Baccalauréat Général

Session 2025 – Centres Étrangers

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 1

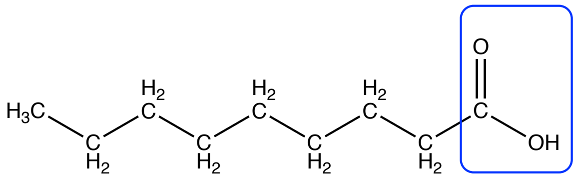
Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — Autour du géranium rosat

1. Identification de la substance active du désherbant

Q1. On écrit la formule semi-développée de l'acide nonanoïque, et on entoure son groupe acide carboxylique :



Q2. On remarque, sur le spectre IR, une bande large et forte autour de $3200\,\mathrm{cm}^{-1}$, caractéristique de la liaison O−H, qui est complété par une bande fine et forte vers $1700\,\mathrm{cm}^{-1}$ caractéristique d'une liaison C=O.

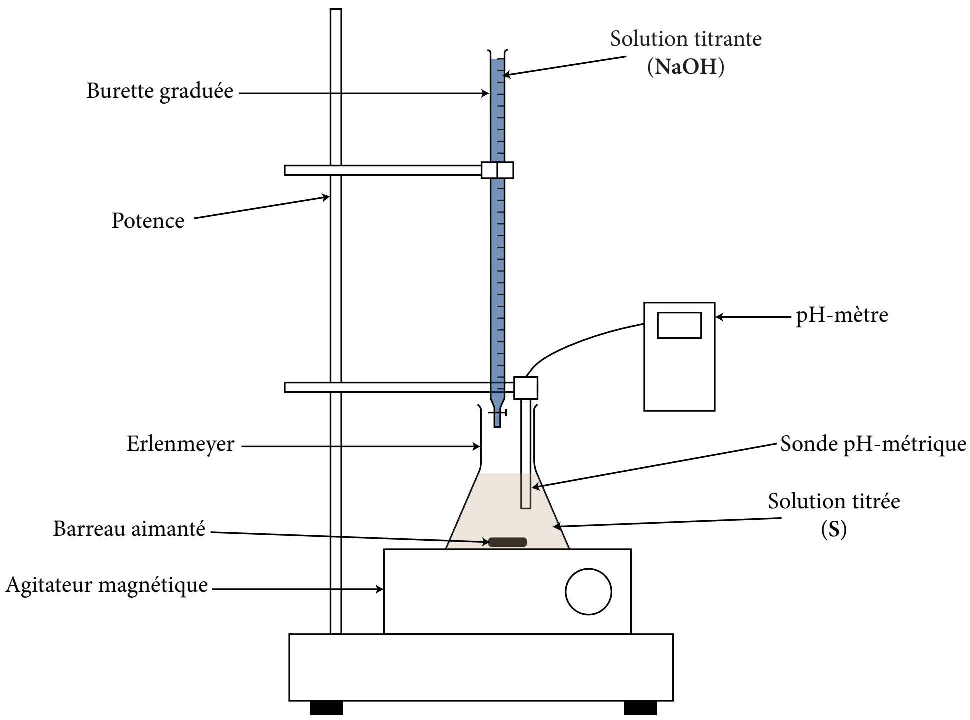
Le spectre IR fourni est donc bien compatible avec un acide carboxylique comme l'acide nonanoïque.

2. Dosage de l'espèce chimique active du désherbant

Q3. On prépare un volume $V > 10,0\,\mathrm{mL}$ de solution S par dilution d'un facteur 10. On se propose donc d'en préparer, au vu de la verrerie disponible, un volume $V = 100,0\,\mathrm{mL}$.

Pour cela, il faut un bécher (pour éviter de prélever directement dans le contenant commercial), une fiole jaugée de $100,0\,\mathrm{mL}$ et une pipette jaugé de $10,0\,\mathrm{mL}$.

Q4. On schématise le montage permettant le titrage pH-métrique du désherbant par la soude :



Q5. L'équation support du titrage de l'acide nonanoïque par la soude est la suivante :

$$\mathrm{R{-}COOH + OH^- \longrightarrow R{-}COO^- + H_2O}$$

Q6. Cette réaction doit être quantitative (rapide et totale) pour être adaptée à un titrage.

Q7. Par définition, l'équivalence d'un titrage correspond au moment auquel les réactifs sont en proportions stœchiométriques.

