Correction de l'examen national de Physique Chimie Filière Sciences Physiques – Session normale 2024

May 1, 2025

Exercice 1 (7 points) : Chimie

Partie 1

1. **Réponses :**
   - **a - vrai :** La concentration initiale influence la vitesse de réaction.
   - **b - faux :** Le temps de demi-réaction ne détermine pas la fin de la réaction.
   - **c - vrai :** Les chocs efficaces augmentent la vitesse.
2. On a $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$, graphiquement $x_f = 0{,}50$ mmol, donc $x(t_{1/2}) = 0{,}25\,\text{mmol}$
   Par projection graphique : $t_{1/2} = 24\,\text{h}$
3. On sait que $v(t) = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$, donc $v(t_1) = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{t_1}$
   Application numérique : $v(t_1) = \frac{1}{200 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(0,41 - 0,26)}{60 - 0} = 1,25 \cdot 10^{-2}\,\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

Partie 2

1. Réaction : $\text{AH}_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
2. **Graphiquement :** $V_{BE} = 25\,\text{mL}$
   À l'équivalence : $C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$
   Application numérique : $C_A = \frac{1{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 25}{15} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
3. On a $n = C_A V_A$, donc $n = 2{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 8{,}8 \cdot 10^{-3} = 2{,}2 \cdot 10^{-4}$ mol
   Alors $m = n \cdot M = 2{,}2 \cdot 10^{-4} \cdot 103 = 0{,}0226 = 220\,\text{mg}$

5-1 **Relation entre pH, pK_a, $[\mathbf{A}^-]$ et $[\mathbf{AH}]$:**

$$pK_a = -\log K_a = \log\left(\frac{1}{K_a}\right)$$

$$pK_a = -\log\left(\frac{[\mathrm{A}^-][H_3O^+]}{[\mathrm{AH}]}\right)$$

$$pK_a = -\log\left([H_3O^+]\right) - \log\left(\frac{[\mathrm{A}^-]}{[\mathrm{AH}]}\right)$$

Donc : $pH = pK_a + \log\left(\frac{[\mathrm{AH}]}{[\mathrm{A}^-]}\right)$

5-2 **Tableau d'avancement de la réaction du dosage :**

L'équation chimique	$\mathrm{HO}^-_{(aq)} + \mathrm{AH}_{(aq)} \rightarrow \mathrm{A}^-_{(aq)} + \mathrm{H_2O}_{(l)}$				
L'état	Avancement	Les quantités de matière en (mol)			
Initiale	0	$\mathrm{C}_B\mathrm{V}_B$	$\mathrm{C}_A\mathrm{V}_A$	0	En excès
Intermédiaire	x	$\mathrm{C}_B\mathrm{V}_B - x$	$\mathrm{C}_A\mathrm{V}_A - x$	x	En excès
Finale	x_f	$\mathrm{C}_B\mathrm{V}_B - x_f$	$\mathrm{C}_A\mathrm{V}_A - x_f$	x_f	En excès

Avant l'équivalence $V_B < V_{BE}$: $\mathrm{HO}^-_{(aq)}$ est le réactif limitant. Alors :

$$x_{\max} = C_B V_B$$

À partir du tableau d'avancement :

$$\left[\mathrm{A}^-_{(aq)}\right] = \frac{x_{\max}}{V_T} = \frac{C_B V_B}{V_T} \quad \text{et} \quad \left[\mathrm{AH}_{(aq)}\right] = \frac{C_A V_A - C_B V_B}{V_T}$$

Donc :

$$\frac{\left[\mathrm{AH}_{(aq)}\right]}{\left[\mathrm{A}^-_{(aq)}\right]} = \frac{C_A V_A - C_B V_B}{C_B V_B} = \frac{C_A V_A}{C_B V_B} - 1$$

À l'équivalence, on a :

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \quad \text{d'où :} \quad \frac{\left[\mathrm{AH}_{(aq)}\right]}{\left[\mathrm{A}^-_{(aq)}\right]} = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{C_B \cdot V_B} - 1$$

5-3 On a :

$$pK_A = \mathrm{pH} + \log\frac{[\mathrm{AH}]}{[\mathrm{A}^-]} \quad \text{et} \quad \frac{[\mathrm{AH}_{(aq)}]}{[\mathrm{A}^-_{(aq)}]} = \frac{V_{BE}}{V_B} - 1$$

Donc :

$$pK_A = \mathrm{pH} + \log\left(\frac{V_{BE}}{V_B} - 1\right)$$

Pour $V_B = 8{,}5\,\mathrm{mL}$ on a $\mathrm{pH} = 3{,}8$.

