MonBac.ma

Plateforme de préparation au Baccalauréat marocain

Corrigé — Physique-Chimie

Sciences de la Vie et de la Terre

Session Ordinaire — 2026

Coefficient : 5 | Durée : 3h | Barème : /20

Table des matières

Exercice de Chimie — 7 pts

Réactivité de l'acide éthanoïque

Partie 1 — Étude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque

1. Donner la définition d'un acide selon Brönsted. **(0,5 pt)**

Un acide selon Brönsted est toute espèce chimique, ionique ou moléculaire, susceptible de libérer (céder) au moins un proton H^+.

2. Écrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. **(0,5 pt)**

$$\boxed{CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}}$$

3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction. **(0,75 pt)**

Équation	$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				
État	**Avanc.**	CH_3COOH	H_2O	CH_3COO^-	H_3O^+
Initial	0	$C_A \cdot V$	En excès	0	0
Intermédiaire	x	$C_AV - x$	En excès	x	x
Final	x_f	$C_AV - x_f$	En excès	x_f	x_f

4. Vérifier que le taux d'avancement final est $\tau = 4{,}27\,\%$. Déduire. **(0,75 pt)**

Le taux d'avancement final est :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} \times 100\%$$

D'après le tableau d'avancement, $x_f = 10^{-pH} \cdot V$ (car $[H_3O^+]_{eq} = \dfrac{x_f}{V} = 10^{-pH}$).

CH_3COOH est le réactif limitant (l'eau est en excès), donc $x_{\max} = C_A \cdot V$.

D'où :

$$\tau = \frac{10^{-pH} \cdot V}{C_A \cdot V} \times 100\% = \frac{10^{-pH}}{C_A} \times 100\%$$

A.N. : $\tau = \dfrac{10^{-3{,}37}}{10^{-2}} \times 100\% = \dfrac{4{,}27 \times 10^{-4}}{10^{-2}} \times 100\%$

$\tau = 4{,}27\,\% < 100\% \quad \Longrightarrow \quad$ **La réaction est limitée.**

5. Montrer que le quotient de réaction à l'équilibre s'écrit : $Q_{r,éq} = \dfrac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}$. **(0,75 pt)**

Par définition du quotient de réaction à l'équilibre :

$$Q_{r,éq} = \frac{[H_3O^+]_{éq} \cdot [CH_3COO^-]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}}$$

Or $[H_3O^+]_{éq} = [CH_3COO^-]_{éq} = 10^{-pH}$.

De plus : $[CH_3COOH]_{éq} = \dfrac{C_A V - x_f}{V} = C_A - \dfrac{x_f}{V} = C_A - 10^{-pH}$.

Donc :

$$\boxed{Q_{r,éq} = \frac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}}$$

6. Montrer que la valeur du pK_A du couple $CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)}$ est $pK_A = 4{,}72$. **(0,5 pt)**

On a $K_A = \dfrac{[H_3O^+]_{éq} \cdot [CH_3COO^-]_{éq}}{[CH_3COOH]_{éq}}$, donc $K_A = Q_{r,éq} = \dfrac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}$.

D'où : $pK_A = -\log(K_A) = -\log\left(\dfrac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}\right)$

A.N. : $pK_A = -\log\left(\dfrac{10^{-2\times 3{,}37}}{10^{-2} - 10^{-3{,}37}}\right)$

$pK_A = 4{,}72$

7. Indiquer, en justifiant, l'espèce chimique prédominante en solution. **(0,5 pt)**

On a : $pH = 3{,}37 < pK_A = 4{,}72$.

> ***Règle :*** *Si $pH < pK_A$, alors l'espèce acide prédomine.*

L'espèce prédominante est **CH_3COOH** (la forme acide).

8. Dilution de la solution (S_A).

8.1) Quel est l'effet de la dilution sur le taux d'avancement final ? **(0,25 pt)**

La dilution a pour effet d'**augmenter** le taux d'avancement final de la réaction.

