

Corrigé Examen National Physique Chimie Sciences PC

2025 Normale

2ème année Baccalauréat - Sciences PC

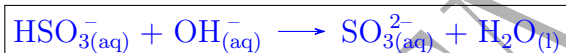
Réalisé par Youssef SEMHI
Contact 0644127117 / 0708875223

Exercice 1 : Chimie (7 points)

Partie 1 : Dosage d'une solution d'hydrogénosulfite de sodium

1-1. Équation de dosage (0,5 pt)

La réaction entre l'ion hydrogénosulfite (HSO_3^-) et l'hydroxyde de sodium (OH^-) est :



1-2. Calcul de C_A (0,75 pt)

À l'équivalence :

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$$
$$C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} = \frac{0,10 \times 9,6}{20,0} = 0,048 \text{ mol L}^{-1}$$

1-3. Déduction de C_q (0,25 pt)

La solution mère (S_b) est diluée 100 fois :

$$C_q = 100 \times C_A = 100 \times 0,048 = 4,80 \text{ mol L}^{-1}$$

1-4. Vérification de l'étiquette (0,75 pt)

Calcul de la concentration massique théorique :

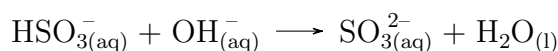
$$\text{Concentration massique} = C_q \times M(\text{NaHSO}_3) = 4,80 \times 104 = 499,2 \text{ g L}^{-1}$$

Comparaison avec l'étiquette (500 g L^{-1}) :

L'indication est vérifiée.

1-5. Constante d'équilibre K (0,75 pt)

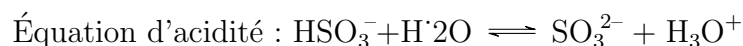
Pour la réaction de dosage :



Expression de K :

$$K = \frac{[\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-][\text{OH}^-]}$$

Relation avec K_a et K_e :



$$K_a(\text{HSO}_3^-) = \frac{[\text{SO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_3^-]}$$

$$\text{Produit ionique : } K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_e}{[\text{OH}^-]}$$

$$\text{Substitution dans } K_a : [\text{SO}_3^{2-}] = \frac{K_a \cdot [\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}{K_e}$$

$$\text{Finalement : } K = \frac{K_a}{K_e} = 10^{pK_e - pK_a}$$

Application numérique :

$$\begin{aligned} K &= \frac{10^{-7,2}}{10^{-14}} \\ &= 10^{-7,2+14} \\ &= 10^{6,8} \\ &= \boxed{6,31 \times 10^6} \end{aligned}$$

1-6. Concentration de la solution de sulfite à l'équivalence (0,75 pt)

À l'équivalence, tout HSO_3^- est converti en SO_3^{2-} :

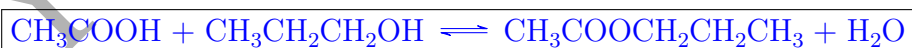
$$n(\text{SO}_3^{2-}) = n(\text{HSO}_3^-)_{\text{initial}} = C_A \cdot V_A = 0,048 \times 0,020 = 9,6 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Volume total } V_{\text{total}} = V_A + V_{BE} = 29,6 \text{ mL}$$

$$C_{\text{SO}_3^{2-}} = \frac{n(\text{SO}_3^{2-})}{V_{\text{total}}} = \frac{9,6 \times 10^{-4}}{0,0296} = \boxed{0,0324 \text{ mol.L}^{-1}}$$

Partie 2 : Suivi cinétique d'une estérification

2-1. Équation de la réaction et nom de l'ester (0,75 pt)



Nom de l'ester : Propanoate d'éthyle.

2-2. Identification de la courbe de l'expérience (3) (0,5 pt)

L'expérience (3) utilise un catalyseur (H_2SO_4), ce qui **accélère** la réaction. La courbe correspondante atteint donc l'équilibre plus rapidement. C'est la courbe (a).

2-3. Avancement final x_f (0,75 pt)

Vrai : L'avancement final x_f dépend uniquement des quantités initiales et de la constante d'équilibre, pas des conditions expérimentales (température ou catalyseur).

2-4. Temps de demi-réaction $t_{1/2}$ (0,75 pt)

Graphiquement, $t_{1/2}$ est le temps nécessaire pour atteindre $\frac{x_f}{2}$. Pour l'expérience (2) :

$t_{1/2} \approx 90 \text{ min}$ (exemple, à adapter selon le graphe).

