Baccalauréat Général

Session 2025 – Asie

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 2

Proposition de corrigé

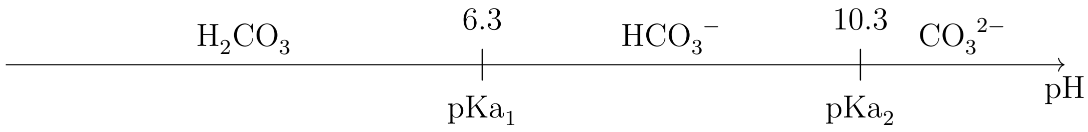
Ce corrigé est composé de 6 pages.

Exercice 1 — Batteries au lithium

Partie 1 – Extraction du lithium

Q1. On souhaite réaliser une dilution au centième du filtrat. Il faut donc, pour cela, se munir d'une fiole jaugée de $V = 200,0\,\text{mL}$ et d'une pipette jaugée de $V = 2,0\,\text{mL}$.

Q2. On trace le diagramme de prédominance des couples de l'hydrogénocarbonate :



Q3. Dans la solution titrée, d'après le diagramme de prédominance, la forme majoritaire est l'ion carbonate CO_3^{2-}

Q4. Toujours en se fiant au diagramme de prédominance, on remarque que CO_3^{2-} est une base (elle intervient seulement comme base dans le couple HCO_3^-/CO_3^{2-}).

Q5. Par définition, l'équivalence d'un titrage correspond à l'instant auquel les espèces titrante et titrée sont dans les proportions stœchiométriques.

Q6. Ainsi, à l'équivalence, on a donc :

$$\boxed{\frac{n_0(CO_3^{2-})}{1} = \frac{n_E(H_3O^+)}{2}}$$

Q7. On cherche finalement à exploiter le titrage afin de savoir si l'objectif d'extraction du lithium de la saumure est atteint. Pour cela, il est nécessaire de déterminer la concentration massique en ions carbonate dans la solution S.

En reprenant en concentration la relation à l'équivalence, il vient :

$$C_1 V_1 = \frac{c_2 V_E}{2} \implies C_1 = \frac{c_2 V_E}{2V_1}$$

Ou, en masse :

$$C_{m1} = C_1 M(CO_3^{2-}) = \frac{c_2 V_2 M(CO_3^{2-})}{2V_1}$$

Et finalement, comme la solution S_1 est une dilution au centième de la saumure S, il vient :

$$\boxed{C_{m0} = 100\frac{c_2 V_2 M(CO_3^{2-})}{2V_1}}$$

D'où,

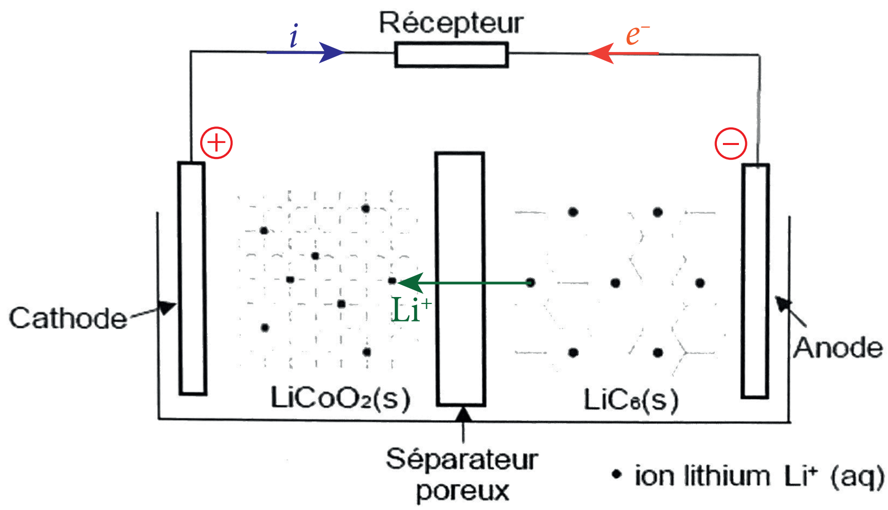
$$C_{m0} = 100 \times \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 15,2 \times 60,0}{2 \times 5,0} = \underline{91,2\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1} > 60,0\,\text{g}\cdot\text{L}^{-1}}$$

L'objectif d'extraction du lithium est donc bien atteint.

Partie 2 – Fonctionnement d'une batterie lithium-ion

Q8. On remarque, en étudiant le document, que la réaction 1 est une réduction, et la réaction 2 une oxydation. On peut donc associer la réaction 1 à la cathode, et la réaction 2 à l'anode.

Q9. On complète le schéma de la pile avec les polarités, le sens du courant, le sens de déplacement des électrons et le mouvement des ions lithium :



Q10. On a :

$$Q = n(\mathrm{e}^-)\mathcal{N}_A e \implies \boxed{n(\mathrm{e}^-) = \frac{Q}{\mathcal{N}_A e}}$$

D'où, pendant une décharge de la pile,

$$n(\mathrm{e}^-) = \frac{214 \times 3,6 \times 10^3}{6,02 \times 10^{23} \times 1,60 \times 10^{-19}} = \underline{8,00\,\mathrm{mol}}$$

Q11. On cherch la masse de LiC_6 nécessaire pour garantir les performances recherchées pour la batterie.

Or, on sait que chaque mole de LiC_6 libère une mole d'électrons à l'anode. Il faut donc :

$$n(\mathrm{LiC_6}) = n(\mathrm{e}^-)$$

Ou, en masse :

$$\boxed{m_{\mathrm{LiC_6}} = n(\mathrm{LiC_6})M(\mathrm{LiC_6}) = n(\mathrm{e}^-)M(\mathrm{LiC_6})}$$

D'où,

$$m_{\mathrm{LiC_6}} = 8,00 \times 79,0 = \underline{632\,\mathrm{g}}$$

Exercice 2 — *Slam dunk* au golf

Partie 1 – Mesure de la vitesse initiale d'une balle de golf

Q1. Le phénomène physique lié au décalage de fréquence pour un objet en mouvement est l'**effet Doppler**[1].

