxed{n_{\text{EtOH}} = \frac{\rho V_0}{M(\text{EtOH})}} = \frac{0,79 \times 40,0}{46,0} = \underline{0,69\,\text{mol}} > 0,44\,\text{mol} = n_{\text{acide}}$$

L'éthanol a donc bien été introduit en excès.

Q13. Par définition, on a le rendement en fonction des quantités de matière obtenue et théorique du produit d'intérêt :

$$\eta = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}}$$

Or, par un bilan de matière, il vient $n_{\text{th}} = n_{\text{acide}} = 0,44\,\text{mol}$.

Et expérimentalement, on a obtenu :

$$n_{\text{exp}} = \frac{m_{\text{exp}}}{M(C_6H_{12}O_2)}$$

Donc finalement :

$$\boxed{\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{n_{\text{acide}} M(C_6H_{12}O_2)}}$$

1. Au contraire, l'acide sulfurique et l'éthanol en excès permettent également d'aller dans le sens de la formation de l'ester, mais en agissant sur l'équilibre thermodynamique de la réaction.

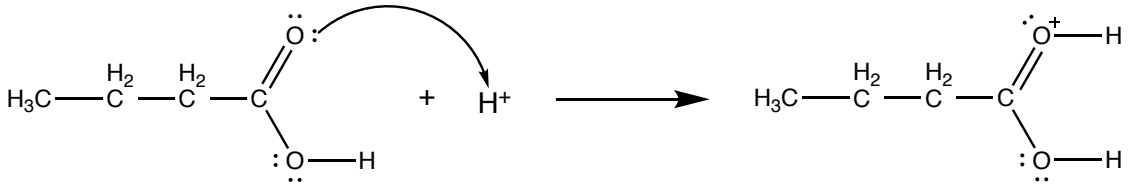
D'où,

$$\eta = \frac{33,7}{0,44 \times 116,0} = \underline{66\,\%}$$

Ce qui est du bon ordre de grandeur pour une estérification menée dans ces conditions [2].

Q14. On remarque, suite à l'étape **(1)**, la formation d'une espèce portant une charge positive sur un oxygène trivalent, ce qui est de plutôt mauvais augure quant à la stabilité de cette dernière. Il s'agit donc bien d'un intermédiaire réactionnel.

Q15. On recopie cette étape, en indiquant le déplacement d'électrons se faisant d'un site donneur vers un site accepteur :



Exercice 2 — Le trombone de Koenig

Q1. À une distance d donnée pour le trombone, le microphone est au point de rencontre entre deux ondes cohérentes (décalage temporel fixe) et synchrones (même fréquence) : les conditions nécessaires à l'observation d'interférences sont donc remplies.

Q2. On remarque une onde résultante d'amplitude quasiment nulle sur l'oscilloscope de la figure 4, ce qui correspond à une interférence destructive.
Ce phénomène est observé dans la configuration de l'expérience 1.

Q3. On remarque, sur le schéma de la figure 3, que seule l'onde « de droite » parcourt une distance plus grande. On a alors la différence de marche :

$$\boxed{\delta = 2D} \tag{1}$$

Q4. On observera une interférence constructive à condition d'avoir :

$$\boxed{\delta = k\lambda} \tag{2}$$

Avec k un entier positif.

Q5. En injectant la condition (2) dans la différence de marche (1) il vient, pour les interférences constructives,

$$\delta = 2D_k = k\lambda = k\frac{v}{f} \implies \boxed{D_k = \frac{kv}{2f}}$$

Q6. Avec la relation que nous venons d'établir, pour $k = 1$, il vient :

$$D_1 = \frac{v}{2f} \implies \boxed{v = 2fD_1}$$

D'où,

$$v = 2 \times 4032 \times 4,35 \times 10^{-2} = \underline{351\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$$

Ce qui est du bon ordre de grandeur pour une onde sonore.

Q7. Les lignes 8 et 9 du programme permettent de calculer, pour différents décalages D du trombone, la vitesse des ondes sonores.

Q8. Pour calculer la longueur d'onde, on peut utiliser la formule : `Lambda = v_son / f`.

