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 – Métropole

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 2

Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire

1. Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire par capacimétrie

Q1. Dans le circuit représenté, en convention récepteur, on écrit la loi des mailles :

$$E - u_R - u_C(t) = 0 \qquad (\mathcal{M})$$

Or, par la loi d'Ohm, $u_R = Ri$, et on a aux bornes du condensateur :

$$i = C\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t}$$

Et dans $(\mathcal{M})$, il vient donc :

$$E = RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + u_C$$

Et en posant $\boxed{\tau = RC}$, on a finalement l'équation différentielle du premier ordre :

$$\boxed{\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + \frac{1}{\tau}u_C = \frac{E}{\tau}} \qquad (\mathscr{E})$$

Q2. En prenant les conditions aux limites, on remarque que lorsque $t \to \infty$, on a $u_C \to E$. Alors nécessairement, $\underline{A = E}$.

Q3. En $t = \tau$, on a :

$$\boxed{u_C(t=\tau) = E\left(1 - e^{-1}\right)}$$

Q4. En reprenant l'expression précédente avec la valeur de E, on a :

$$u_C(t=\tau) = 4,9\left(1 - e^{-1}\right) = 3,1\,\mathrm{V}$$

Et par lecture graphique, on trouve donc $\underline{\tau = 65\,\mu\mathrm{s}}$.

Q5. On a la constante de temps :

$$\tau = RC \implies \boxed{C = \frac{\tau}{R}}$$

D'où,

$$C = \frac{65 \times 10^{-6}}{1,00 \times 10^{3}} = \underline{6,5 \times 10^{-8}\,\mathrm{F} = 65\,\mathrm{nF}}$$

Q6. On a l'expression de la capacité en fonction de l'épaisseur :

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_f S}{e_{\text{film}}} \implies \boxed{e_{\text{film}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_f S}{C}}$$

D'où,

$$e_{\text{film}} = \frac{8,85 \times 10^{-12} \times 2,3 \times (21 \times 10^{-2} \times 28 \times 10^{-2})}{69,8 \times 10^{-9}} = \underline{1,7 \times 10^{-5}\,\mathrm{m}}$$

Q7. On calcule alors le Z-score entre cette mesure et la valeur de référence :

$$Z = \frac{17,1 \times 10^{-6} - 7,6 \times 10^{-6}}{1,0 \times 10^{-6}} = \underline{9,5}$$

L'écart entre les deux valeurs est donc particulièrement élevé, on peut alors douter de la précision de cette méthode de mesure.

Q8. On cherche à valider la compatibilité de l'expression donnée avec l'expression de la capacité du condensateur.

— Dans le cas limite $e_{\text{air}} = 0$, on a :

$$C' = \frac{\varepsilon_0 S}{\frac{e_{\text{film}}}{\varepsilon_{r,\text{film}}}} = \varepsilon_0 S \times \frac{\varepsilon_{r,\text{film}}}{e_{\text{film}}} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_{r,\text{film}} S}{e_{\text{film}}}$$

Et on retombe donc bien sur l'expression de référence pour la capacité.

— De la même manière, pour le cas limite $e_{\text{film}} = 0$, on retrouve bien l'expression de référence.

Q9. On a donc, pour une couche de film et une couche d'air :

$$C' = \frac{\varepsilon_0 S}{\frac{e_{\text{air}}}{\varepsilon_{r,\text{air}}} + \frac{e_{\text{film}}}{\varepsilon_{r,\text{film}}}} = \frac{\varepsilon_{r,\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} \varepsilon_0 S}{e_{\text{air}} \varepsilon_{r,\text{film}} + e_{\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}}}$$

Et on peut alors isoler e_{air} :

$$\begin{aligned} C' = \frac{\varepsilon_{r,\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} \varepsilon_0 S}{e_{\text{air}} \varepsilon_{r,\text{film}} + e_{\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}}} &\implies e_{\text{air}} \varepsilon_{r,\text{film}} C' + e_{\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} C' = \varepsilon_{r,\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} \varepsilon_0 S \\ &\implies e_{\text{air}} \varepsilon_{r,\text{film}} C' = \varepsilon_{r,\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} \varepsilon_0 S - e_{\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} C' \\ &\implies \boxed{e_{\text{air}} = \frac{\varepsilon_{r,\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} \varepsilon_0 S - e_{\text{film}} \varepsilon_{r,\text{air}} C'}{\varepsilon_{r,\text{film}} C'}} \end{aligned}$$

D'où,

$$e_{\text{air}} = \frac{2,3 \times 1,0 \times 8,85 \times 10^{-12} \times (21 \times 10^{-2} \times 28 \times 10^{-2}) - 7,6 \times 10^{-6} \times 1,0 \times 69,8 \times 10^{-9}}{2,3 \times 69,8 \times 10^{-9}}$$

La couche d'air a donc une épaisseur $\underline{e_{\text{air}} = 4,15 \times 10^{-6}\,\text{m} = 4,15\,\mu\text{m}}$. La couche d'air est donc loin d'être négligeable dans ce cas, et la mesure d'épaisseur ne peut pas être réalisée dans ces conditions avec une bonne précision.

2. Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire par pesée

Q10. On a la masse :

$$m = \rho V = \rho \ell L e \implies \boxed{e_{\text{film}} = \frac{m_{\text{film}}}{\rho_{\text{film}} \ell L}}$$

D'où,

$$e_{\text{film}} = \frac{70,56 \times 10^{-3}}{1,25 \times 10^3 \times 29 \times 10^{-2} \times 30} = \underline{6,5 \times 10^{-6}\,\text{m} = 6,5\,\mu\text{m}}$$

3. Mesure de l'épaisseur d'un film alimentaire par interférométrie

Q11. Pour observer des interférences constructives, il faut nécessairement que la différence de marche soit un multiple entier de la longueur d'onde.

Q12. On a l'ordre d'interférence :

$$p = \frac{\beta e_{\text{film}}}{\lambda} + \frac{1}{2}$$

Alors si $\frac{\beta e_{\text{film}}}{\lambda} \in \mathbb{N}$, l'ordre d'interférence sera un demi-entier, l'interférence observée sera destructive.

Q13. Comme la mesure est faite à incidence et épaisseurs données, seule la longueur d'onde varie. Les maxima d'intensité correspondent donc aux longueurs d'onde pour lesquelles on observe une interférence constructive (les λ telles que p soit entier).

Q14. La relation 1, lorsqu'on l'observe, décrit bien une fonction affine de l'inverse de la longueur d'onde. Ce qui correspond bien à une droite comme présentée en figure 7.

Q15. Par lecture graphique, on a :

$$\beta e_{\text{film}} = 22443 \times 10^{-9} \implies \boxed{e_{\text{film}} = \frac{22443 \times 10^{-9}}{\beta}} = \frac{22443}{3,02} = \underline{7,4\,\mu\text{m}}$$

Cette valeur est bien plus proche de la valeur de référence, il est donc possible d'en conclure que la mesure par interférométrie semble être, des méthodes présentées, la meilleure.

Exercice 2 — Eau de Quinton

1. Préparation de l'eau de Quinton isotonique

Q1. On souhaite préparer une solution par dilution d'un facteur 5. Le mode opératoire est le suivant :

- verser, dans un bécher, une trentaine de millilitres d'eau de Quinton commerciale ;
- prélever, avec une pipette jaugée de 20,0 mL, ce volume de solution commerciale ;
- les placer dans une fiole jaugée de 100,0 mL ;
- compléter la fiole à l'eau distillée jusqu'environ la moitié ;
- boucher puis homogénéiser ;
- finir de compléter à l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;
- homogénéiser une dernière fois.

Q2. La solution est considérée isotonique lorsqu'elle présente, au pire, $100\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ d'ions chlorure. La solution étant préparée par dilution 5 fois d'une eau de Quinton commerciale, il faut donc une concentration minimale $C = 5 \times 100 = \underline{500\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}}$ dans la solution commerciale pour que la solution ainsi préparée soit isotonique.

2. Analyse d'une eau de Quinton hypertonique

Q3. On a la réaction de précipitation des ions argent avec les ions chlorure :

$$\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{AgCl(s)}$$

Q4. Lors du titrage, la solution titrée est le chlorure de sodium, placée dès le début dans le bécher. La concentration en ions Na^+ est donc constante tout au long du titrage, et correspond donc à l'espèce D.

De plus, le nitrate d'argent est introduit progressivement, et les ions $\text{NO}_3{}^-$ étan spectateurs, leur concentration augmente linéairement au cours du temps : il s'agit de l'espèce C.

Finalement, les ions chlorure réagissent au fur et à mesure de l'ajout de solution titrante, leur concentration diminue progressivement (espèce A) tandis que les ions Ag^+ réagissent initialement dès leur introduction, jusqu'à disparition des ions chlorure : il s'agit donc de l'espèce B.

