

Corrigé

Épreuve d'enseignement de spécialité — Physique-Chimie
Baccalauréat Général — Session 2026 — Jour 1 — Sujet 26-PYCJ1G11
Centres Étrangers

Exercice 1 — Harpe électrique au service des abeilles

(11 pts)

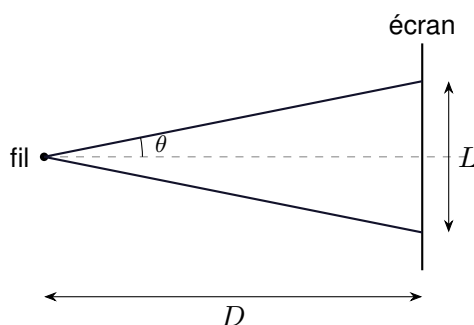
1. Taille du fil en inox (diffraction)

Q.1. Le faisceau laser est limité par un objet (le fil) de dimension très petite et comparable à la longueur d'onde : une figure de taches lumineuses apparaît sur l'écran.

RÉPONSE

Le phénomène observé est la **diffraction** de la lumière par le fil.

Q.2. La tache centrale, de largeur L , est vue depuis le fil sous un demi-angle θ . D'après la figure 2, la demi-largeur $\frac{L}{2}$ et la distance D vérifient $\tan \theta = \frac{L/2}{D}$. Avec l'approximation des petits angles $\tan \theta = \theta$:



RÉPONSE

$$\theta = \frac{L}{2D}.$$

Q.3. On dispose de deux expressions de l'angle θ : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (donnée) et $\theta = \frac{L}{2D}$ (question 2). En les égalant :

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \implies L = \frac{2\lambda D}{a} = (2\lambda D) \times \frac{1}{a}.$$

À longueur d'onde λ et distance D fixées, $2\lambda D$ est une constante.

RÉPONSE

$$L = \frac{2\lambda D}{a} : L \text{ est proportionnelle à } \frac{1}{a}, \text{ de coefficient } k = 2\lambda D.$$

Q.4. Sur la figure 3, les points expérimentaux sont sensiblement **alignés sur une droite passant par l'origine**. Or une relation de la forme $L = k \times \frac{1}{a}$ est représentée par une droite passant par l'origine de coefficient directeur k .

RÉPONSE

L'alignement des points sur une droite passant par l'origine valide le modèle $L = k \times \frac{1}{a}$.

Q.5. Méthode : k est le coefficient directeur de la droite modèle. On le calcule comme le rapport $\frac{L}{1/a}$, c'est-à-dire $k = L \times a$, par exemple pour le point le plus éloigné de l'origine ($a = 40 \mu\text{m}$, $L = 9,50 \text{ cm}$) :

$$k = L \times a = 9,50 \times 10^{-2} \times 40 \times 10^{-6} \approx 3,8 \times 10^{-6} \text{ m}^2.$$

(On obtient une valeur voisine pour chacun des six fils.)

RÉPONSE

$k \approx 3,8 \times 10^{-6} \text{ m}^2$, en accord avec la modélisation $k = 3,85 \times 10^{-6} \text{ m}^2$.

Q.6. De $L = \frac{k}{a}$ on tire $a = \frac{k}{L}$:

$$a = \frac{k}{L} = \frac{3,85 \times 10^{-6}}{8,0 \times 10^{-3}} \approx 4,8 \times 10^{-4} \text{ m}.$$

RÉPONSE

$a \approx 4,8 \times 10^{-4} \text{ m} = 0,48 \text{ mm}$.

Q.7. On applique la relation fournie :

$$u(a) = a \sqrt{\left(\frac{u(k)}{k}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2} = 4,8 \times 10^{-4} \sqrt{\left(\frac{0,05}{3,85}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{8,0}\right)^2}.$$

$$u(a) \approx 4,8 \times 10^{-4} \times \sqrt{1,7 \times 10^{-4} + 3,9 \times 10^{-3}} \approx 3,1 \times 10^{-5} \text{ m}.$$

RÉPONSE

$u(a) \approx 3 \times 10^{-5} \text{ m} = 0,03 \text{ mm}$.