Q8. On cherche à exploiter le titrage afin de vérifier la concentration massique en acide nonanoïque indiquée sur le flacon.

Par définition, à l'équivalence, on a :

$$\frac{n(\mathrm{R{-}COOH})}{1} = \frac{n(\mathrm{OH^-})}{1}$$

Ou, en concentration :

$$C_A V_A = C_B V_E \implies C_A = \frac{C_B V_E}{V_A}$$

Et finalement, en masse, comme S est une dilution 10 fois de la solution commerciale :

$$\boxed{C_m = 10 \times C_A M(\mathrm{R{-}COOH}) = 10 \times \frac{C_B V_E M(\mathrm{R{-}COOH})}{V_A}}$$

Graphiquement, on lit $V_E = 17\,\mathrm{mL}$, et il vient alors :

$$C_m = 10 \times \frac{0,100 \times 17 \times 158,24}{10,0} = \underline{269\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}}$$

La question désormais, est de savoir si cette valeur est compatible avec l'indication du flacon, ce qui nécessite de calculer son incertitude. On a alors l'incertitude sur C_A :

$$u(C_A) = C_A \times \sqrt{\left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_A)}{V_A}\right)^2}$$

D'où,

$$u(C_A) = \frac{0,100 \times 17,0}{10,0} \times \sqrt{\left(\frac{0,002}{0,100}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{17}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2} = 0,0061\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

Et comme l'incertitude est supposée nulle sur la masse molaire (valeur tabulée), il vient :

$$u(C_m) = 10 \times u(C_A) M(\mathrm{R{-}COOH}) = 10 \times 0,0061 \times 158,24 = 9,6\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}$$

Et finalement, la concentration mesurée est $\underline{C_m = 269(\pm 9,6)\,\mathrm{g \cdot L^{-1}}}$

Il vient le Z-score :

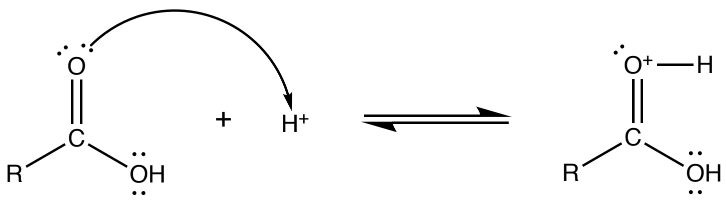
$$Z = \frac{269 - 250}{9,6} = 1,98$$

La valeur mesurée est compatible avec la valeur indiquée sur le flacon.

3. Synthèse du nonanoate de méthyle

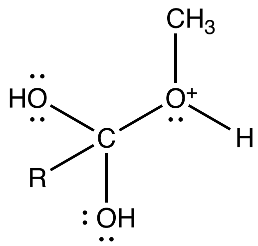
Q9. Le nonanoate de méthyle est un ester.

Q10. On recopie la protonation de l'étape 1 en dessinant la flèche courbe représentant un déplacement de doublet d'électrons :



Q11. Par une étude rapide du schéma réactionnel de l'étape 4, on devine que l'espèce X libérée est une molécule d'eau H_2O.

Q12. Un intermédiaire réactionnel est par exemple celui formé après addition de l'alcool, et avant la prototropie de l'étape 3 : On remarque bien que cette espèce, par sa charge



positive sur un oxygène trivalent en alpha d'un oxygène alcoolique fortement électronégatif aura une durée de vie infime dans le milieu. C'est donc bien un intermédiaire réactionnel.

Q13. L'acide sulfurique est un catalyseur, il permet d'accélérer la réaction en fournissant le proton H^+ servant de point de départ à la réaction (qui est bien régénéré en fin de réaction).

Exercice 2 — Radar pédagogique équipé d'un panneau solaire

1. Alimentation électrique du radar : le panneau solaire photovoltaïque

Q1. La commune dans laquelle est placé le radar a un éclairement moyen $E = 600\,\mathrm{W\cdot m^{-2}}$. En lisant l'abaque fournie, on remarque donc bien que pour cet éclairement, la puissance maximale est $P_m = 100\,\mathrm{W}$.

Q2. Par définition, le rendement est le rapport entre quantité utile et quantité coûteuse :

$$\eta = \frac{P_m}{P_{\text{lum}}}$$

Et avec l'expression de la puissance lumineuse reçue :

$$\boxed{\eta = \frac{P_m}{ES}}$$

D'où,

$$\eta = \frac{100}{600 \times 850 \times 10^{-3} \times 950 \times 10^{-3}} = \underline{21\,\%}$$

Cette valeur est bien en accord avec le rendement annoncé.