Application numérique :

$$pK_A = 3{,}8 + \log\left(\frac{25}{8{,}5} - 1\right)$$

Finalement :

$$pK_A \simeq 4{,}09$$

5-4 **Constante d'équilibre :** On a :

$$K = \frac{[\mathrm{A}^-]}{[\mathrm{AH}][\mathrm{HO}^-]} = \frac{[\mathrm{A}^-]\cdot[\mathrm{H_3O}^+]}{[\mathrm{AH}][\mathrm{HO}^-]\cdot[\mathrm{H_3O}^+]} = \frac{K_A}{K_e} = \frac{10^{-pK_A}}{K_e}$$

Application numérique :

$$K = \frac{10^{-4{,}09}}{10^{-14}} = 8{,}13 \times 10^9$$

Exercice 2 (2,5 points) : Physique

1. **B :** un milieu est dispersif si la célérité de l'onde dépend de sa période T.

2-1 On a $v = \dfrac{r_2 - r_1}{t_2 - t_1}$

Application numérique : $v = \dfrac{(56-14)\cdot 10^{-2}}{1,5} = 0,28\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$

2-2 On a $v = \dfrac{r_2}{t_2} \Rightarrow t_2 = \dfrac{r_2}{v}$

Application numérique : $t_2 = \dfrac{56\cdot 10^{-2}}{0,28} = 2\,\mathrm{s}$

3-1 On sait que : $[v] = \mathrm{m\cdot s^{-1}}$
Et on a : $[\sqrt{g\cdot h}] = \sqrt{\mathrm{m\cdot s^{-2}\cdot m}} = \mathrm{m\cdot s^{-1}}$
Donc la relation $v = \sqrt{g\cdot h}$ est homogène.

3-2 On a $v = \sqrt{g\cdot h} \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{g}$

Application numérique : $h = \dfrac{0,52}{9,8} = 0,008\,\mathrm{m} = 8\,\mathrm{mm}$

Exercice 3 (2 points) : Nucléaire

1. La composition du noyau de l'iridium ${}^{192}_{77}\mathrm{Ir}$:

$$A = 192 \quad \text{et} \quad N_p = 77 \quad \text{donc} \quad N_n = 192 - 77 = 115$$

2. L'équation de la désintégration :

$${}^{192}_{77}\mathrm{Ir} \longrightarrow {}^{192}_{78}\mathrm{Pt} + {}^{0}_{-1}e + \gamma$$

Type de désintégration : β^-

3-1 On sait que :

$$N_0 = \frac{a_0}{\lambda} = \frac{a_0\cdot t_{1/2}}{\ln(2)}$$

Application numérique :

$$N_0 = \frac{1.08\times 10^{-2}\times 6.3936\times 10^{6}}{\ln(2)} = 9.962\times 10^{4} \text{ noyaux}$$

3-2 On a :

$$N_d = N_0\left(1 - e^{-\frac{\ln(2)}{74}\times 730}\right)$$

Application numérique :

$$N_d = 9.96\times 10^{4}\left(1 - e^{-\frac{\ln(2)}{74}\times 730}\right) = 9.951\times 10^{4} \text{ noyaux}$$

Conclusion : Les noyaux d'iridium 192 sont presque désintégrés totalement.

Exercice 4 (3,5 points) : Électricité

1-1

L'amortissement est dû à la dissipation de l'énergie électrique par effet Joule au niveau du conducteur ohmique et de la resistance interne de la bobine.

1-2

En appliquant la loi d'additivité des tensions, on a :

$$u_c + u_R + u_L = 0$$

On a :

$$u_R = R \cdot i = R \cdot C\frac{du_c}{dt}$$

et :

$$u_L = r \cdot C\frac{du_c}{dt} + L \cdot C\frac{d^2u_c}{dt^2}$$

Donc :

$$u_c + (R+r) \cdot C\frac{du_c}{dt} + L \cdot C\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$$

Alors :

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R+r}{L}\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC}u_c = 0$$

1-3

- À l'instant t_1 on a : $u_c = 0$ et $i = I_{\text{max}}$, d'où $E_T(t_1) = E_{m_{\text{max}}}(t_1)$, c'est-à-dire l'énergie magnétique dans la bobine.
- À l'instant t_2 on a : $u_c = U_{\text{max}}$ et $i = 0$, d'où $E_T(t_2) = E_{e_{\text{max}}}(t_2)$, c'est-à-dire l'énergie électrique dans le condensateur.