Q.8. On calcule le quotient de compatibilité avec $a_{\text{ref}} = 0,45 \text{ mm}$:

$$\frac{|a - a_{\text{ref}}|}{u(a)} = \frac{|0,48 - 0,45|}{0,03} \approx 1,0 < 2.$$

Le quotient étant inférieur à 2, la valeur mesurée et la valeur de référence sont compatibles.

RÉPONSE

La mesure ($a = 0,48 \text{ mm}$) est **compatible** avec la valeur affichée ($0,45 \text{ mm}$). Comme $a < 0,5 \text{ mm}$, le fil convient : il peut être utilisé pour fabriquer la harpe.

2. Alimentation : le panneau solaire

Q.9. Dans une cellule photovoltaïque (matériau semi-conducteur), les photons de la lumière incidente cèdent leur énergie à des électrons du matériau. Ces électrons, arrachés puis mis en mouvement, créent un courant électrique.

RÉPONSE

C'est l'**effet photovoltaïque** : la lumière fournit de l'énergie aux électrons du semi-conducteur, ce qui génère un courant électrique.

Q.10. La surface utile vaut $S = 0,640 \times 0,550 = 0,352 \text{ m}^2$, d'où la puissance lumineuse reçue :

$$P_{\text{lum}} = E \times S = 1000 \times 0,352 = 352 \text{ W}.$$

Le rendement est le rapport de la puissance électrique fournie à la puissance lumineuse reçue :

$$\eta = \frac{P_m}{P_{\text{lum}}} = \frac{50}{352} \approx 0,142 = 14,2 \%.$$

RÉPONSE

$\eta \approx 14 \%$: la valeur mesurée est en accord avec le rendement annoncé de 14 %. Le panneau est conforme.

Q.11. La capacité $Q_{\text{batterie}} = 18,0 \text{ A} \cdot \text{h}$ est entièrement fournie sous l'intensité $I = 2,8 \text{ A}$. De $Q = I \times \Delta t$:

$$\Delta t_{\text{charge}} = \frac{Q_{\text{batterie}}}{I} = \frac{18,0}{2,8} \approx 6,4 \text{ h} \approx 6 \text{ h } 26 \text{ min}.$$

RÉPONSE

$\Delta t_{\text{charge}} \approx 6,4 \text{ h}$. Cette durée est compatible avec une journée d'ensoleillement estival : la batterie peut être complètement rechargée en une journée.

3. Module électronique (condensateur)

Q.12. Le circuit comporte E , R et C en série. La loi des mailles donne $E = u_R + u_C$, avec $u_R = Ri$ et $i = C \frac{du_C}{dt}$:

$$E = RC \frac{du_C}{dt} + u_C.$$

On divise par RC et on pose $\tau = RC$:

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C = \frac{E}{\tau}.$$

RÉPONSE

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C = \frac{E}{\tau}, \text{ avec } \tau = RC.$$

Q.13. Le condensateur est initialement déchargé : $u_C(0) = 0$. En reportant dans $u_C(t) = A e^{-t/\tau} + E$ à $t = 0$:

$$u_C(0) = A e^0 + E = A + E = 0 \implies A = -E = -5,0 \text{ V}.$$

RÉPONSE

$$A = -E = -5,0 \text{ V}, \text{ donc } u_C(t) = E (1 - e^{-t/\tau}).$$

Q.14. Méthode graphique. Le régime permanent vaut $E = 5,0 \text{ V}$. Pour $t = \tau$: $u_C(\tau) = E (1 - e^{-1}) \approx 0,63 E$, soit $0,63 \times 5,0 \approx 3,2 \text{ V}$. On lit sur la figure 6 l'abscisse du point d'ordonnée 3,2 V.