Q5. À l'équivalence, on a :

$$\frac{n_{\text{Cl}^-}}{1} = \frac{n_{\text{Ag}^+}}{1} \implies C_1V_1 = C_2V_E \implies V_E = \frac{C_1V_1}{C_2}$$

La formule à inscrire à la ligne 15 est donc : `V_E = C_1 * V_1 / C_2`

Q6. Au cours de l'ajout du nitrate d'argent, avant l'équivalence, la consommation d'ions tend à abaisser la conductivité. Cependant, une fois l'équivalence atteinte, tous les ions argent introduits ne seront pas consommés, ce qui entraînera une hausse de la conductivité.

Ces constatations sont bien en accord avec la courbe de dosage présentée en annexe.

En résumé :

	$V < V_E$	$V > V_E$
Na^+	$\rightarrow$	$\rightarrow$
Cl^-	$\searrow$	$\searrow$
Ag^+	$\rightarrow$	$\nearrow$
NO_3^-	$\nearrow$	$\nearrow$
σ	$\searrow$	$\nearrow$

Q7. Par lecture graphique, on a donc $V_E = 19\,\text{mL}$. Et en exploitant la relation précédemment établie à l'équivalence :

$$C_1V_1 = C_2V_E \implies C_1 = \frac{C_2V_E}{C_1}$$

Ou, en masse :

$$\boxed{C_m = C_1M(\text{Cl}) = \frac{C_2V_EM(\text{Cl})}{V_1}}$$

D'où,

$$C_{\text{quinton}} = \frac{3,00 \times 10^{-1} \times 19 \times 35,5}{10,0} = \underline{20,2\,\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Q8. On peut alors calculer l'incertitude sur cette mesure expérimentale :

$$u(C_{\text{quinton}}) = 20,2 \times \sqrt{\left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{19}\right)^2 + \left(\frac{2 \times 10^{-3}}{3,00 \times 10^{-1}}\right)^2} = \underline{0,55\,\text{g} \cdot \text{L}^{-1}}$$

Ainsi, par rapport à l'eau de mer bretonne :

$$Z = \frac{20,2 - 19,4}{0,55} = 1,45$$

L'eau de quinton hypertonique est donc globalement de concentration en ions chlorure similaire à l'eau de mer.

Exercice 3 — Un parfum de rose

1. Étude préliminaire

Q1. Le groupe caractéristique entouré sur la formule topologique du géraniol est un groupe hydroxyle.

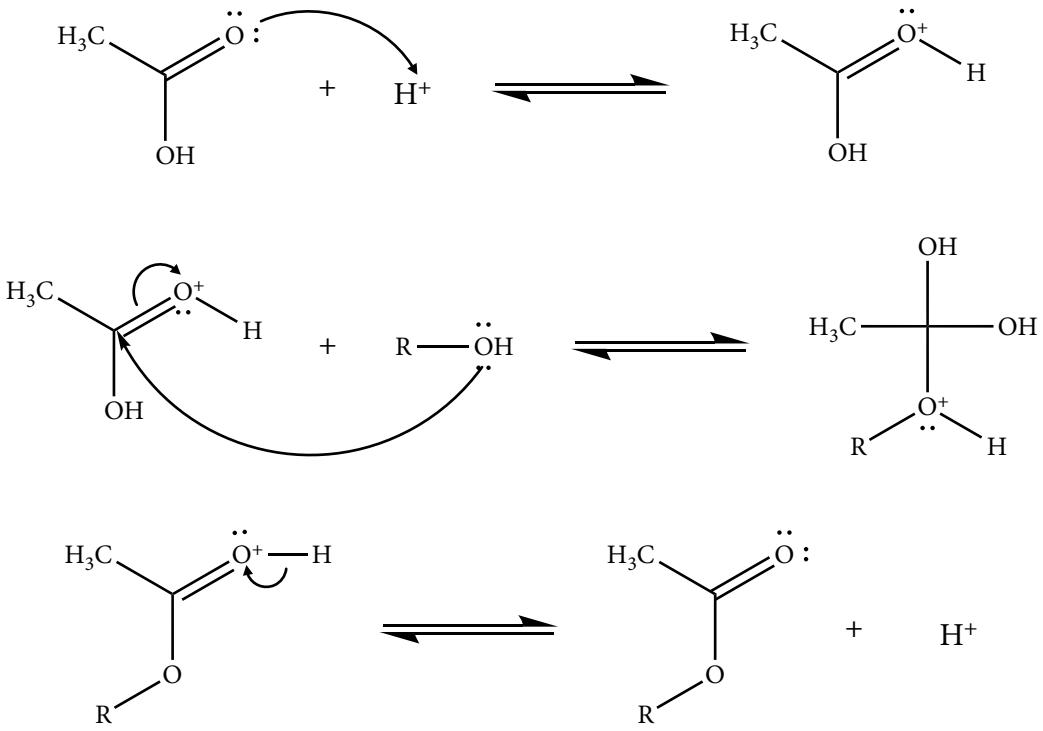
Le géraniol, comme son nom l'indique, est un alcool. L'éthanoate de géranyle, lui, est un ester.