8.2) Déterminer la valeur de la constante d'équilibre après dilution. **(0,5 pt)**

La constante d'équilibre K ne dépend que de la température. Comme la dilution se fait à la même température :

$$K = Q_{r,éq} = K_A = 10^{-pK_A}$$

A.N. : $K = 10^{-4{,}72} = 1{,}90 \times 10^{-5}$

La proposition juste est : **C** $\quad (K = 1{,}90 \times 10^{-5})$

Partie 2 — Étude de la réaction de l'acide éthanoïque avec un alcool

1. Choisir le montage correspondant au chauffage à reflux. **(0,25 pt)**

Le montage de chauffage à reflux est le **Montage 1**.

> ***Rappel :*** *Le chauffage à reflux utilise un réfrigérant à eau placé verticalement au-dessus du ballon, permettant de condenser les vapeurs et de les renvoyer dans le milieu réactionnel.*

2. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? **(0,25 pt)**

L'acide sulfurique est un **catalyseur** : il accélère la réaction d'estérification sans modifier l'état d'équilibre final.

3. Écrire la formule semi-développée de l'ester (E). **(0,5 pt)**

La réaction d'estérification entre l'acide éthanoïque (CH_3COOH) et l'éthanol (C_2H_5OH) donne :

$$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

La formule semi-développée de l'ester (E) est : $CH_3{-}CO{-}O{-}C_2H_5$ (éthanoate d'éthyle)

4. Calculer la valeur du rendement r de cette réaction. **(0,5 pt)**

Le rendement est défini par :

$$r = \frac{n_e}{n_{\max}(ester)} \times 100\%$$

Les réactifs sont introduits en quantités équimolaires ($n_1 = n_2 = 0{,}6$ mol), donc $r = \dfrac{n_e}{n_1} \times 100\%$.

A.N. : $r = \dfrac{0{,}4}{0{,}6} \times 100\%$

$$\boxed{r = 67\%}$$

5. Proposer une méthode pour améliorer le rendement de cette réaction. **(0,5 pt)**

Pour améliorer le rendement de cette réaction, on peut :

- utiliser l'un des réactifs en excès ;
- éliminer l'eau formée au fur et à mesure de sa production.

Ces méthodes permettent de déplacer l'équilibre dans le sens direct (sens de formation de l'ester).

Exercice 1 de Physique — 2,5 pts

Radioactivité du Césium

1. Donner la composition du noyau $^{137}_{55}Cs$. **(0,25 pt)**

Le noyau $^{137}_{55}Cs$ se compose de :

— $Z = 55$ protons ;

— $N = A - Z = 137 - 55 = 82$ neutrons.

2. Écrire l'équation de la désintégration du noyau $^{137}_{55}Cs$. **(0,5 pt)**

Le Césium 137 se désintègre par émission β^- (un électron $^{0}_{-1}e$).

D'après les lois de Soddy (conservation du nombre de masse A et du numéro atomique Z) :

$$\begin{cases} A = 137 \\ Z = 56 \end{cases}$$

$$\boxed{^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e}$$

3. Calculer l'énergie libérée $E_{lib} = |\Delta E|$ lors de la désintégration. **(0,5 pt)**

L'énergie libérée est :

$$E_{lib} = |\Delta E| = \left|\left(m\left(^{137}_{56}Ba\right) + m\left(^{0}_{-1}e\right) - m\left(^{137}_{55}Cs\right)\right)\right| \cdot c^2$$

A.N. :

$$E_{lib} = |136{,}90582 + 0{,}00055 - 136{,}90708| \times 931{,}5$$

$$E_{lib} = |-0{,}00071| \times 931{,}5$$

$E_{lib} = 0{,}661$ MeV

4. Activité spécifique et décontamination.

4.1) Calculer l'activité spécifique a_{2026} restante dans le sol en 2026. **(0,5 pt)**

D'après la loi de décroissance radioactive : $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Donc :

$$a_{2026} = a_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot \Delta t}$$

A.N. : $a_{2026} = 1{,}2 \times 10^5 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times (2026-1987)}$

$a_{2026} = 1{,}2 \times 10^5 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{30} \times 39}$

