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

Physique-chimie

Session 2026 • Centres étrangers • Jour 1

Code sujet **26-PYCJ1G11** 3 heures 30

Proposition de corrigé pédagogique • FormaV

Se repérer dans le corrigé

Exercice 1 — Étude d’une harpe électrique au service des abeilles domestiques
18 réponses • sujet p. 2–7

Exercice 2 — La dépollution par les plantes pour extraire du nickel
9 réponses • sujet p. 8–10

Exercice 3 — Analyse d’un comprimé
7 réponses • sujet p. 11–13

Les numéros, parties et pages renvoient au sujet original. Chaque réponse rappelle la consigne, explique la démarche et donne le résultat.

Exercice 1

11 points

Étude d'une harpe électrique au service des abeilles domestiques

1. Taille du fil en inox présent sur la harpe

Question Q.1.

Sujet p. 2, 3

> Nommer le phénomène physique observé sur l'écran.

Le faisceau laser rencontre un obstacle de petite dimension, le fil, et s'étale sur l'écran en une tache centrale entourée d'autres taches lumineuses. Cet étalement d'une onde au voisinage d'un obstacle est le phénomène de diffraction.

RÉPONSE À RETENIR

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

Question Q.2.

Sujet p. 3

> Exprimer l'angle caractéristique θ en fonction de la largeur L de la tache centrale et de la distance D, à l'aide de la figure 2 et en utilisant l'approximation des petits angles.

D'après la figure 2, la demi-largeur de la tache centrale est le côté opposé à l'angle θ dans un triangle dont la distance fil-écran D est le côté adjacent. Ainsi, $\tan\theta = \frac{L/2}{D}$. Pour un petit angle exprimé en radians, $\tan\theta \simeq \theta$.

RÉPONSE À RETENIR

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

Question Q.3.

Sujet p. 3

> En déduire la relation qui donne la largeur L de la tache centrale en fonction de la longueur d'onde λ, du diamètre a du fil et de la distance D entre le fil et l'écran. Montrer qu'il y a proportionnalité entre L et 1/a.

On combine la relation géométrique de la question précédente, $\theta \simeq L/(2D)$, avec la relation donnée pour le fil, $\theta = \lambda/a$. En les égalant, on isole L.

RÉPONSE À RETENIR

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \qquad \Longrightarrow \qquad L = \frac{2D\lambda}{a} = 2D\lambda \times \frac{1}{a}.$$

À D et λ fixés, $2D\lambda$ est une constante : L est donc proportionnelle à $1/a$.

Question Q.4.

Sujet p. 4

> Justifier que les résultats expérimentaux de la figure 3 sont compatibles avec la modélisation L = k × 1/a, où k est une constante.

La relation $L = k/a$ prévoit que le graphe de L en fonction de $1/a$ est une droite passant par l'origine. Sur la figure 3, les six points sont approximativement alignés sur une telle droite ; les écarts à l'alignement peuvent s'expliquer par les incertitudes expérimentales.

RÉPONSE À RETENIR

Les résultats expérimentaux sont compatibles avec le modèle $L = k \times 1/a$, car les points de la figure 3 sont approximativement alignés sur une droite passant par l'origine.

Question Q.5.

Sujet p. 4

> Déterminer la valeur de k en précisant la méthode utilisée.

La constante k est le coefficient directeur du graphe de L en fonction de $1/a$. On peut l'estimer à partir d'un point du tableau, en convertissant les grandeurs en unités SI. Par exemple, pour $a = 40\,\mu\text{m} = 40 \times 10^{-6}\,\text{m}$ et $L = 9{,}50\,\text{cm} = 9{,}50 \times 10^{-2}\,\text{m}$, on a $k = L/(1/a) = La$. Ainsi, $k = 9{,}50 \times 10^{-2} \times 40 \times 10^{-6} = 3{,}80 \times 10^{-6}\,\text{m}^2$. La lecture de la pente de la droite ou l'ajustement de l'ensemble des mesures donne une valeur voisine.

RÉPONSE À RETENIR

On obtient une estimation $k \simeq 3{,}8 \times 10^{-6}\,\text{m}^2$, cohérente avec la valeur d'ajustement fournie ensuite, $3{,}85 \times 10^{-6}\,\text{m}^2$.