1-4

On a :

$$E_j = |\Delta E| = |E_T(t_2) - E_T(t_0)|$$

c'est-à-dire :

$$E_j = |(E_e(t_2) + E_m(t_2)) - (E_e(t_0) + E_m(t_0))| \quad (i(t_2) = i(t_0) = 0)$$

c'est-à-dire :

$$E_j = |E_e(t_2) - E_e(t_0)|$$

Donc :

$$E_j = \left|\frac{1}{2} \cdot C\left(u_c^2(t_2) - u_c^2(t_0)\right)\right|$$

Application numérique :

$$E_j = \left|\frac{1}{2} \cdot 0.22 \times 10^{-9}\left((4,4)^2 - (6)^2\right)\right|$$

Alors :

$$E_j = 1,83 \times 10^{-9}\,\text{J} = 1,83\,\text{nJ}$$

2-1

On a :

$$u_R + u_L = E \quad \text{d'où} \quad (R+r)i + L\frac{di}{dt} = E$$

Donc :

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

2-2-1

Pour $i = 0$, graphiquement :

$$\frac{di}{dt} = 3 \times 10^3$$

L'équation différentielle :

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

devient :

$$\frac{di}{dt} = \frac{E}{L} \quad \text{d'où} \quad L = \frac{E}{\frac{di}{dt}}$$

Application numérique :

$$L = \frac{6}{3 \times 10^3} = 2 \times 10^{-3}\,\text{H}$$

D'où :

$$L = 2\,\text{mH}$$

2-2-2

On a :

$$\tau = \frac{L}{R+r}$$

et en régime permanent :

$$\frac{dI_p}{dt} = 0$$

Graphiquement :

$$I_p = 6\,\text{mA}$$

L'équation différentielle devient :

$$-\frac{1}{\tau} \cdot I_p + \frac{E}{L} = 0$$

alors :

$$\tau = \frac{L}{E} \cdot I_p$$

Application numérique :

$$\tau = \frac{2 \times 10^{-3}}{6} \cdot 6 \times 10^{-3}$$

D'où :

$$\tau = 2 \times 10^{-6}\,\text{s}$$

Exercice 5 (5 points) : Mécanique

Partie 1 : Chute verticale d'une bille dans un liquide

1- Étude dynamique

- **Système étudié :** la bille
- **Bilan des forces :**
  - $\vec{P}$: le poids
  - $\vec{F_A}$: la poussée d'Archimède
  - $\vec{f}$: force de frottement fluide

Dans le repère $(0,\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre considéré galiléen, on applique la 2ème loi de Newton :

$$\sum \vec{F} = m_B \cdot \vec{a}_G$$

Donc :

$$\vec{P} + \vec{F_A} + \vec{f} = m_B \cdot \vec{a}_G$$

Par projection suivant l'axe $(0,\vec{k})$:

$$P_z + F_{A_z} + f_z = m_B \cdot \frac{dv_z}{dt}$$

D'où :

$$m_B \cdot g - \rho_L \cdot V_B \cdot g - \mu \cdot v_z = m_B \cdot \frac{dv_z}{dt}$$

c'est-à-dire :

$$g\left(\frac{m_B - \rho_L V_B}{m_B}\right) - \frac{\mu}{m_B} \cdot v_z = \frac{dv_z}{dt}$$

Donc :

$$g\left(1 - \frac{\rho_L V_B}{\rho_B V_B}\right) - \frac{\mu}{m_B} \cdot v_z = \frac{dv_z}{dt}$$

Avec :

$$m_B = \rho_B \cdot V_B$$

D'où :

$$g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right) - \frac{\mu}{m_B} \cdot v_z = \frac{dv_z}{dt}$$

c'est-à-dire :

$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{\mu}{m_B} \cdot v_z = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

Alors :

$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot v_z = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

Avec :

$$\tau = \frac{m_B}{\mu}$$

2- Exploitation graphique

2-1

Graphiquement :

$$v_1 = 0{,}7\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

2-2

Graphiquement :

$$\tau = 0{,}1\,\mathrm{s}$$

2-3

On a :

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Application numérique :

$$a_0 = \frac{0{,}7 - 0}{0{,}1 - 0}$$

Alors :

$$a_0 = 7\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$$

3

On a :

$$\tau = \frac{m_B}{\mu} \quad \text{d'où} \quad \mu = \frac{m_B}{\tau} = \frac{5\times10^{-3}}{0{,}1}$$

