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 Physique + SVT, veuillez visiter :
bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

Baccalauréat général

Session 2023 – Polynésie

Épreuve de Physique-Chimie

Sujet de spécialité n° 1

—

Proposition de corrigé

Ce corrigé est composé de 7 pages.

Exercice 1 — Un chimiste qui mérite d'être connu : Karl Friedrich Mohr

Le sel de Mohr

Q1. On écrit les demi-équations électroniques des couples mis en jeu.

Pour Fe^{3+}/Fe^{2+} :

$$Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+} \tag{1}$$

Pour $O_{2/}H_2O$:

$$O_2 + 4\,H^+ + 4\,e^- = 2\,H_2O \tag{2}$$

On multiplie alors (1) par 4 pour égaliser le nombre d'électrons avec (2), et on en déduit l'équation de réaction entre le fer (II) et l'oxygène :

$$4\,Fe^{2+} + O_2 + 4\,H^+ \longrightarrow 4\,Fe^{3+} + 2\,H_2O$$

Q2. Le sel de Mohr a pour formule $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 6\,H_2O$. Sa masse molaire est donc :

$$\begin{aligned} M_{\text{sel}} &= 2M(\text{N}) + 8M(\text{H}) + M(\text{Fe}) + 2M(\text{S}) + 8M(\text{O}) + 6M(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 2 \times 14 + 8 + 55,8 + 2 \times 32,1 + 8 \times 16 + 6 \times 18 \\ &\underline{= 392,0\,\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{aligned}$$

Q3. On a la concentration molaire en soluté apporté :

$$\boxed{c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M_{\text{sel}} V}}$$

D'où,

$$c = \frac{2,0}{392,0 \times 100 \times 10^{-3}} = 5,1 \times 10^{-2}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On a donc apporté une concentration $\underline{c = 5,1 \times 10^{-2}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ en soluté. Les ions fer (II) étant apportés avec un coefficient stœchiométrique égal à 1, leur concentration apportée est simplement égale à c.

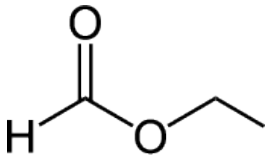
Le chauffage à reflux

Q4. On nomme les éléments du montage à reflux :

1) Réfrigérant à boules ;
2) Ballon (monocol à fond rond) ;
3) Chauffe-ballon agitateur ;
4) Élévateur.

Q5. L'acide méthanoïque, comme son nom l'indique, comporte un groupe acide carboxylique. L'éthanol, en ce qui le concerne, comporte un groupe hydroxyle (fonction alcool). Finalement, le méthanoate d'éthyle doit son nom à son groupe ester.

Q6. On représente le méthanoate d'éthyle :



Q7. Le chauffage à reflux a l'avantage de rendre la réaction thermodynamiquement favorable en chauffant les réactifs, tout en ne les perdant pas par évaporation. Une précaution à prendre est de toujours placer le chauffe-ballon sur un élévateur, afin de pouvoir arrêter le chauffage rapidement en cas d'emballement de la réaction.

Q8. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur et accélère donc la réaction.

Q9. On cherche les quantités de matière en acide éthanoïque et éthanol introduites dans le milieu réactionnel.

Tout d'abord, on a pour l'acide :

$$\boxed{n_{Ac} = \frac{m_{Ac}}{M_{Ac}} = \frac{\rho_{Ac} V_{Ac}}{M_{Ac}}} = \frac{1,22 \times 7,0}{46,0} = 0,18\,\text{mol}$$

Et de la même manière, pour l'alcool :

$$n_{Al} = \frac{0,79 \times 10,0}{46,0} = 0,17\,\text{mol}$$

D'où, les quantités de matières initiales en réactifs sont $\underline{n_{Ac} = 0,18\,\text{mol}}$ et $\underline{n_{Al} = 0,17\,\text{mol}}$. Chaque réactif ayant un coefficient stœchiométrique égal à 1, le réactif limitant sera bien l'éthanol ($n_{Al} < n_{Ac}$).

Q10. Le réactif limitant étant l'éthanol, l'avancement maximal sera $\xi_m = n_{Al} = 0,17\,\text{mol}$. Ainsi, sera produite en théorie une quantité de matière $n_{th} = \xi_m$ d'ester.

Or, on sait que le rendement est de 70 %. Ainsi, dans les conditions expérimentales, on aura :

$$R = \frac{n}{n_{th}} = 0,70 \implies n = 0,70 n_{th} = 0,70 \xi_m$$

Et finalement, en masse, on obtiendra à l'issue de la réaction :

$$\boxed{m = nM(\text{Es}) = 0,70 \xi_m M_{Es}} = 0,70 \times 0,17 \times 74,0 = 8,8\,\text{g}$$

D'où, la masse obtenue en ester sera $\underline{m = 8,8\,\text{g}}$.