2. Et on conseillera par ailleurs à son producteur d'éviter de consommer l'arôme ainsi synthétisé avant d'avoir une certaine certitude sur la pureté du produit final…

Exercice 3 — La viscosité du glycérol

1. Étude théorique de la chute d'une bille sphérique métallique dans un fluide

Q1. En appliquant le principe fondamental de la dynamique à la bille de masse constante en mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen, il vient par un bilan des forces :

$$\boxed{m\vec{a} = \vec{P} + \overrightarrow{\Pi_A} + \vec{F}}$$

Q2. On sait que, par définition :

$$\vec{a} = \frac{\mathrm{d}\,\vec{v}}{\mathrm{d}\,t}$$

Et comme $\vec{a} = a\overrightarrow{u_z}$, il vient par projection sur l'axe vertical :

$$a = \frac{\mathrm{d}\,v}{\mathrm{d}\,t}$$

Finalement, en projetant les forces selon $\overrightarrow{u_z}$ descendant, il vient :

$$\boxed{m\frac{\mathrm{d}\,v}{\mathrm{d}\,t} = -kv + mg - \rho_F V_F g} \tag{1}$$

Q3. Lorsque $v = v_{\text{lim}}$, le mouvement se fait à vitesse constante, il est donc rectiligne uniforme. Dans ce cas, l'accélération est nulle.

Q4. Lorsque $v = v_{\text{lim}}$, on a :

$$a = 0 \implies m\frac{\mathrm{d}\,v}{\mathrm{d}\,t} = 0 \overset{(1)}{\implies} -kv_{\text{lim}} + mg - \rho_F V_F g = 0$$

Alors :

$$-kv_{\text{lim}} + g\,(m - \rho_F V_F) = 0 \implies kv_{\text{lim}} = g\,(m - \rho_F V_F)$$

Et finalement :

$$\boxed{k = \frac{g\,(m - \rho_F V_F)}{v_{\text{lim}}}} \tag{3}$$

Q5. En utilisant cette expression, on conduit une analyse dimensionnelle :

$$[k] = \frac{[g][m]}{[v_{\text{lim}}]} = \frac{LT^{-2} \cdot M}{LT^{-1}} = MLT^{-2} \cdot TL^{-1} = \underline{MT^{-1}}$$

La constante k est donc exprimée en $\underline{\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}}$.

Q6. En injectant (3) dans l'expression qui nous est donnée en fonction de η, il vient bien :

$$\frac{g(m - \rho_F V_F)}{v_{\text{lim}}} = 6\pi\eta R \implies \boxed{\eta = \frac{g(m - \rho_F V_F)}{6\pi R v_{\text{lim}}}} \tag{4}$$

2. Fiabilité du viscosimètre du lycée : mesure de la viscosité du glycérol

Q7. La vitesse étant constante (égale à v_{lim}) au cours de la phase du mouvement étudiée, il vient :

$$\boxed{v_{\text{lim}} = \frac{L}{\Delta t}} = \frac{5,0 \times 10^{-1}}{50,9} = \underline{9,82 \times 10^{-3}\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Q8. Et en injectant alors dans l'expression de la viscosité (4) :

$$\eta = \frac{9,81 \times (3,30 \times 10^{-5} - 1260 \times 4,19 \times 10^{-9})}{6\pi \times 1,00 \times 10^{-3} \times 9,82 \times 10^{-3}} = \underline{1,5\,\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Q9. À partir des mesures expérimentales, on calcule à la machine :

$$\underline{\bar{\eta} = 1,48\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{s}^{-1}}\ ;\ \sigma_{n-1} = 2,6\times10^{-2}\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

Il vient donc l'incertitude expérimentale :

$$u(\bar{\eta}) = \frac{2,6\times10^{-2}}{\sqrt{6}} = \underline{1,1\times10^{-2}\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{s}^{-1}}$$

Q10. On a, par rapport à la viscosité de référence :

$$\boxed{Z = \frac{|\,\bar{\eta} - \eta_{\mathrm{ref}}\,|}{u(\bar{\eta})}} = \frac{0,01}{1,1\times10^{-2}} = \underline{0,9}$$

Les mesures fournies par le viscosimètre du lycée sont donc, effectivement, plutôt précises $Z < 1$.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 3 juillet 2025.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.