$a_{2026} \approx 4{,}87 \times 10^4$ Bq/kg

4.2) Déterminer l'année à laquelle la zone redevient sans danger. **(0,75 pt)**

La zone redevient sans danger lorsque $a(t) \leq a_{lim}$:

$$a_{lim} = a_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot (t-1987)}$$

D'où :

$$\ln\left(\frac{a_{lim}}{a_0}\right) = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot (t - 1987)$$

$$t - 1987 = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{a_{lim}}{a_0}\right) = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{a_0}{a_{lim}}\right)$$

$$t = 1987 + \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{a_0}{a_{lim}}\right)$$

A.N. : $t = 1987 + \dfrac{30}{\ln 2} \cdot \ln\left(\dfrac{1{,}2 \times 10^5}{3 \times 10^3}\right) = 1987 + \dfrac{30}{\ln 2} \cdot \ln(40)$

$t = 1987 + 43{,}28 \times \ln(40) \approx 1987 + 43{,}28 \times 3{,}689 \approx 1987 + 159{,}6$

$t \approx 2147 \quad \Longrightarrow \quad$ La zone redevient sans danger en **2147**.

Exercice 2 de Physique — 5 pts

Dipôle RL — Circuit RLC série

1 — Dipôle RL

1.1. Justifier que la courbe 1 correspond à la résistance R. **(0,5 pt)**

Plus la résistance est faible, plus l'intensité du courant en régime permanent sera élevée (car $I = \dfrac{E}{R+r}$).

Or $R < R'$ ($30\ \Omega < 50\ \Omega$), donc la courbe qui atteint l'intensité permanente la plus élevée correspond à la résistance R.

La courbe (1) correspond à la résistance R.

1.2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par $i(t)$ s'écrit : $\tau \cdot \dfrac{di}{dt} + i = I$. **(0,5 pt)**

D'après la loi d'additivité des tensions, à chaque instant t :

$$u_L + u_R = E$$

Soit : $r \cdot i + L\,\frac{di}{dt} + R \cdot i = E$

D'où : $L\,\frac{di}{dt} + (R+r) \cdot i = E$

En divisant par $(R+r)$:

$$\frac{L}{R+r}\,\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}$$

$\tau \cdot \dfrac{di}{dt} + i = I$ avec $\tau = \dfrac{L}{R+r}$ et $I = \dfrac{E}{R+r}$

1.3. Déterminer graphiquement l'intensité I' du courant en régime permanent. **(0,25 pt)**

D'après la courbe 2 (correspondant à R'), l'intensité en régime permanent est :

$I' = 100$ mA

1.4. Vérifier que $r = 10\ \Omega$. **(0,25 pt)**

On a $I' = \dfrac{E}{R'+r}$, donc $R' + r = \dfrac{E}{I'}$, d'où $r = \dfrac{E}{I'} - R'$.

A.N. : $r = \dfrac{6}{100 \times 10^{-3}} - 50 = 60 - 50$

$$\boxed{r = 10\ \Omega}$$

1.5. Déterminer graphiquement la constante de temps τ'. **(0,25 pt)**

D'après la courbe 2, la tangente à l'origine coupe l'asymptote horizontale ($I' = 100$ mA) à l'instant $t = \tau'$.

Graphiquement : $\tau' = 10$ ms

1.6. Vérifier que $L = 0{,}6$ H. **(0,5 pt)**

On a $\tau' = \dfrac{L}{R' + r}$, donc $L = \tau' \cdot (R' + r)$.

A.N. : $L = 10 \times 10^{-3} \times (50 + 10) = 10 \times 10^{-3} \times 60$

$$\boxed{L = 0{,}6 \text{ H}}$$

1.7. Quelle est l'influence de la résistance du circuit sur la réponse du dipôle RL ? **(0,5 pt)**

Une augmentation de la résistance du dipôle RL entraîne :

- une **diminution de la constante de temps** τ, donc une réponse plus rapide (le régime permanent est atteint plus vite) ;
- une **diminution de l'intensité du courant en régime permanent** $I = \dfrac{E}{R + r}$.