Q11. L'avantage de la distillation fractionnée est d'éliminer, par évaporation, le produit ayant une température d'ébullition plus faible que les réactifs. Ainsi, on améliorera le rendement en déplaçant l'équilibre thermodynamique dans le sens de la formation d'ester.

Le dosage par titrage

Q12. On souhaite déterminer la concentration en ions chlorure. Dans ce cas, S_1 sera la solution titrée (dans le bécher ou l'erlenmeyer), et S_2 la solution titrante (dans la burette).

Q13. L'équivalence est le moment du titrage où les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques.

À ce moment précis, on a donc :

$$\frac{n_1}{1} = \frac{n_2}{1}$$

Ou, en concentrations :

$$c_1 V_1 = c_2 V_{2E} \implies \boxed{c_1 = \frac{c_2 V_{2E}}{V_1}} = \frac{0,080 \times 7,5}{200,0} = 3,0 \times 10^{-3}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

La concentration en ions chlorure dans la solution S_1 est donc $\underline{c_1 = 3,0 \times 10^{-3}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$.

Q14. Dans un titrage conductimétrique, on repère l'équivalence au changement de pente de la courbe tracée.

Q15. Lors de la réaction, le milieu réactionnel contient initialement uniquement des ions chlorure et des ions potassium. Au fur et à mesure de l'ajout de nitrate d'argent, les ions chlorure réagiront avec les ions argent, diminuant la conductivité totale du milieu.

Une fois l'équivalence atteinte, les ions apportés ne réagiront plus dans leur intégralité, la conductivité totale augmentera donc.

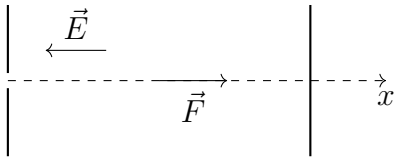
Exercice 2 — Dorothy Crowfoot, femme de sciences

Production des rayons X

Q1. La force électrique subie par l'électron (de charge négative) est donnée par :

$$\boxed{\vec{F} = -e\vec{E}}$$

On peut alors représenter cette force sur le schéma du dispositif expérimental :



Q2. On étudie le mouvement de l'électron de masse m dont on néglige le poids, dans le référentiel terrestre supposé galiléen. D'après la deuxième loi de Newton, on a :

$$-e\vec{E} = m\vec{a} \implies \boxed{\vec{a} = -\frac{e}{m}\vec{E}} \tag{3}$$

Q3. On cherche à établir l'expression de la vitesse horizontale de l'électron en fonction du temps. Pour cela, on commence par projeter (3) selon $\overrightarrow{u_x}$:

$$a_x(t) = \vec{a} \cdot \overrightarrow{u_x} = -\frac{e}{m}(-E\overrightarrow{u_x}) \cdot \overrightarrow{u_x} = +\frac{e}{m}E$$

On en intégrant en temps et comme $v_x(t=0) = 0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$, il vient :

$$\boxed{v_x(t) = \frac{eE}{m}t} \tag{4}$$

Et finalement, en intégrant une seconde fois en t, il vient (avec $x(t=0) = 0$) :

$$\boxed{x(t) = \frac{eE}{2m}t^2} \tag{5}$$

Q4. On cherche la vitesse de l'électron au point S. Pour cela, il faut d'abord connaître au bout de quel durée t_S l'électron atteindra le point S.

On a :

$$x(t_S) = x_S = d \iff \frac{eE}{2m}{t_S}^2 = x_S \iff {t_S}^2 = \frac{2m}{eE}x_S$$

Et comme on travaille à $t > 0$, on retient uniquement la solution positive, donc :

$$t_S = \sqrt{\frac{2m}{eE}d}$$

Il suffit alors d'injecter cette valeur dans l'expression de la vitesse (4) :

$$v_S = v(t = t_S) = \frac{eE}{m} t_S = \frac{eE}{m}\sqrt{\frac{2m}{eE}d} = \sqrt{\frac{2m(eE)^2}{m^2 eE}d}$$

Donc :

$$\boxed{v_S = \sqrt{\frac{2eU}{md}d} = \sqrt{\frac{2eU}{m}}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,6 \times 10^{-19} \times 20,0 \times 10^3}{9,11 \times 10^{-31}}} = 8,38 \times 10^7 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

D'où, la vitesse au point S est bien $\underline{v_S = 8,38 \times 10^7 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}$.