Donc :

$$\mu = 5\times10^{-2}\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

Détermination de la masse volumique du liquide ρ_L

A l'etat initial :

$$v_0 = 0 \quad \text{et} \quad \left(\frac{dv}{dt}\right)_0 = a_0 = 7\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$$

On a :

$$a_0 + \frac{\mu}{m_B}\cdot v_0 = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

d'où :

$$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

c'est-à-dire :

$$\frac{a_0}{g} = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

d'où :

$$\frac{\rho_L}{\rho_B} = 1 - \frac{a_0}{g}$$

Donc :

$$\rho_L = \rho_B\left(1 - \frac{a_0}{g}\right)$$

Application numérique :

$$\rho_L = 5{,}526\times10^{3}\left(1 - \frac{7}{10}\right)$$

Donc :

$$\rho_L = 1{,}658\times10^{3}\,\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^{-3}$$

Partie 2 : Mouvement d'un système mecanique

1-1 Mouvement du cylindre

On a :

$$a_G = r \cdot \ddot{\theta}$$

Et :

$$\theta(t) = 20 \cdot t^2$$

Donc :

$$\ddot{\theta} = 40\,\mathrm{rad} \cdot \mathrm{s}^{-2}$$

Application numérique :

$$a_G = 0{,}1 \times 40$$

Alors :

$$a_G = 4\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$$

1-2 Distance parcourue

On a :

$$d = r \cdot \theta(t)$$

donc :

$$d = 0{,}1 \times 20 \cdot t^2$$

d'où :

$$d = 2 \cdot t^2$$

Application numérique :

$$d = 2 \times 2^2$$

Alors :

$$d = 8\,\mathrm{m}$$

2- Étude de la charge

- **Système étudié :** la charge C
- **Bilan des forces :**
  - $\vec{P}$: le poids
  - $\vec{R}$: la réaction du plan
  - $\vec{T}$: Tension du câble

En appliquant la $2^{\text{ème}}$ loi de Newton :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}_G$$

Par projection sur l'axe $(o, \vec{i})$:

$$P_x + R_x + T_x = m \cdot a_x$$

D'où :

$$-m \cdot g \cdot \sin\alpha + T = m \cdot a_x = m \cdot a_G$$

$$\vec{T} = m \cdot a_G + m \cdot g \cdot \sin\alpha$$

Étude du cylindre

- **Système étudié :** le cylindre
- **Bilan des forces :**
  - $\vec{P'}$: le poids
  - $\vec{R'}$: la réaction de l'axe de rotation
  - $\vec{T'}$: Tension du câble
  - M : moment moteur

En appliquant la RFD en rotation :

$$\sum M(\vec{F}) = J_\Delta \cdot \ddot{\theta}$$

$$M(\vec{P'}) + M(\vec{R'}) + M(\vec{T'}) + M = J_\Delta \cdot \ddot{\theta}$$

$$-T' \cdot r + M = J_\Delta \cdot \ddot{\theta}$$

c'est-à-dire :

$$T' = \frac{M - J_\Delta \cdot \ddot{\theta}}{r} = \frac{M}{r} - \frac{J_\Delta \cdot \ddot{\theta}}{r}$$

Avec :

$$a_G = r \cdot \ddot{\theta}$$

d'où :

$$\ddot{\theta} = \frac{a_G}{r}$$

Donc :

$$T' = \frac{M}{r} - \frac{J_\Delta \cdot a_G}{r^2}$$

Puisque le câble est inextensible :

$$T = T'$$

$$m \cdot a_G + m \cdot g \cdot \sin\alpha = \frac{M}{r} - \frac{J_\Delta \cdot a_G}{r^2}$$

Donc :

$$a_G\left(m + \frac{J_\Delta}{r^2}\right) + m \cdot g \cdot \sin\alpha = \frac{M}{r}$$

D'où :

$$a_G\left(\frac{J_\Delta + m \cdot r^2}{r^2}\right) + m \cdot g \cdot \sin\alpha = \frac{M}{r}$$

Alors :

$$M = \frac{a_G}{r} \cdot (J_\Delta + m \cdot r^2) + m \cdot g \cdot r \cdot \sin\alpha$$

Application numérique :

$$M = \frac{4}{0{,}1} \cdot (2 \times 10^{-2} + 100 \times 0{,}1^2) + 100 \times 10 \times 0{,}1 \times \sin 45^\circ$$

$$M = 111{,}51\,\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}$$

Realisé par youssef SEMHI contact : 0644127117 / 0708875223