2-5. Rendement de l'expérience (3) (0,5 pt)

$$\text{Rendement} = \frac{x_f}{n_{\max}} \times 100$$

Avec $n_{\max} = 0.200 \text{ mol}$ et $x_f = 0.133 \text{ mol}$ lu sur la courbe :

$$\text{Rendement} = 66\%$$

Exercice 2 : Désintégration du cadmium 107 (2,5 points)**1. Choix de l'affirmation juste (0,5 pt)**

- A **Faux** : Le noyau $^{107}_{48}\text{Cd}$ contient 48 protons ($Z=48$).
- B **Faux** : La désintégration est plus rapide quand λ est **grande** ($t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$).
- C **Vrai** : Les isotopes (même Z , N différent) sont alignés verticalement dans le diagramme (N, Z).
- D **Faux** : La cohésion est plus forte quand l'énergie de liaison **par nucléon** est grande.

Réponse correcte : C

2. Équation de désintégration (0,5 pt)

La désintégration est de type β^+ (émission d'un positron) :

**3. Étude cinétique****3-1. Relation entre a_1 et a_2 (0,5 pt)**

$$\begin{aligned} a(t) &= a_0 \cdot 2^{-t/t_{1/2}} \\ a_1 &= a_0 \cdot 2^{-2} = \frac{a_0}{4} \quad (t_1 = 2t_{1/2}) \\ a_2 &= a_0 \cdot 2^{-3} = \frac{a_0}{8} \quad (t_2 = 3t_{1/2}) \\ \Rightarrow a_2 &= \frac{a_1}{2} \end{aligned}$$

Démontré

3-2. Nombre de noyaux désintégrés N_d (0,5 pt)

$$\begin{aligned}
 N_d &= N(t_1) - N(t_2) \\
 &= \frac{a_0}{\lambda} (e^{-\lambda t_1} - e^{-\lambda t_2}) \\
 \text{Or } \lambda &= \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \text{ et } t_1 = 2t_{1/2}, t_2 = 3t_{1/2} \\
 N_d &= \frac{a_0 t_{1/2}}{\ln 2} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) \\
 &= \frac{a_0 t_{1/2}}{8 \ln 2}
 \end{aligned}$$

$$N_d = \frac{a_0 t_{1/2}}{8 \ln 2}$$

3-3. Énergie libérée E (0,5 pt)

a) Calcul du défaut de masse :

$$\Delta m = m({}_{48}^{107}\text{Cd}) - (m({}_{47}^{107}\text{Ag}) + m({}_{+1}^0 e))$$

$$\Delta m = 106,88045 - (106,87947 + 0,0005486) = 0,0004314 \text{ u}$$

b) Énergie par désintégration :

$$E_{\text{unit}} = 0,0004314 \times 931,49 = 0,4018 \text{ MeV}$$

c) Énergie totale entre t_1 et t_2 :

$$\begin{aligned}
 E &= N_d \times E_{\text{unit}} = \frac{1,25 \cdot 10^{12} \times 6,93 \times 3600}{8 \ln 2} \times 0,4018 \\
 E &\approx 2,24 \cdot 10^{15} \text{ MeV}
 \end{aligned}$$

$$E \approx 2,24 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$$

EXERCICE 3 : Électricité (5 points)**1. Charge d'un condensateur par une source de courant****1-1. Expression de $u_c(t)$ (0,5 pt)**

Pendant la charge, le courant I_0 est constant. La relation charge-tension pour un condensateur est :

$$q(t) = I_0 \cdot t \quad \text{et} \quad u_c(t) = \frac{q(t)}{C_0}$$

$$u_c(t) = \frac{I_0}{C_0} \cdot t$$

1-2. Vérification de $C_0 = 1 \mu\text{F}$ (0,5 pt)

D'après la figure 2, à $t = 10 \text{ s}$, $u_c = 10 \text{ V}$. En utilisant l'expression précédente :

$$C_0 = \frac{I_0 \cdot t}{u_c(t)} = \frac{1 \times 10^{-6} \times 10}{10} = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$C_0 = 1 \mu\text{F}$$