2 — Circuit RLC série

2.1. Déterminer la pseudo-période T des oscillations. **(0,25 pt)**

D'après le graphe de la figure (3), l'énergie électrique E_e est maximale tous les $T_e = 25$ ms.

Or $T = 2T_e$ (la période de l'énergie est la moitié de la pseudo-période de la charge) :

$T = 2 \times 25 = 50$ ms

2.2. Vérifier que $C = 104$ μF. **(0,5 pt)**

On a $T \approx T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.

D'où : $T = 2\pi\sqrt{LC}$, soit $T^2 = 4\pi^2 \cdot L \cdot C$.

Donc : $C = \dfrac{T^2}{4\pi^2 \cdot L}$

A.N. : $C = \dfrac{(50 \times 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 0{,}6} = \dfrac{25 \times 10^{-4}}{24} = 1{,}04 \times 10^{-4}$ F

$$\boxed{C = 104 \ \mu\text{F}}$$

2.3. Déterminer la variation de l'énergie totale ΔE_T entre $t_0 = 0$ et $t_1 = 75$ ms. **(1 pt)**

L'énergie totale du circuit est : $E_T = E_e + E_m$ où $E_e = \frac{1}{2} C\, u_C^2$ et $E_m = \frac{1}{2} L\, i^2$.

$$\Delta E_T = E_T(t_1) - E_T(t_0) = (E_e(t_1) + E_m(t_1)) - (E_e(t_0) + E_m(t_0))$$

Aux instants t_1 et t_0, l'énergie électrique E_e est maximale, donc $E_m(t_1) = E_m(t_0) = 0$.
D'où : $\Delta E_T = E_e(t_1) - E_e(t_0)$
D'après le graphe : $E_e(t_0) = 2{,}25$ mJ et $E_e(t_1) = 0{,}5$ mJ.
A.N. : $\Delta E_T = 0{,}5 - 2{,}25$

$\Delta E_T = -1{,}75$ mJ

La diminution de l'énergie totale du circuit RLC est due à la **dissipation de l'énergie par effet Joule** dans les résistances du circuit (résistance r de la bobine).

Exercice 3 de Physique — 5,5 pts

Étude des systèmes mécaniques

Partie 1 — Étude d'une chute libre verticale

1. Expliquer pourquoi la boule et la plume sont en chute libre. **(0,5 pt)**

La chambre étant sous vide (ne contient pas d'air), il n'y a ni frottement de l'air ni poussée d'Archimède. La boule et la plume ne sont donc soumises qu'à leur poids $\overrightarrow{P}$.

Elles sont alors en **chute libre**.

2. Déterminer l'accélération du centre d'inertie G de la boule. Déduire celle de la plume. **(0,75 pt)**

Système étudié : la boule.
Bilan des forces : $\overrightarrow{P}$ (le poids).
Dans un référentiel terrestre, considéré galiléen, on applique la 2ème loi de Newton :

$$\sum \overrightarrow{F}_{ext} = m \cdot \overrightarrow{a}_G$$

$$\overrightarrow{P} = m \cdot \overrightarrow{a}_G \quad \Longrightarrow \quad m \cdot \overrightarrow{g} = m \cdot \overrightarrow{a}_G \quad \Longrightarrow \quad \overrightarrow{a}_G = \overrightarrow{g}$$

En projection suivant l'axe (Oz) orienté vers le bas :

$a_{1G} = g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

L'accélération ne dépend pas de la masse, donc l'accélération de la plume est la même :

$a_2 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

3. Déterminer la nature du mouvement du centre d'inertie de la boule. **(0,25 pt)**

L'accélération de la boule est constante ($\overrightarrow{a} = \overrightarrow{g}$) et sa trajectoire est une droite verticale.

Son mouvement est un **mouvement rectiligne uniformément varié** (accéléré).