Q2. On remarque, sur le spectre IR donné en figure 1, une bande fine et forte aux alentours de $1750\,\text{cm}^{-1}$, caractéristique d'une liaison C=O. Ce pic suffit à attribuer le spectre à l'éthanoate de géranyle.

2. Transformation du géraniol en éthanoate de géranyle

Q3. Un catalyseur est une espèce chimique qui, introduite en faible quantité, permet d'accélérer une réaction chimique. En observant le mécanisme réactionnel, le catalyseur est le proton H^+.

Q4. On fait apparaître les flèches courbes représentant les déplacements de doublet électroniques permettant la réaction :



Q5. Par observation, on remarque qu'à l'issue de la prototropie de l'étape 3, on forme un groupe partant $OH_2{}^+$, qui sera donc libéré comme H_2O (molécule A) dans l'étape 4.
En faisant un bilan des espèces consommées et formées au cours des différentes étapes de la réaction, on peut donc écrire l'équation de la réaction d'estérification :

$$R{-}OH + CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO{-}R + H_2O$$

Q6. Chauffer le mélange permet d'accélérer la réaction.

Q7. Dans l'ampoule à décanter, la phase supérieure contiendra la phase la moins dense (donc la phase organique, contenant l'ester et le géraniol) tandis que la phase inférieure sera la phase aqueuse, plus dense (contenant l'acide éthanoïque).

Q8. On souhaite montrer que les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques.
Pour l'acide éthanoïque, on a :

$$n_A = C_A V_A = 1,0 \times 50 \times 10^{-3} = 50\,\text{mmol}$$

Et de la même manière, pour le géraniol :

$$n_G = \frac{m_G}{M(\text{G})} = \frac{7,7}{154,25} = 50\,\text{mmol}$$

On a donc bien $\underline{n_A = n_G}$, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques.

Q9. On titre l'acide éthanoïque par la soude. L'équation support du titrage est donc très logiquement :

$$CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$$

Et à l'équivalence, on a alors :

$$\frac{n_{CH_3COOH}}{1} = \frac{n_{OH^-}}{1} \implies \boxed{n_{CH_3COOH} = C_B V_E}$$

Sur la courbe de titrage de la figure 2, on lit $V_E = 32,5\,\text{mL}$, ce qui signifie qu'il reste dans le milieu à l'issue de la réaction une quantité de matière en acide éthanoïque :

$$n_{CH_3COOH} = n_{A,f} = 1,0 \times 32,5 \times 10^{-3} = \underline{32,5\,\text{mmol}}$$

Q10. On a le rendement :

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

Par un bilan de matière évident, il vient $n_{\text{th}} = 50\,\text{mmol}$. Et comme $n_{\text{exp}} = n_A - n_{A,f}$, le rendement est donc :

$$\eta = \frac{50 - 32,5}{50} = \underline{35\,\%}$$

Ce qui est un rendement convenable lorsqu'on sait que le seul traitement du milieu réactionnel était la séparation de la phase aqueuse.

3. Utilisation du géraniol en parfumerie

Q11. On a, en prenant en compte le titre massique en géraniol dans le parfum, une masse de géraniol par pulvérisation :

$$m = 0,001 \times 10^{-2} \times 0,84 \times 0,15 = 1,3 \times 10^{-6}\,\text{g} = 1,3 \times 10^{-3}\,\text{mg}$$

Un adulte de 65 kg pouvant, au plus, être exposé à une masse $m_{65} = 65 \times 17,75 = 1,2 \times 10^3\,\text{mg}$, il pourra se pulvériser, au maximum :

$$N = \frac{1,2 \times 10^3}{1,3 \times 10^{-3}} = \underline{9,23 \times 10^5\,\text{fois}}$$

Il peut donc continuer de se parfumer dans trop de risque d'exposition excessive au géraniol !

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 2 septembre 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.