Question Q.6.

Sujet p. 4

> Calculer la valeur du diamètre a de ce fil à partir de la modélisation. La modélisation donne k = 3,85 × 10⁻⁶ m² et la largeur mesurée de la tache centrale est L = 8,0 mm.

Le modèle donne $L = k/a$, donc $a = k/L$. On convertit la largeur en unités SI : $L = 8{,}0\,\text{mm} = 8{,}0 \times 10^{-3}\,\text{m}$. Alors $a = (3{,}85 \times 10^{-6}\,\text{m}^2)/(8{,}0 \times 10^{-3}\,\text{m}) = 4{,}8125 \times 10^{-4}\,\text{m}$.

RÉPONSE À RETENIR

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

Question Q.7.

Sujet p. 4

> Calculer la valeur de l'incertitude-type u(a) associée à la valeur expérimentale de a, avec u(a) = a × √[(u(k)/k)² + (u(L)/L)²], u(k) = 0,05 × 10⁻⁶ m² et u(L) = 0,5 mm.

On applique la relation d'incertitude fournie. Les rapports étant sans dimension, on peut utiliser les millimètres pour a et L et les unités identiques pour k et $u(k)$:

$$u(a) = a\sqrt{\left(\frac{u(k)}{k}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2} = 0{,}48125\,\text{mm} \times \sqrt{\left(\frac{0{,}05}{3{,}85}\right)^2 + \left(\frac{0{,}5}{8{,}0}\right)^2} \simeq 0{,}0307\,\text{mm}.$$

RÉPONSE À RETENIR

$u(a) \simeq 0{,}031\,\text{mm}$, soit environ $0{,}03\,\text{mm}$ avec un arrondi adapté.

Question Q.8.

Sujet p. 4

Vérifier que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence affichée sur la bobine, a_ref = 0,45 mm. Conclure quant à l'usage ou non de ce fil pour construire une harpe électrique.

On calcule le quotient de compatibilité indiqué dans le sujet, en utilisant les valeurs non arrondies issues des calculs précédents :

$$\frac{|a - a_{\text{ref}}|}{u(a)} = \frac{|0{,}48125 - 0{,}45|}{0{,}0307} \simeq 1{,}0.$$

L'écart entre la mesure et la référence est donc de l'ordre d'une incertitude-type, ce qui conduit à considérer les valeurs comme compatibles. Le diamètre mesuré, environ $0{,}48\,\text{mm}$, est également inférieur à la limite de l'ordre de $0{,}5\,\text{mm}$ donnée pour le fil.

RÉPONSE À RETENIR

La mesure est compatible avec la valeur de référence $a_{\text{ref}} = 0{,}45\,\text{mm}$. On peut utiliser ce fil pour construire la harpe au regard des critères indiqués dans le sujet.

2. Alimentation électrique de la harpe : le panneau solaire

Question Q.9.

Sujet p. 5

Nommer le phénomène qui intervient dans la conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique lors du fonctionnement du panneau photovoltaïque et le décrire en une ou deux phrases.

Dans une cellule photovoltaïque éclairée, l'absorption des photons met en mouvement des charges électriques. Leur séparation dans la cellule permet l'apparition d'une tension et la circulation d'un courant dans un circuit fermé.

RÉPONSE À RETENIR

Il s'agit de l'effet photovoltaïque, qui convertit l'énergie lumineuse en énergie électrique.

Question Q.10.

Sujet p. 5

Dans les conditions d'éclairement du panneau photovoltaïque l'été, la puissance électrique maximale fournie et mesurée est P_m = 50 W. Calculer la valeur du rendement η du panneau photovoltaïque. Commenter.

La surface du panneau, convertie en mètres carrés, vaut $S = 0{,}640 \times 0{,}550 = 0{,}352\,\text{m}^2$. La puissance lumineuse reçue est donc $P_{\text{lum}} = ES = 1{,}00 \times 10^3 \times 0{,}352 = 352\,\text{W}$. Le rendement est le rapport entre la puissance électrique utile et la puissance lumineuse reçue : $\eta = P_m / P_{\text{lum}} = 50/352 \simeq 0{,}142$.