2. Fonctionnement du radar

Q3. L'effet Doppler décrit l'influence du mouvement relatif d'un objet sur la fréquence de l'onde qui parvient à l'observateur immobile.

Q4. On cherche à calculer la vitesse du chariot aux dates t_7 et t_{11}. Pour cela, on sait que le pointage a été réalisé à intervalle de temps régulier, sur une durée $t_{13} - t_0 = 0,429\,\text{s}$, ce qui permet de calculer le pas de temps $\Delta t = \frac{0{,}429}{13} = 3,3 \times 10^{-2}\,\text{s}$.

Ce qui permet d'exprimer la vitesse en tout point $i > 0$:

$$\boxed{v_i = \frac{x_i - x_{i-1}}{\Delta t}}$$

D'où, en t_7 :

$$v_7 = \frac{x_7 - x_6}{\Delta t} = \frac{23 \times 10^{-3} - 19,5 \times 10^{-3}}{3,3 \times 10^{-2}} = \underline{0,1\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Et de la même manière :

$$v_{11} = \frac{36 \times 10^{-3} - 33 \times 10^{-3}}{3,3 \times 10^{-2}} = \underline{0,1\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

On remarque alors que $v_7 = v_{11}$, le mouvement semble être uniforme.

Q5. On souhaite associer chaque courbe à la bonne grandeur. Dans un premier temps, on sait que la vitesse semble constante (on l'a calculé précédemment), ce qui correspond à la courbe A.

De plus, on sait que le chariot s'éloigne sur l'axe à vitesse constante, son abscisse doit donc croître linéairement. La courbe B représente donc la position $x(t)$.

Q6. Par lecture graphique sur la courbe B entre les points $(0,3; 0,33)$ et $(0; 0)$, on a :

$$v_m = \frac{0,03}{0,3} = \underline{0,1\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Q7. Par lecture graphique, entre les points $t = 20\,\mu\text{s}$ et $t = 140\,\mu\text{s}$, on a :

$$5T_R = 140 - 20 \implies T_R = \frac{140 - 20}{5} = \underline{24\,\mu\text{s}}$$

Et comme le chariot est immobile, il vient :

$$\boxed{f_E = \frac{1}{T_R}} = \frac{1}{24 \times 10^{-6}} = \underline{42 \times 10^3\,\text{Hz} = 42\,\text{kHz}}$$

Q8. On cherche à calculer la vitesse du chariot mesurée par vélocimétrie Doppler. On a le décalage en fréquence :

$$\Delta f = 2 f_E \frac{v_{\text{chariot}}}{v} \implies \boxed{v_{\text{chariot}} = \frac{v \Delta f}{2 f_E}}$$

D'où,

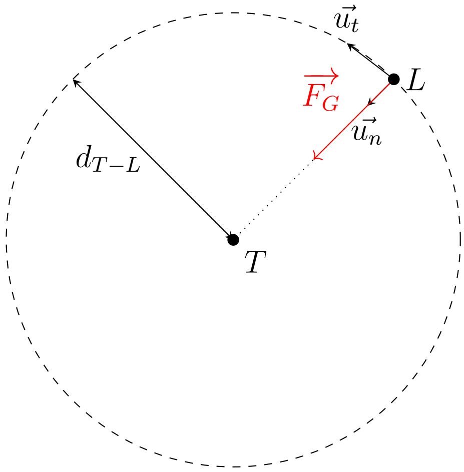
$$v_{\text{chariot}} = \frac{344,25 \times 22,7}{2 \times 42 \times 10^3} = \underline{0,09\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 0,1\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

La vitesse moyenne calculée par pointage était donc une très bonne approximation, les deux méthodes semblent ici équivalentes.