RÉPONSE

$$\tau \approx 45 \mu\text{s} \text{ (abscisse pour laquelle } u_C = 0,63 E \approx 3,2 \text{ V)}.$$

Q.15. De $\tau = RC$ on tire $C = \frac{\tau}{R}$:

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{45 \times 10^{-6}}{2,00 \times 10^3} = 2,25 \times 10^{-8} \text{ F.}$$

RÉPONSE

$$C = 2,25 \times 10^{-8} \text{ F} \approx 2,3 \times 10^{-8} \text{ F} = 23 \text{ nF.}$$

Q.16. Le condensateur de la harpe est chargé sous $U_1 = 1500 \text{ V}$:

$$E_{\text{cond}} = \frac{1}{2} C U_1^2 = \frac{1}{2} \times 2,25 \times 10^{-8} \times (1500)^2 \approx 2,5 \times 10^{-2} \text{ J.}$$

RÉPONSE

$$E_{\text{cond}} \approx 2,5 \times 10^{-2} \text{ J} \approx 25 \text{ mJ.}$$

Q.17. Avec une journée de 14 h 17 min = 857 min et une nuit de 9 h 43 min = 583 min :

$$E_{\text{jour}} = 98,8 \times 857 \approx 8,5 \times 10^4 \text{ J}, \quad E_{\text{nuit}} = 72,1 \times 583 \approx 4,2 \times 10^4 \text{ J.}$$

$$E_{\text{module}} = E_{\text{jour}} + E_{\text{nuit}} \approx 1,3 \times 10^5 \text{ J.}$$

RÉPONSE

$E_{\text{module}} \approx 1,3 \times 10^5 \text{ J}$ par jour. C'est **environ 5 millions de fois** l'énergie libérée pour électrocuter un frelon ($\approx 2,5 \times 10^{-2} \text{ J}$) : l'énergie consacrée aux frelons est totalement négligeable devant la consommation propre du module.

Q.18. Méthode : comparer l'énergie totale stockée dans la batterie à l'énergie quotidienne dépensée pour les frelons.

$$Q_{\text{batterie}} = 18,0 \times 3600 = 6,48 \times 10^4 \text{ C}, \quad E_{\text{batterie}} = Q \times U = 6,48 \times 10^4 \times 12,0 \approx 7,8 \times 10^5 \text{ J.}$$

Pour 1000 frelons par jour : $E_{\text{frelons}} = 1000 \times 2,5 \times 10^{-2} \approx 25 \text{ J}$ par jour, soit moins de 0,01 % de la capacité de la batterie. À l'inverse, la consommation du module ($\approx 1,3 \times 10^5 \text{ J/jour}$) épuise la batterie en $\frac{7,8 \times 10^5}{1,3 \times 10^5} \approx 6$ jours, ce qui correspond bien à l'autonomie annoncée.

RÉPONSE

Non : l'énergie dépensée pour électrocuter les frelons ($\approx 28 \text{ J/jour}$) est négligeable. L'autonomie de la batterie (≈ 6 jours) est fixée par la consommation permanente du module électronique, pas par le nombre de frelons.

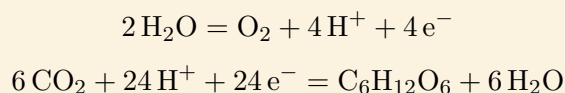
Exercice 2 — Dépollution par les plantes : le nickel

(5 pts)

1. Photosynthèse

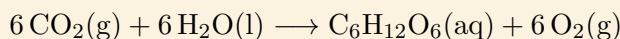
Q.1. Couples $\text{O}_2(\text{g})/\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ et $\text{CO}_2(\text{g})/\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$. On équilibre chaque demi-équation (éléments, puis O avec H_2O , H avec H^+ , charges avec e^-) :

RÉPONSE



Q.2. On multiplie la demi-équation d'oxydation de l'eau par 6 pour équilibrer les 24e^- , puis on additionne ; les H^+ et e^- se simplifient, ainsi que $6 \text{H}_2\text{O}$.

RÉPONSE



Q.3. L'énergie lumineuse est convertie et stockée dans la matière organique (glucose).

RÉPONSE

La photosynthèse produit de l'énergie chimique (stockée dans le glucose).