RÉPONSE À RETENIR

Le rendement vaut $\eta \simeq 14{,}2\,\%$. Il est cohérent avec le rendement annoncé de $14\,\%$.

Question Q.11.

Sujet p. 5, 6

> Estimer la valeur de la durée de charge Δt_charge de la batterie si toute l'intensité du courant électrique provenant du panneau photovoltaïque, I = 2,8 A, est intégralement fournie à la batterie de capacité Q_batterie = 18,0 A·h. Commenter la valeur obtenue.

Dans l'hypothèse donnée, toute l'intensité charge la batterie. À partir de $Q = I\Delta t$, on obtient $\Delta t = Q/I$. Donc $\Delta t_{\text{charge}} = 18{,}0\ \text{A}\cdot\text{h}/2{,}8\ \text{A} = 6{,}43\ \text{h}$, soit environ $6\,\text{h}\,26\,\text{min}$.

RÉPONSE À RETENIR

La durée de charge estimée est d'environ $6{,}4\,\text{h}$. C'est une estimation idéale, qui suppose un courant constant entièrement fourni à la batterie ; en pratique, la harpe peut aussi être alimentée et des pertes peuvent allonger la durée.

3. Module électronique

Question Q.12.

Sujet p. 6, 7

> Montrer que l'équation différentielle modélisant l'évolution de la tension u_c(t) aux bornes du condensateur lors de sa charge peut s'écrire du_c/dt + u_c/τ = E/τ, où τ est le temps caractéristique, avec τ = R·C.

Pendant la charge, la loi des mailles donne $E = u_R + u_c$. Pour la résistance, la loi d'Ohm donne $u_R = Ri$, et pour le condensateur $i = C\,du_c/dt$. En substituant ces relations dans la loi des mailles, on obtient $E = RC\,du_c/dt + u_c$. En divisant par RC, puis en posant $\tau = RC$, on obtient l'équation différentielle demandée.

RÉPONSE À RETENIR

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{u_c}{\tau} = \frac{E}{\tau}, \qquad \tau = RC.$$

Question Q.13.

Sujet p. 7

> La solution de l'équation différentielle est de la forme u_c(t) = A·e^(−t/τ) + E. Déterminer la valeur de A.

Le condensateur étant initialement déchargé, $u_c(0) = 0$. En évaluant la solution proposée à $t = 0$, on a $0 = Ae^0 + E = A + E$, donc $A = -E$. Le générateur délivrant $E = 5{,}0\,\text{V}$, cela donne la valeur de A.

RÉPONSE À RETENIR

$A = -5{,}0\,\text{V}$, et $u_c(t) = 5{,}0\left(1 - e^{-t/\tau}\right)\,\text{V}$.

Question Q.14.

Sujet p. 6, 7

> Déterminer la valeur de la constante de temps τ en expliquant la méthode graphique employée.

Pour une charge exponentielle, à $t = \tau$, la tension atteint $1 - e^{-1} \simeq 0{,}63$ de sa valeur finale. La courbe tend vers $5{,}0\,\text{V}$; on recherche donc l'instant où elle atteint environ $0{,}63 \times 5{,}0 \simeq 3{,}2\,\text{V}$. La lecture de la figure 6 donne environ $50\,\mu\text{s}$. Cette lecture est également cohérente avec la méthode de la tangente à l'origine, dont l'intersection avec l'asymptote horizontale donne τ.

RÉPONSE À RETENIR

$$\tau \simeq 50\,\mu\text{s} = 5{,}0 \times 10^{-5}\,\text{s}.$$

Question Q.15.

Sujet p. 6, 7

En déduire la valeur expérimentale de la capacité C du condensateur.

On utilise $\tau = RC$, soit $C = \tau / R$. Avec $R = 2{,}00\,\text{k}\Omega = 2{,}00 \times 10^{3}\,\Omega$ et $\tau \simeq 5{,}0 \times 10^{-5}\,\text{s}$, on obtient $C = (5{,}0 \times 10^{-5})/(2{,}00 \times 10^{3}) = 2{,}5 \times 10^{-8}\,\text{F}$.

RÉPONSE À RETENIR

La capacité expérimentale vaut environ $2{,}5 \times 10^{-8}\,\text{F} = 25\,\text{nF}$.