4. Choisir la proposition vraie parmi A, B, C et D. **(0,5 pt)**

Puisque l'accélération est la même pour les deux objets ($a = g$, indépendante de la masse) et qu'ils partent sans vitesse initiale du même point, ils arrivent au sol au même instant.

La proposition correcte est **C** : La boule et la plume arrivent au sol au même instant.

5. Déterminer l'instant où la boule arrive au sol. **(0,5 pt)**

L'équation horaire de la position est :

$$z(t) = \frac{1}{2} g\, t^2 \quad (\text{car } v_0 = 0 \text{ et } z_0 = 0)$$

La boule arrive au sol lorsque $z(t_S) = h$:

$$\frac{1}{2} g\, t_S^2 = h \quad \Longrightarrow \quad t_S = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Donc $5\, t_S^2 = h$, soit $t_S = \sqrt{\dfrac{h}{5}}$.

A.N. : $t_S = \sqrt{\dfrac{30}{5}} = \sqrt{6}$

$$\boxed{t_S = 2{,}45 \text{ s}}$$

6. Calculer la vitesse de G de la boule à l'arrivée au sol. **(0,5 pt)**

La vitesse est : $v_G(t) = g \cdot t$ (car $v_0 = 0$).

À l'instant t_S :

$$v_{G,S} = g \cdot t_S = 10 \times 2{,}45$$

$$\boxed{v_{G,S} = 24{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Partie 2 — Étude du système oscillant (boule–ressort)

1. Déterminer les valeurs de T_0 et de X_m. **(1 pt)**

L'équation horaire du mouvement est $x(t) = X_m \cos\left(\dfrac{2\pi}{T_0}\, t\right)$.

La vitesse est : $\dot{x}(t) = -X_m \dfrac{2\pi}{T_0} \sin\left(\dfrac{2\pi}{T_0}\, t\right)$

D'après le graphe de la figure (3), la vitesse maximale est $\dot{x}_m = 0{,}125 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et la période est :

Graphiquement : $T_0 = 2$ s

Or $\dot{x}_m = X_m \cdot \dfrac{2\pi}{T_0}$, d'où $X_m = \dot{x}_m \cdot \dfrac{T_0}{2\pi}$.

A.N. : $X_m = 0{,}125 \times \dfrac{2}{2\pi} = \dfrac{0{,}125}{\pi}$

$X_m \approx 4$ cm

2. Déterminer la valeur de la raideur K. **(0,5 pt)**

On a $T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1}{K}}$, donc $K = \dfrac{4\pi^2 \cdot m_1}{T_0^2}$.

A.N. : $K = \dfrac{4 \times 10 \times 3}{2^2} = \dfrac{120}{4}$

$$\boxed{K = 30 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}}$$

3. Montrer que l'énergie mécanique du système (boule–ressort) se conserve. **(0,5 pt)**

La boule est soumise à trois forces : le poids $\overrightarrow{P}$, la réaction normale du rail $\overrightarrow{R}$ et la tension du ressort $\overrightarrow{T}$.

- $\overrightarrow{P}$ et $\overrightarrow{R}$ sont perpendiculaires au déplacement (direction horizontale), donc leur travail est nul.
- La tension du ressort $\overrightarrow{T}$ est une force conservative.

La seule force qui travaille ($\overrightarrow{T}$) est conservative, donc l'énergie mécanique du système se conserve.

4. Calculer l'énergie mécanique du système (boule–ressort). **(0,5 pt)**

L'énergie mécanique se conserve, donc on peut la calculer à l'élongation maximale (où $v = 0$) :

$$E_m = E_{pe,\max} = \frac{1}{2} K \, (X_m)^2$$

A.N. : $E_m = \dfrac{1}{2} \times 30 \times (4 \times 10^{-2})^2 = \dfrac{1}{2} \times 30 \times 16 \times 10^{-4}$

$$E_m = 2{,}4 \times 10^{-2} \text{ J} = 24 \text{ mJ}$$

Fin du corrigé

Physique-Chimie — Sciences de la Vie et de la Terre

Session Ordinaire 2026

monbac.ma

Plateforme de préparation au Baccalauréat marocain