Q5. L'énergie cinétique de l'électron en S est donnée par :

$$\boxed{Ec_S = \frac{1}{2} m {v_S}^2} = \frac{1}{2} \times 9,11 \times 10^{-31} \times (8,38 \times 10^7)^2 = 3,20 \times 10^{-15} \,\mathrm{J}$$

Ou, en électronvolts :

$$Ec_S = \frac{3,2 \times 10^{-15}}{1,60 \times 10^{-19}} = \underline{2,0 \times 10^4 \,\mathrm{eV} < Ec_{min}}$$

Cette vitesse est donc insuffisante pour produire des rayons X.

Q6. L'énergie cinétique s'exprime en fonction de la tension :

$$Ec_S = \frac{1}{2} m {v_S}^2 = \frac{1}{2} m \times \frac{2eU}{m} = eU$$

L'énergie cinétique est donc proportionnelle à la tension U. Ainsi, seule $U_2 > U$ permettra d'augmenter l'énergie cinétique.

Détermination de la distance entre deux molécules

Q7. Deux ondes interférant constructivement doivent être en phase, donc atteindre leurs *maxima* et *minima* aux mêmes temps. Deux ondes satisfaisant cette condition sont les ondes α et β.

Au contraire, deux ondes interférant destructivement sont en opposition de phase, donc l'une atteint ses *maxima* lorsque l'autre atteint ses *minima*. Deux bonnes candidates sont les ondes α et ε

Q8. On obtiendra la différence de marche la plus faible pour $k = 1$ (alors $\delta = \lambda$). Dans ce cas :

$$\delta = 2L\sin(\theta) = \lambda \implies \boxed{L = \frac{\lambda}{2\sin(\theta)}}$$

D'où,

$$L = \frac{0,150}{2 \times \sin(10^\circ)} = 0,43 \,\mathrm{nm}$$

La distance entre deux plans pour une différence de marche minimale est donc $\underline{L = 0,43 \,\mathrm{nm}}$.

Exercice 3 — Pompe à chaleur et habitation

Étude thermodynamique de la PAC

Q1. Au-travers du mur, le seul mode de transfert possible est la conduction.

Q2. On a, en remplaçant la résistance thermique par son expression, le flux thermique :

$$\phi = \frac{T_{int} - T_{ext}}{\frac{e}{\lambda S}} = \frac{\lambda S(T_{int} - T_{ext})}{e}$$

Ainsi, lorsque l'épaisseur du mur augmente le flux diminue.

Q3. Les radiateurs étant de température supérieure à celle de la pièce, le transfert thermique s'effectue du radiateur vers l'air intérieur.

Q4. On cherche à établir une relation entre les différents transferts thermiques.
On commence par appliquer le premier principe de la thermodynamique à l'air intérieur :

$$\Delta U = Q - W$$

Or, aucun travail n'est échangé avec l'extérieur et la température est maintenue constante. Ainsi, $W = 0$ et $\Delta U = 0$. Alors :

$$Q = Q_{\text{rad/air}} + Q_{\text{mur}} + Q_{\text{autres}} = 0$$

On a donc bien, finalement :

$$\boxed{Q_{\text{rad/air}} = -Q_{\text{mur}} - Q_{\text{autres}}}$$

Q5. On calcule alors :

$$Q_{\text{rad/air}} = 4,3 + 7,1 = \underline{11,4\,\text{MJ}}$$

Q6. On chauffe pendant une heure. Pendant ce temps, l'énergie maximale fournie par la PAC est :

$$\boxed{E_m = P_{\max}\Delta t} = 7,0 \times 10^3 \times 3600 = 25,2\,\text{MJ}$$

On a donc bien $\underline{E_m = 25,2\,\text{MJ} > Q_{\text{rad/air}}}$, la PAC est suffisante pour maintenir la température de la pièce.

Étude sonore de la PAC

Q7. On a d'abord :

$$L_1 = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \implies I_1 = I_0 \times 10^{\frac{L_1}{10}}$$

Et de même :

$$I_2 = I_0 \times 10^{\frac{L_2}{10}}$$

Ainsi,

$$I = I_1 + I_2 = I_0\left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}}\right)$$

Alors on a :

$$\boxed{L = 10\log\left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}}\right)}$$

D'où,

$$L = 10 \times \log\left(10^{4,6} + 10^{4,4}\right) = 48\,\text{dB}$$

Le niveau sonore résultant étant bien $\underline{L = 48\,\text{dB}}$.

Q8. Il nous est désormais possible de calculer l'émergence sonore :

$$\boxed{\Delta L = L - L_2} = 48 - 44 = 4\,\text{dB}$$

L'émergence sonore nocturne vaut donc $\underline{\Delta L = 4\,\text{dB}}$, ce qui est supérieur au seuil autorisé par la législation. Le propriétaire expose donc son voisinage à des nuisances sonores nocturnes.

* *
*

Proposé par T. Prévost (thomas.prevost@protonmail.com),
pour le site https://www.sujetdebac.fr/
Compilé le 19 mars 2023.

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.