Question Q.16.

Sujet p. 6, 7

Calculer une valeur de l'énergie libérée par le condensateur lorsqu'un frelon touche la harpe électrique.

L'énergie emmagasinée dans le condensateur chargé sous $U_1 = 1\,500\,\text{V}$ vaut $E_{\text{cond}} = \frac{1}{2} C U_1^2$. Avec $C \simeq 2{,}5 \times 10^{-8}\,\text{F}$,

$$E_{\text{cond}} \simeq \frac{1}{2} \times 2{,}5 \times 10^{-8} \times (1\,500)^2\,\text{J} = 2{,}8125 \times 10^{-2}\,\text{J}.$$

RÉPONSE À RETENIR

L'énergie libérée par le condensateur est d'environ $2{,}8 \times 10^{-2}\,\text{J}$, soit $0{,}028\,\text{J}$.

Question Q.17.

Sujet p. 7

Calculer l'énergie consommée par le module électronique sur une journée. Comparer cette énergie avec celle délivrée par le condensateur pour électrocuter un frelon. Le module consomme 98,8 J par minute le jour et 72,1 J par minute la nuit ; la durée moyenne du jour est de 14 h 17 min et celle de la nuit de 9 h 43 min.

Les durées en minutes sont $14 \times 60 + 17 = 857\,\text{min}$ pour le jour et $9 \times 60 + 43 = 583\,\text{min}$ pour la nuit. L'énergie consommée en une journée est donc

$$E_{\text{jour}} = 98{,}8 \times 857 + 72{,}1 \times 583 = 126\,705{,}9\,\text{J} \simeq 1{,}27 \times 10^{5}\,\text{J}.$$

Comparée à une décharge du condensateur, d'environ $0{,}028\,\text{J}$, cette consommation est environ $(1{,}27 \times 10^{5})/0{,}028 \simeq 4{,}5 \times 10^{6}$ fois plus grande.

RÉPONSE À RETENIR

Le module consomme environ $1{,}27 \times 10^{5}\,\text{J}$ par jour, une énergie très supérieure à celle délivrée par le condensateur lors d'une décharge, environ $0{,}028\,\text{J}$.

Question Q.18.

> Indiquer, en justifiant la réponse, si le nombre de frelons électrocutés influence beaucoup l'autonomie de la batterie. L'autonomie de la batterie est d'environ 6 jours et le dispositif peut piéger au moins 1 000 frelons par jour en période d'invasion.

L'énergie stockée par la batterie est estimée par $E_{\text{batterie}} = QU$. Sa capacité vaut $Q = 18{,}0 \times 3\,600 = 64\,800\,\text{C}$, d'où $E_{\text{batterie}} = 64\,800 \times 12{,}0 = 777\,600\,\text{J}$. En six jours à au moins $1\,000$ frelons par jour, le nombre de décharges est au moins $6\,000$. En prenant l'énergie d'une décharge comme estimation de l'énergie prélevée par frelon, l'énergie associée vaut $6\,000 \times 0{,}028 \simeq 168\,\text{J}$, soit environ $2{,}2 \times 10^{-4}$ de l'énergie nominale de la batterie. Elle est aussi très faible devant la consommation quotidienne du module calculée à la question Q.17.

RÉPONSE À RETENIR

Le nombre de frelons électrocutés n'influence pas beaucoup l'autonomie de la batterie : même pour environ $6\,000$ décharges en six jours, l'énergie associée est négligeable devant l'énergie de la batterie et la consommation permanente du module.

Exercice 2

5 points

La dépollution par les plantes pour extraire du nickel

1. Photosynthèse dans la plante

Question Q.1.

Sujet p. 8

> Écrire les demi-équations électroniques associées aux couples oxydant-réducteur mis en jeu lors de la photosynthèse : $O_2(g)/H_2O(l)$ et $CO_2(g)/C_6H_{12}O_6(aq)$.

Lors de la photosynthèse, l'eau est oxydée en dioxygène et le dioxyde de carbone est réduit en glucose. On équilibre les demi-équations en milieu acide en équilibrant successivement les atomes puis les charges.