2. Extraction et purification du nickel

Q.4. La plante séchée ($1,0 \text{ kg}$ sur 100 m^2) contient au plus $12,7 \%$ de nickel en masse :

$$m(\text{Ni}) = 0,127 \times 1,0 = 0,127 \text{ kg}.$$

RÉPONSE

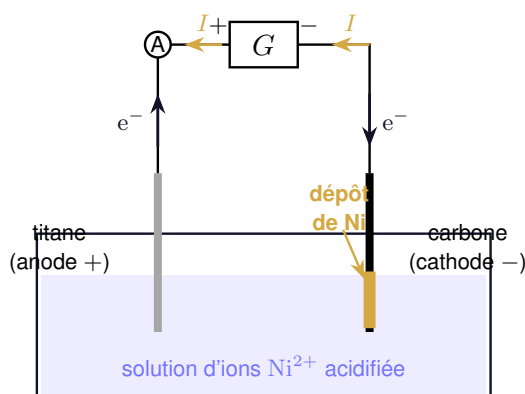
$$m(\text{Ni}) \approx 0,13 \text{ kg} = 1,3 \times 10^2 \text{ g pour } 100 \text{ m}^2.$$

Q.5. Dans $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$, les ions nickel **captent** des électrons.

RÉPONSE

Il s'agit d'une **réduction** (l'ion Ni^{2+} est réduit en nickel métallique).

Q.6. Le dépôt de nickel se produit là où a lieu la réduction : à la cathode, électrode reliée à la borne $-$ du générateur, vers laquelle migrent les électrons.



RÉPONSE

Les électrons circulent de la borne $-$ du générateur vers la cathode (carbone), où se forme le dépôt de nickel ; le courant conventionnel I circule en sens inverse.

Q.7. Pour $m = 1,3 \times 10^2 \text{ g}$ de nickel, la quantité de matière est $n(\text{Ni}) = \frac{m}{M} = \frac{130}{58,7} \approx 2,21 \text{ mol}$. La demi-équation consomme 2e^- par atome, donc $n(\text{e}^-) = 2 n(\text{Ni})$ et $Q = n(\text{e}^-) \times F$:

$$Q = 2 \times 2,21 \times 96\,500 \approx 4,3 \times 10^5 \text{ C}.$$

De $Q = I \times t$:

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{4,3 \times 10^5}{2,0} \approx 2,1 \times 10^5 \text{ s} \approx 59 \text{ h.}$$

RÉPONSE

$t \approx 2,1 \times 10^5 \text{ s} \approx 59 \text{ h}$ (environ 2,5 jours).

Q.8. Cette durée est très longue (plus de deux jours pour 130 g). Comme $t = \frac{Q}{I}$ à charge Q fixée, augmenter l'intensité I du courant réduit la durée.

RÉPONSE

Durée très longue : on peut la réduire en **augmentant l'intensité I** (ou la surface des électrodes).

Q.9. Méthode : masse de nickel exploitable après pertes, puis division par la masse de nickel d'une batterie.

Sur 1000 hectares = $1000 \times 1,0 \times 10^4 = 1,0 \times 10^7 \text{ m}^2$, soit $\frac{1,0 \times 10^7}{100} = 1,0 \times 10^5$ parcelles de 100 m^2 :

$$m_{\text{brute}}(\text{Ni}) = 1,0 \times 10^5 \times 0,127 = 1,27 \times 10^4 \text{ kg.}$$

Après 45 % de pertes, il reste 55 % :

$$m_{\text{utile}}(\text{Ni}) = 0,55 \times 1,27 \times 10^4 \approx 7,0 \times 10^3 \text{ kg.}$$

Chaque batterie contient 60 % de nickel dans une électrode de 0,53 kg, soit $m_{\text{batt}}(\text{Ni}) = 0,60 \times 0,53 = 0,318 \text{ kg}$:

$$N = \frac{m_{\text{utile}}}{m_{\text{batt}}} = \frac{7,0 \times 10^3}{0,318} \approx 2,2 \times 10^4 \text{ batteries.}$$

RÉPONSE

$N \approx 2,2 \times 10^4$ batteries pour 1000 hectares cultivés. La filière est une alternative écologique intéressante, mais les surfaces nécessaires restent très importantes à l'échelle industrielle.