2. Décharge dans un dipôle RL**2-1. Équation différentielle (0,5 pt)**

Appliquons la loi des mailles :

$$u_c(t) = u_L(t) + u_R(t)$$

$$u_L(t) = L \frac{di}{dt}, \quad u_R(t) = Ri, \quad i = -C_0 \frac{du_c}{dt}$$

$$LC_0 \frac{d^2 u_c}{dt^2} + RC_0 \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

2-2. Exploitation de la courbe (figure 3)

2-2-1. Pseudopériode T (0,5 pt) : Mesure graphique entre deux maxima successifs.

$$T \approx 0.28 \text{ ms}$$

2-2-2. Signe de i entre t_A et t_B (0,5 pt) : La tension u_c diminue, donc $\frac{du_c}{dt} < 0$ et $i = -C_0 \frac{du_c}{dt} > 0$.

$$i > 0$$

2-3. Démonstration de $\frac{dE_T}{dt} = -ri^2$ (0,5 pt)

Expression de l'énergie totale :

$$E_T = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

Dérivation temporelle :

$$\begin{aligned} \frac{dE_T}{dt} &= C u_c \frac{du_c}{dt} + L i \frac{di}{dt} \\ &= u_c \underbrace{\left(C \frac{du_c}{dt} \right)}_{=-i} + L i \frac{di}{dt} \quad \text{Car } i = -C \frac{du_c}{dt} \end{aligned}$$

Alors :

$$\begin{aligned} \frac{dE_T}{dt} &= u_c(-i) + L i \frac{di}{dt} \\ &= -u_c i + L i \frac{di}{dt} \end{aligned}$$

Utilisation de l'équation différentielle du circuit :

$$u_c = L \frac{di}{dt} + ri \quad (\text{Loi des mailles})$$

$$\Rightarrow L \frac{di}{dt} = u_c - ri$$

Substitution finale :

$$\begin{aligned} \frac{dE_T}{dt} &= -u_c i + i \underbrace{(u_c - ri)}_{=L \frac{di}{dt}} \\ &= -\cancel{u_c i} + \cancel{u_c i} - ri^2 \\ &= \boxed{-ri^2} \end{aligned}$$

2-4. Énergie dissipée $|E_a|$ (0,5 pt)

Données :

$$C_0 = 1 \mu\text{F} = 1 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$U_0 = 10 \text{ V (tension initiale)}$$

$$u_c(t_A) = 7 \text{ V (nouvelle valeur)}$$

$$u_c(t_B) = 10.2 \text{ V (valeur finale)}$$

Calculs :

1. Énergie initiale à $t = 0$:

$$E_T(0) = \frac{1}{2} C_0 U_0^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times (10.2)^2 = 52.02 \mu\text{J}$$

2. Énergie à $t = t_A$:

$$E_T(t_A) = \frac{1}{2} C_0 u_c^2(t_A) = \frac{1}{2} \times 10^{-6} \times (7)^2 = 24.5 \mu\text{J}$$

3. Énergie dissipée entre $t = 0$ et $t = t_A$:

$$|E_a| = E_T(0) - E_T(t_A) = 52.02 - 24.5 = \boxed{27.52 \mu\text{J}}$$

3. Sélection et démodulation d'une onde AM

3-1. Rôle de l'étage 2 (0,25 pt)

L'étage 2 est un détecteur d'enveloppe pour extraire le signal modulant.

3-2. Calcul de C_1 (0,75 pt)

Résonance à la fréquence porteuse f_p :

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{4\pi^2 L f_p^2}$$

Avec $\pi^2 = 10$, $L = 2 \text{ mH}$, $f_p = 16 \text{ kHz}$:

$$C_1 = \frac{1}{4 \times 10 \times 2 \times 10^{-3} \times (16 \times 10^3)^2} \approx 0,49 \text{ nF}$$

$$\boxed{C_1 \approx 0,49 \text{ nF}}$$

3-3. Qualité de la démodulation (0,5 pt)

La condition pour une bonne démodulation est $RC \ll \frac{1}{f_s}$. Avec $R_0 = 1,5 \text{ k}\Omega$ et $C_0 = 1 \mu\text{F}$:

$$R_0 C_0 = 1,5 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 1,5 \text{ ms}, \quad \frac{1}{f_s} = 0,2 \text{ ms}$$

Non, car $R_0 C_0 > \frac{1}{f_s}$

EXERCICE 4 : Mécanique (5,5 points)**Partie 1****1. Expression de la force gravitationnelle (0,5 pt)**

La force gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite s'écrit dans la base de Frenet $(\vec{u}, \vec{n})$:

$\vec{F} = -\frac{Gm_T m_s}{(R_T + h)^2} \vec{u}$

où $\vec{u}$ est le vecteur unitaire radial dirigé vers l'extérieur.