Pour le couple $O_2(g)/H_2O(l)$, l'oxydation de l'eau s'écrit :

$12\ H_2O(l) \rightarrow 6\ O_2(g) + 24\ H^+(aq) + 24\ e^-$.

Pour le couple $CO_2(g)/C_6H_{12}O_6(aq)$, la réduction du dioxyde de carbone s'écrit :

$6\ CO_2(g) + 24\ H^+(aq) + 24\ e^- \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6\ H_2O(l)$.

Les deux équations échangent chacune 24 électrons ; elles pourront donc être additionnées sans multiplier l'une d'elles.

RÉPONSE À RETENIR

Demi-équations électroniques mises en jeu :

- Oxydation : $12\ H_2O(l) \rightarrow 6\ O_2(g) + 24\ H^+(aq) + 24\ e^-$;
- Réduction : $6\ CO_2(g) + 24\ H^+(aq) + 24\ e^- \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6\ H_2O(l)$.

Question Q.2.

Sujet p. 8

> En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation ayant lieu lors de la photosynthèse.

On additionne les deux demi-équations de la question Q.1. Les 24 électrons et les 24 ions H^+ se simplifient. On obtient d'abord $6\ CO_2 + 12\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$; les 6 molécules d'eau présentes de chaque côté se simplifient.

RÉPONSE À RETENIR

L'équation bilan de la photosynthèse est :

$6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(aq) + 6\ O_2(g)$.

Elle est équilibrée : 6 atomes de carbone, 12 d'hydrogène et 18 d'oxygène figurent de chaque côté.

Question Q.3.

Sujet p. 8

> Nommer la forme d'énergie produite lors de la photosynthèse.

La photosynthèse produit du glucose. Une partie de l'énergie lumineuse reçue est stockée dans les liaisons chimiques de cette matière organique.

RÉPONSE À RETENIR

La forme d'énergie produite et stockée par la photosynthèse est l'**énergie chimique**.

2. Extraction et purification du nickel Ni par électrolyse

Question Q.4.

Sujet p. 8

Déterminer la masse maximale de nickel récupérée sur un terrain de 100 m². La masse de nickel peut atteindre 12,7 % de la masse d'une plante séchée et jusqu'à 1,0 kg de plante séchée peut être récolté sur 100 m².

La masse maximale de nickel correspond à 12,7 % de la masse maximale de plante séchée récoltée sur 100 m². On convertit le pourcentage en fraction : 12,7 % = 0,127.

m(Ni) = 0,127 × 1,0 kg = 0,127 kg = 127 g. Compte tenu des deux chiffres significatifs de 1,0 kg, on peut arrondir à 0,13 kg.

RÉPONSE À RETENIR

La masse maximale de nickel récupérée sur 100 m² est **0,127 kg**, soit environ **0,13 kg (130 g)**.

Question Q.5.

Sujet p. 9

Indiquer s'il s'agit d'une réaction d'oxydation ou de réduction pour la réaction $Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni(s)$.

Dans l'équation $Ni^{2+}(aq) + 2\ e^- \rightarrow Ni(s)$, l'ion nickel capte deux électrons. Un gain d'électrons caractérise une réduction ; le nombre d'oxydation du nickel passe de +II à 0.

RÉPONSE À RETENIR

Il s'agit d'une **réduction** de $Ni^{2+}(aq)$ en nickel métallique Ni(s).

Question Q.6.