Exercice 3 — Analyse d'un comprimé d'aspirine

(4 pts)

1. Identification du principe actif

Q.1. La molécule d'aspirine porte, sur le cycle benzénique, deux groupes caractéristiques à entourer.

RÉPONSE

- groupe $-\text{COOH}$: famille des **acides carboxyliques** ;
- groupe $-\text{O}-\text{CO}-$: famille des **esters**.

Q.2. On confronte le spectre IR de l'échantillon à la table des bandes d'absorption.

RÉPONSE

Le spectre présente :

- une bande large et intense vers $2500\text{--}3200 \text{ cm}^{-1}$: liaison $\text{O}-\text{H}$ d'**acide carboxylique** ;
- une (ou des) bande(s) fortes et fines vers $1680\text{--}1740 \text{ cm}^{-1}$: liaisons $\text{C}=\text{O}$ d'**ester** et d'**acide carboxylique**.

Ces bandes correspondent aux deux groupes de l'aspirine : le spectre est compatible avec celui de l'aspirine.

2. Titrage pH-métrique

Q.3. La dilution fait passer la concentration de $C_0 = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à $C_b = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, soit un facteur $\frac{C_0}{C_b} = 5$. La conservation de la quantité de matière impose $C_0 V_{\text{pip}} = C_b V_{\text{fiolle}}$, d'où $\frac{V_{\text{pip}}}{V_{\text{fiolle}}} = \frac{1}{5}$.

MÉTHODE

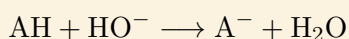
On cherche un couple (pipette ; fiole) dans le rapport $\frac{1}{5}$ parmi la verrerie disponible. Le couple 10,0 mL et 50,0 mL convient car $\frac{10,0}{50,0} = \frac{1}{5}$.

RÉPONSE

Pipette jaugée de 10,0 mL et fiole jaugée de 50,0 mL : on prélève 10,0 mL de la solution mère, que l'on complète à 50,0 mL.

Q.4. L'aspirine AH (acide) réagit avec l'ion hydroxyde HO^- (base).

RÉPONSE



Q.5.

RÉPONSE

À l'**équivalence**, les réactifs (aspirine AH titrée et ions HO^- titrants) sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation : ils sont alors tous deux totalement consommés.

Q.6. Méthode : le volume équivalent correspond au saut de pH, repéré par le maximum de la courbe dérivée $\frac{d(\text{pH})}{dV}$ (ou par la méthode des tangentes). Le pic de la dérivée se situe à $V_E \approx 9,0 \text{ mL}$.

RÉPONSE

$V_E \approx 9,0 \text{ mL}$.

Q.7. Méthode : à l'équivalence $n(\text{AH})_{\text{prélevé}} = C_b \times V_E$, puis on remonte à la masse contenue dans tout le comprimé.

Dans la prise d'essai $V_a = 20,0 \text{ mL}$:

$$n(\text{AH})_{V_a} = C_b \times V_E = 1,00 \times 10^{-2} \times 9,0 \times 10^{-3} = 9,0 \times 10^{-5} \text{ mol}.$$

Le comprimé est dissous dans $V = 500,0 \text{ mL}$, donc dans tout le comprimé :

$$n(\text{AH}) = n(\text{AH})_{V_a} \times \frac{V}{V_a} = 9,0 \times 10^{-5} \times \frac{500,0}{20,0} = 2,25 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

La masse d'aspirine vaut alors :

$$m = n \times M = 2,25 \times 10^{-3} \times 180,2 \approx 0,405 \text{ g} = 405 \text{ mg}.$$

La tolérance de $\pm 15 \%$ autour de 500 mg correspond à l'intervalle $[425 ; 575] \text{ mg}$. Or $405 \text{ mg} < 425 \text{ mg}$.

RÉPONSE

$m_{\text{aspirine}} \approx 405 \text{ mg}$, soit **en dehors** de l'intervalle toléré $[425 ; 575] \text{ mg}$. Les comprimés interceptés ne sont **pas commercialisables** (teneur en principe actif trop faible).