Exercice 3 — La face cachée de la Lune

1. La Lune sous tous les angles

Q1. On schématise la Lune en orbite circulaire autour de la Terre, et on y place le repère de Frenet centré sur la Lune :



Q2. La seule force à laquelle est soumise la Lune est l'attraction gravitationnelle de la Terre :

$$\boxed{\overrightarrow{F_G} = G\frac{M_L M_T}{d_{T-L}^2}\overrightarrow{u_n}}$$

Q3. On applique la seconde loi de Newton à la Lune supposée ponctuelle de masse constante, en orbite circulaire autour de la Terre, en négligeant toute force autre que l'attraction gravitationnelle de la Terre :

$$M_L\vec{a} = \overrightarrow{F_G} = G\frac{M_L M_T}{d_{T-L}^2}\overrightarrow{u_n}$$

Alors :

$$\vec{a} = G\frac{M_T}{d_{T-L}^2}\overrightarrow{u_n}$$

Et comme le mouvement est circulaire uniforme ($a_t = 0$) on a :

$$a = \frac{v^2}{d_{T-L}} \implies v^2 = G\frac{M_T}{d_{T-L}} \implies v = \sqrt{\frac{GM_T}{d_{T-L}}} \qquad (1)$$

Or, en une période T, la Lune parcourt une distance $2\pi d_{T-L}$. Avec l'expression de la vitesse (1), il vient :

$$v = \frac{2\pi d_{T-L}}{T} \implies T = \frac{2\pi d_{T-L}}{v} = 2\pi d_{T-L}\cdot\sqrt{\frac{d_{T-L}}{GM_T}}$$

Alors finalement :

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{{d_{T-L}}^3}{GM_T}}}$$

Q4. On peut alors calculer :

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{(384400\times10^3)^3}{6,67\times10^{-11}\times5,97\times10^{24}}} = \underline{2,37\times10^6\,\text{s} = 27,4\,\text{jours}}$$

La révolution de la Lune autour de la Terre étant alors presque parfaitement synchronisée avec sa rotation, on comprend alors pourquoi elle ne nous montre qu'une seule face.

2. Comment bien communiquer ?

Q5. On a la fréquence :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \implies \boxed{\lambda = \frac{c}{\nu}}$$

Il vient donc :

$$\lambda_1 = \frac{3,0\times10^8}{300\times10^6} = \underline{1\,\mathrm{m}} \quad ; \quad \lambda_2 = \frac{3,0\times10^8}{3000\times10^6} = \underline{0,1\,\mathrm{m}}$$

Q6. Le signal, pour parvenir jusqu'au satellite Chang'e 6, doit dans un premier temps parvenir jusqu'au relais, avant d'être réémis vers le satellite. Il parcourt donc une distance totale $D = d_{T-Q} + d_{Q-C}$.
À la vitesse de la lumière dans le vide, il faudra donc à l'information :

$$\boxed{t = \frac{d_{T-Q}+d_{Q-C}}{c}} = \frac{449600\times10^3 + 65000\times10^3}{3,0\times10^8} = \underline{1,7\,\mathrm{s}}$$

pour atteindre le satellite. Cela signifie donc qu'il faut de l'ordre de 3 secondes entre l'émission du signal et la réception de la réponse de la sonde, ce qui reste convenable mais empêche un pilotage fin de la sonde lunaire.

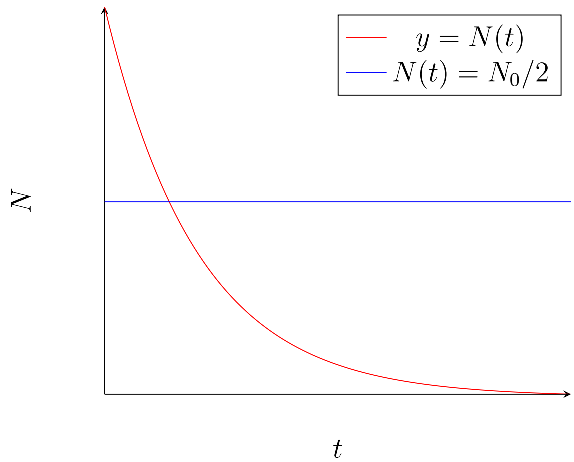
3. L'exploration lunaire

Q7. Pour passer du radium 226 au radon 222, on observe une désintégration α :

$$^{226}\mathrm{Ra} \longrightarrow {}^{222}\mathrm{Rn} + {}^{4}\mathrm{He}$$

Q8. La demie-vie d'un noyau radioactif est le temps nécessaire à la désintégration de la moitié d'une population de ce noyau.

Q9. On trace l'allure de la courbe de d'évolution de décroissance radioactive du radon 222, et on y représente la demie-vie :



Q10. Le radon 222 a une demie-vie de 4 jours, ce qui est bien plus faible que le radium 226 (1600 ans). Seul le radon 222 permet donc de mesurer une différence de population significative sur une durée d'une semaine.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 17 juin 2025.