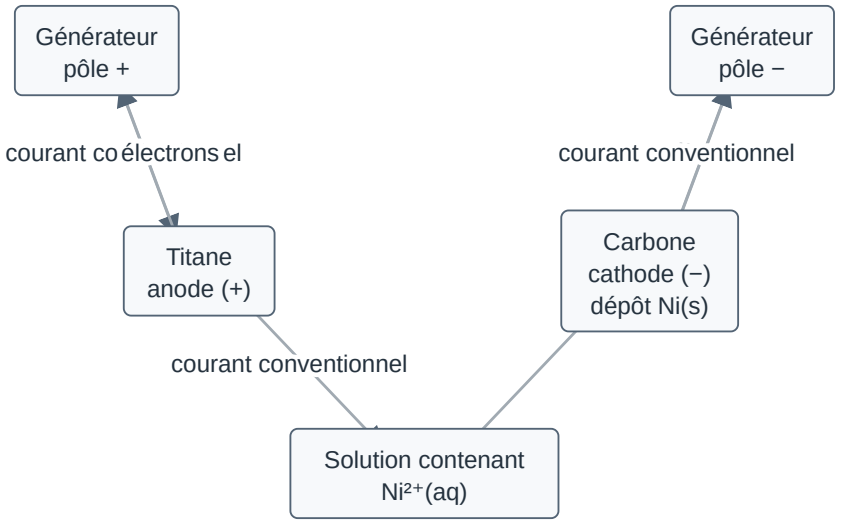
Sujet p. 9

Reproduire un schéma simplifié du montage de la figure 1 et indiquer sur ce schéma le sens de déplacement des électrons, le sens conventionnel du courant électrique et le dépôt de nickel.

Sur la figure 1, le pôle positif du générateur est relié à l'électrode de titane et le pôle négatif à l'électrode de carbone. La réduction $Ni^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Ni(s)$ a lieu à la cathode, donc sur l'électrode de carbone reliée au pôle négatif : le nickel s'y dépose.

Dans les fils, les électrons se déplacent du pôle négatif vers la cathode en carbone, puis de l'anode en titane vers le pôle positif. Le courant conventionnel circule en sens opposé dans les fils ; dans la solution, il va de l'anode en titane vers la cathode en carbone.

Électrolyse du nickel : électrodes, dépôt et sens des déplacements



Les électrons circulent dans les fils et non dans la solution. Dans l'électrolyte, le courant conventionnel va de l'anode (+) vers la cathode (−).

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le dépôt de nickel se forme sur l'électrode de carbone, cathode reliée au pôle négatif. Le schéma indique les sens des électrons dans les fils, ceux du courant conventionnel dans les fils et dans la solution.

Question Q.7.

Sujet p. 9, 10

> Déterminer la durée de l'électrolyse permettant de purifier 1,3 × 10² g de nickel. L'électrolyseur est parcouru par un courant électrique constant d'intensité I = 2,0 A ; on supposera qu'il n'y a pas de réactions parasites aux électrodes.

La réaction $Ni^{2+} + 2\ e^- \rightarrow Ni(s)$ montre qu'il faut deux moles d'électrons pour déposer une mole de nickel.

1. Quantité de nickel : $n(Ni) = m/M = (1{,}3 \times 10^2\ g)/(58{,}7\ g\cdot mol^{-1}) = 2{,}21\ mol$.
2. Quantité d'électrons nécessaire : $n(e^-) = 2n(Ni) = 4{,}43\ mol$.
3. La charge correspondante vaut $Q = n(e^-)F = 4{,}43 \times 96\,500\ C\cdot mol^{-1} = 4{,}27 \times 10^5\ C$.
4. Avec $Q = I\Delta t$, $\Delta t = Q/I = (4{,}27 \times 10^5\ C)/(2{,}0\ A) = 2{,}13 \times 10^5\ s$.

Conversion en heures : $\Delta t = (2{,}13 \times 10^5\ s)/(3\,600\ s\cdot h^{-1}) \approx 59{,}3\ h$. Avec les chiffres significatifs des données, la durée est d'environ $2{,}1 \times 10^5\ s$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La durée d'électrolyse nécessaire est d'environ **$2{,}1 \times 10^5$ s, soit 59 h (environ 2,5 jours)**, en supposant un courant constant de 2,0 A et l'absence de réactions parasites.

Question Q.8.

Sujet p. 10

> Commenter la durée de l'électrolyse. Proposer une solution pour réduire cette durée.

La durée calculée, environ deux jours et demi, est longue pour purifier cette quantité de nickel. Pour une quantité de nickel donnée, la charge nécessaire est fixée par la quantité d'électrons consommés ; puisque $\Delta t = Q/I$, augmenter l'intensité permet de réduire la durée.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La durée est longue. On peut la réduire en augmentant l'intensité du courant d'électrolyse, dans les limites compatibles avec l'installation et la qualité du dépôt.

3. Utilisation dans les batteries de trottinettes électriques

Question Q.9.