2. Application de la 2ème loi de Newton**2-1. Mouvement circulaire uniforme (0,5 pt)**

En appliquant la 2ème loi de Newton dans le référentiel géocentrique galiléen :

$$\vec{F} = m_s \vec{a}$$

L'accélération dans un mouvement circulaire est purement centripète :

$$-\frac{Gm_T m_s}{(R_T + h)^2} \vec{u} = m_s \left(-\frac{v_s^2}{R_T + h} \vec{u} \right)$$

Simplification par m_s et $\vec{u}$:

$$\frac{Gm_T}{(R_T + h)^2} = \frac{v_s^2}{R_T + h}$$

Cette relation montre que v_s est constante $\Rightarrow$ Mouvement circulaire uniforme.

2-2. Norme de la vitesse v_s (0,75 pt)

De l'égalité précédente :

$$v_s^2 = \frac{Gm_T}{R_T + h} \Rightarrow v_s = \sqrt{\frac{Gm_T}{R_T + h}}$$

2-3. Troisième loi de Kepler (0,75 pt)

La période T est liée à la vitesse par :

$$v_s = \frac{2\pi(R_T + h)}{T}$$

En élevant au carré et en combinant avec l'expression de v_s^2 :

$$\frac{4\pi^2(R_T + h)^2}{T^2} = \frac{Gm_T}{R_T + h}$$

D'où :

$$\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_T} = k$$

3. Calcul de la masse m_T de la Terre (0,5 pt)

Avec $T = 52 \times 60 = 3120$ s et $R_T + h = 6380 + 1336 = 7716$ km = $7,716 \times 10^6$ m :

$$m_T = \frac{4\pi^2(R_T + h)^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2(7,716 \times 10^6)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (3120)^2}$$

$$m_T \approx 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

Partie 2**1. Équation différentielle du mouvement (0,5 pt)**

En appliquant la 2ème loi de Newton au solide (S) dans le référentiel terrestre galiléen :

$$\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow -Kx\vec{i} = m \frac{d^2x}{dt^2} \vec{i}$$

On obtient l'équation différentielle :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m}x = 0$$

2. Solution de l'équation différentielle**2-1. Détermination de T_0 , X_m et φ (0,75 pt)**

D'après la courbe $v_x(t)$ (figure 3) :

- **Période** $T_0 = 2$ s : Mesure entre deux maxima successifs de vitesse
- **Amplitude** X_m $X_m = \frac{v_{max}T_0}{2\pi} \approx 0,04$ m
- **Phase** φ : À $t = 0$, $x(0) = X_m$ et $v(0) = 0$
 $\Rightarrow \varphi = 0$

$$T_0 \approx 2 \text{ s}, \quad X_m \approx 0,04 \text{ m}, \quad \varphi = 0$$

2-2. Calcul de la raideur K (0,5 pt)

La pulsation propre est :

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow K = m \left(\frac{2\pi}{T_0} \right)^2$$

Avec $m = 0,250 \text{ kg}$, $T_0 = 2 \text{ s}$ et $\pi^2 = 10$:

$$K = 0,250 \times \left(\frac{2\sqrt{10}}{2} \right)^2 \approx 0,250 \times 40 = \boxed{2.5 \text{ N/m}}$$

3. Variation d'énergie potentielle (0,75 pt)

L'énergie potentielle élastique est :

$$E_p(t) = \frac{1}{2} K x^2(t) = \frac{1}{2} K X_m^2 \cos^2(\pi t)$$

Calcul aux instants :

— À $t_1 = 1 \text{ s}$:

$$x(1) = -X_m \Rightarrow E_p(1) = \frac{1}{2} \times 2,5 \times (0,04)^2 = 0,002 \text{ J}$$

— À $t_2 = 2,5 \text{ s}$:

$$x(2,5) = 0 \Rightarrow E_p(2,5) = 0 \text{ J}$$

Variation :

$$\Delta E_p = \frac{1}{2} K X_m^2 = \boxed{2 \text{ mJ}}$$