Q2. On a, à l'instant initial :

$$\mid \Delta f \mid = \frac{2v_0}{c} f_E \implies \boxed{v_0 = \frac{c \mid \Delta f \mid}{2f_E}}$$

D'où,

$$v_0 = \frac{3,0 \times 10^8 \times 4225}{2 \times 21,125 \times 10^9} = \underline{30,0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$$

Partie 2 – Conditions de réalisation d'un *slam dunk*

Q3. On souhaite connaître les composantes du vecteur accélération du centre de masse de la balle. Pour cela, on applique la loi de quantité de mouvement à la balle masse constante, soumise uniquement à son poids, en mouvement dans le référentiel supposé galiléen :

$$m\vec{a} = m\vec{g} \implies \vec{a} = \vec{g}$$

Et en projetant :

$$a_x\overrightarrow{u_x} + a_y\overrightarrow{u_y} = -g\overrightarrow{u_y}$$

Alors :

$$\boxed{\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}} \tag{1}$$

Q4. On intègre alors une première fois en temps, sous la condition initiale $\vec{v}(t=0) = \overrightarrow{v_0}$:

$$\begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

Et finalement, en intégrant temporellement une seconde fois sous la condition initiale $y_0 = h$:

$$\boxed{\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin(\alpha)t + h \end{cases}} \tag{2}$$

Q5. On souhaite obtenir l'expression de la trajectoire. Pour cela, on reprend (2) pour exprimer t en fonction de x, puis en injectant ce résultat dans l'expression de $y(t)$.

On a donc :

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha) t \implies t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

Et en injectant dans l'expression de y :

$$y(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha}\right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} + h$$

Et comme $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$, il vient finalement :

$$\boxed{y(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha}\right)^2 + x\tan(\alpha) + h} \tag{3}$$

1. Également appelé effet Doppler-Fizeau, du nom du français Hippolyte Fizeau l'ayant appliqué à la lumière.

Q6. On remarque alors, en étudiant (3), que la joueuse peut intervenir sur l'angle α, et la vitesse initiale v_0 (grâce à la force du coup).

Q7. Dans les conditions qui nous sont données, on a :

$$y(d) = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times \left(\frac{1,5 \times 10^2}{30 \times \cos(39)}\right)^2 + 1,5 \times 10^2 \times \tan(39) + 3,0 \times 10^{-2} = \underline{-81\,\mathrm{m} \neq 0\,\mathrm{m}}$$

Dans ces conditions, la balle n'atterrira donc pas à l'endroit exact du trou, le *slam dunk* est raté.

Exercice 3 — Paiement sans contact

Q1. Aux bornes du condensateur, on a l'intensité :

$$\boxed{i(t) = C\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t}} \tag{4}$$

Q2. On a, dans le circuit, la loi des mailles :

$$E - u_R - u_C = 0$$

Or, la loi d'Ohm permet d'écrire :

$$u_R = Ri(t)$$

D'où, il vient :

$$E - Ri - u_C = 0$$

Et en injectant (4), il vient :

$$E - RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} - u_C = 0 \implies RC\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + u_C = E \implies \frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$$

Et finalement, en posant $\boxed{\tau = RC}$ constante homogène à un temps, il vient l'équation différentielle du premier ordre :

$$\boxed{\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}} \tag{$\mathcal{E}$}$$

Q3. Par analyse dimensionnelle, on a nécessairement :

$$\left[\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t}\right] = \left[\frac{u_C}{\tau}\right] \implies \frac{[u_C]}{T} = \frac{[u_C]}{[\tau]} \implies \boxed{[\tau] = T}$$

La constante τ est donc bien homogène à un temps.

Q4. Soit $u_C(t) = E\left(1 - \exp\left(-t/\tau\right)\right)$. On a :

$$\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} = \frac{E}{\tau}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

Alors il vient :

$$\frac{\mathrm{d}\,u_C}{\mathrm{d}\,t} + \frac{u_C}{\tau} = \frac{E}{\tau}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \frac{E}{\tau} - \frac{E}{\tau}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) = \frac{E}{\tau}$$

La fonction proposée est donc bien solution de ($\mathcal{E}$).

Q5. On souhaite déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ. Pour cela, deux options s'offrent globalement à nous : la première, calculer le coefficient directeur de la tangente à la courbe en $t = 0$ qui est égal à E/τ ; la seconde, exploiter le postulat que le régime permanent est atteint en environ 5τ.

Par la première méthode, on relève graphiquement un coefficient directeur $a = 1,3$, alors $\tau = \frac{E}{a} = \frac{5,0}{1,3} = \underline{3,8\,\text{s}}$.

Par la seconde méthode, on lit graphiquement que le régime permanent est atteint en $t = 19\,\text{s}$, et il vient alors $\tau = \frac{19}{5} = \underline{3,8\,\text{s}}$.

Les deux méthodes mènent bien au même résultat [2].

Q6. On remarque alors que le temps de réponse τ est presque deux fois supérieur à la valeur ciblée (1 à 2 secondes). Le circuit présenté est une bonne première approximation, mais il ne constitue pas une modélisation exhaustive du circuit de la puce électronique d'une carte bancaire sans contact.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour https://www.sujetdebac.fr/
Sources LaTeX compilées le 14 juin 2025.

2. Au bac, il conviendra donc d'en choisir une des deux. On peut aussi exploiter le fait que la tension atteint 95 % de la valur finale en 3τ.