Sujet p. 8, 10

> Calculer, en s'appuyant sur le résultat obtenu à la question Q.4, le nombre de batteries qu'il serait possible de produire avec le nickel extrait à partir des plantes séchées, en supposant de pouvoir effectuer une récolte sur 1 millier d'hectares. Tenir compte de la masse totale de l'électrode contenant du nickel, m_électrode = 0,53 kg, de sa teneur en nickel de 60 % en masse et des pertes estimées à 45 % en nickel suite aux trois étapes de l'extraction à la purification. Commenter.

Sur 100 m², le résultat de Q.4 donne au maximum 0,127 kg de nickel avant les pertes. La surface d'un millier d'hectares vaut :

$1\,000\ \text{ha} \times 1{,}0 \times 10^{4}\ \text{m}^2\cdot\text{ha}^{-1} = 1{,}0 \times 10^{7}\ \text{m}^2$.

Cette surface correspond à $1{,}0 \times 10^{7}\ \text{m}^2 \div 100\ \text{m}^2 = 1{,}0 \times 10^{5}$ terrains de 100 m². La masse maximale avant pertes est donc $1{,}0 \times 10^{5} \times 0{,}127\ \text{kg} = 12\,700\ \text{kg}$. Il reste 55 % du nickel après 45 % de pertes : $12\,700\ \text{kg} \times 0{,}55 = 6\,985\ \text{kg}$.

Chaque batterie nécessite une masse de nickel de $0{,}60 \times 0{,}53\ \text{kg} = 0{,}318\ \text{kg}$. Le quotient est donc $6\,985\ \text{kg} \div 0{,}318\ \text{kg} \approx 21\,965$ batteries. Comme les données sont des estimations et les valeurs initiales arrondies, le résultat doit être présenté à deux chiffres significatifs.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La récolte sur 1 000 ha permettrait théoriquement de produire environ **$2{,}2 \times 10^{4}$ batteries, soit environ 22 000 batteries**. Le quotient calculé avec les valeurs indiquées est d'environ 21 965 ; il ne faut pas interpréter cet arrondi comme un nombre exact de batteries, car les rendements et les masses données sont des estimations.

Exercice 3

4 points

Analyse d’un comprimé

1. Identification du principe actif

Question Q.1.

Sujet p. 11

> Recopier la formule topologique de la molécule d’aspirine sur la copie. Entourer les groupes caractéristiques de la molécule puis nommer la famille fonctionnelle associée à chaque groupe.

La formule topologique montre un cycle benzénique portant deux substituants sur des sommets voisins : un groupe carboxyle **–C(=O)OH** et un groupe **–O–C(=O)–CH_3**.

On entoure le groupe **–C(=O)OH**, caractéristique de la famille des **acides carboxyliques**, et le groupe **–O–C(=O)–**, caractéristique de la famille des **esters**. Pour recopier la formule, on conserve le cycle aromatique et la disposition des deux substituants adjacents.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L’aspirine possède un groupe carboxyle, de la famille des acides carboxyliques, et un groupe ester, de la famille des esters.

Question Q.2.

Sujet p. 11, 12

> Justifier que le spectre de l’échantillon analysé peut correspondre à celui de l’aspirine.

On compare les bandes d’absorption du spectre aux domaines donnés dans le tableau. Le spectre présente une absorption large dans la zone d’environ 2500 à 3200 cm^{-1}, compatible avec la liaison O–H d’un acide carboxylique. Il présente aussi des absorptions fortes dans la région des nombres d’ondes proches de 1700 cm^{-1}, compatibles avec les liaisons C=O des fonctions acide carboxylique et ester de l’aspirine.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les absorptions observées sont compatibles avec la présence d’un acide carboxylique et d’un ester. Le spectre de l’échantillon peut donc correspondre à celui de l’aspirine.

2. Titrage avec suivi pH-métrique du principe actif contenu dans le comprimé saisi

Question Q.3.

Sujet p. 12

> Sélectionner, parmi la verrerie disponible, celle qui est utilisée pour effectuer la dilution de la solution titrante d’hydroxyde de sodium de concentration C_b = 1,00 × 10⁻² mol·L⁻¹, préparée à partir d’une solution de concentration C_0 = 5,00 × 10⁻² mol·L⁻¹. Justifier la réponse. La verrerie disponible comprend des fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL et 200,0 mL, ainsi que des pipettes jaugées de 1,0 mL, 2,0 mL, 10,0 mL et 25,0 mL.

Lors d’une dilution, la quantité de soluté prélevée est conservée, donc $\mathbf{C_0V_p = C_bV_f}$. Le rapport nécessaire est :

$$\frac{V_p}{V_f} = \frac{C_b}{C_0} = \frac{1{,}00 \times 10^{-2}}{5{,}00 \times 10^{-2}} = 0{,}200.$$

Parmi la verrerie disponible, le prélèvement de 10,0 mL et la dilution à 50,0 mL donnent ce rapport : $10{,}0/50{,}0 = 0{,}200$.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prélever 10,0 mL de solution mère avec la **pipette jaugée de 10,0 mL**, puis compléter jusqu'au trait de jauge dans une **fiole jaugée de 50,0 mL**.

Question Q.4.

Sujet p. 12

> Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'aspirine. Utiliser la notation AH pour désigner l'aspirine.

L'aspirine, notée AH, cède un proton à l'ion hydroxyde HO^-. Il se forme la base conjuguée A^- et de l'eau. L'équation est équilibrée en atomes et en charges.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $$\mathrm{AH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow A^-(aq) + H_2O(l)}$$

Question Q.5.

Sujet p. 12

> Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est atteinte lorsque le titrant et l'espèce titrée ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage. Ici, la réaction entre AH et HO^- est de proportion 1:1.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> À l'équivalence, $n(\mathrm{HO^-})$ versée est égale à la quantité initiale $n(\mathrm{AH})$ dans l'échantillon.

Question Q.6.

Sujet p. 13

> Déterminer la valeur du volume à l'équivalence en précisant la méthode utilisée.

Sur le graphique, on repère l'équivalence au maximum de la courbe de la dérivée $\mathrm{d(pH)/dV}$, ce qui correspond au point d'inflexion de la courbe $\mathrm{pH} = f(V)$. L'abscisse de ce maximum se lit autour de 8,8 mL. La lecture est graphique, donc approximative.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le volume à l'équivalence est $V_E \approx 8{,}8\ \mathrm{mL}$.

Question Q.7.

Sujet p. 11, 12, 13

> Vérifier, à l'aide du résultat du dosage pH-métrique, si les comprimés d'aspirine interceptés par les douanes sont commercialisables. La pharmacopée européenne admet une limite de ±15 % de la masse affichée pour commercialiser un médicament. La masse molaire de l'aspirine est M(aspirine) = 180,2 g·mol⁻¹.

La réaction de titrage est de proportion stœchiométrique 1:1. Dans le prélèvement de volume $V_a = 20{,}0\ \mathrm{mL}$, la quantité d'aspirine est donc :

$$n_{\text{prélèvement}}(\mathrm{AH}) = C_b V_E = (1{,}00 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol\,L^{-1}})(8{,}8 \times 10^{-3}\ \mathrm{L}) = 8{,}8 \times 10^{-5}\ \mathrm{mol}.$$

Le comprimé entier a été dissous dans 500,0 mL, soit $500{,}0/20{,}0 = 25$ fois le volume prélevé. Ainsi, $n_{\text{comprimé}}(\text{AH}) = 25 \times 8{,}8 \times 10^{-5} = 2{,}20 \times 10^{-3}$ mol.

Avec $M = 180{,}2\ \text{g mol}^{-1}$, la masse dosée est :

$m = nM = (2{,}20 \times 10^{-3})(180{,}2) = 0{,}396$ g, soit environ 396 mg.

Pour une masse affichée de 500 mg et une tolérance de ±15 %, l'intervalle admissible est $[500 \times 0{,}85\ ;\ 500 \times 1{,}15] = [425\ ;\ 575]$ mg. La masse dosée est inférieure à la limite basse.

> **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le comprimé contient environ **396 mg d'aspirine**, en dehors de l'intervalle autorisé de 425 à 575 mg. Les comprimés interceptés ne sont donc **pas commercialisables**.

Sujet : https://www.sujetdebac.fr/annales-pdf/2026/spe-physique-chimie-2026-centres-etranger-1-sujet-officiel.pdf
© FormaV EI • Proposition de correction, distincte d'un corrigé officiel.

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.