Correction National PC 2021 www.pc1.ma

Chimie (7pts)

Partie 1 : Etude cinétique d'une réaction chimique

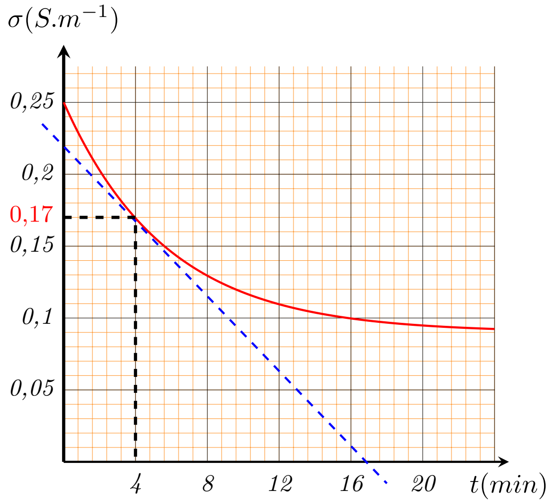
1. Tableau d'avancement :

Équation de la réaction		$CH_3COOC_2H_{5(aq)}$ +	$HO^-_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$CH_3COO^-_{(aq)}$ +	$C_2H_5OH_{(aq)}$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière en mol			
État initial	0	en excès	$n_0(HO^-)$	0	0
É. Final	en excès	en excès	$n_0(HO^-) - x_f$	x_f	x_f

L'avancement final x_f : $n_0(HO^-) - x_{max=0} \Rightarrow x_{max} = n_0(HO^-) \Rightarrow$ A.N : $\boxed{x_{max} = 10^{-3}\,mol}$

2. Suivi temporel de la transformation

2.1 Temps de temi-réaction $t_{1/2}$: Durée au bout de laquelle l'avancement x arrive à la moitié de sa valeur finale $x_{1/2} = \dfrac{x_f}{2}$



2.2 On a : $\sigma_{1/2} = 0,25 - 160.x_{1/2} \Rightarrow \sigma_{1/2} = 0,25 - 160.\dfrac{x_f}{2}$

$\Rightarrow \boxed{\sigma_{1/2} = 0,17\,S.m^{-1}}$

Cette valeur correspond à $\boxed{t_{1/2} = 4\,min}$

2.3 Vitesse volumique de la réaction :

On a : $v = \dfrac{1}{V_0}.\dfrac{dx}{dt}$ et $\sigma = 0,25 - 160.x \Rightarrow x = \dfrac{0,25-\sigma}{160}$

, On remplace dans l'expression de la vitesse de réaction :

$\boxed{v = -\dfrac{1}{160.V_0}.\dfrac{d\sigma}{dt}}$

2.4 vitesse de la réaction v_1 à $t_1 = 4\,min$: $v_1 = -\dfrac{1}{160.100.10^{-6}} \times \dfrac{0,22-0}{0-16,8}$

$\Rightarrow \boxed{v_1 = 0,82\,mol.m^{-3}.min^{-1}}$

Partie 2 : Etude d'une solution aqueuse d'un acide carboxylique

1. **Dosage de l'acide carboxylique** :

1.1 Réaction de dosage : $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

1.2 Graphiquement : $\boxed{pH_E = 8,8}$ $\boxed{V_{bE} = 20\,mL}$

1.3 Concentration C_a :

à l'équivalence : $C_a.V_a = C_b.V_{bE} \Rightarrow C_a = \dfrac{C_b.V_{bE}}{V_a}$ A.N : $\boxed{C_a = 10^{-1}\,mol.L^{-1}}$

2. **Identification de l'acide carboxylique** :

2.1 Equation de réaction de l'acide avec l'eau : $AH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

2.2 Taux d'avancement final : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \boxed{\tau = \dfrac{[H_3O^+]}{C} = \dfrac{10^{-pH}}{C}}$ A.N : $\boxed{\tau \approx 1,32\%}$

2.3 Quotient de réaction à l'équilibre : on a : $[H_3O^+] = C.\tau$ et $[AH] = C - \dfrac{x_f}{V} = C - [H_3O^+]$

$Q_{r,eq} = \dfrac{[A^-].[H_3O^+]}{[AH]} = \dfrac{[H_3O^+]^2}{[AH]} = \dfrac{C^2.\tau^2}{C - C.\tau} \Rightarrow \boxed{Q_{r,eq} = \dfrac{C.\tau}{1-\tau}}$ AN $\boxed{Q_{r,eq} = 1,77.10^{-5}}$

2.4 L'acide carboxylique étudié :

On a : $Q_{r,eq} = K_A$ Donc : $pK_A = -\log K_A = -\log Q_{r,eq} \Rightarrow \boxed{pK_A = 4,75}$

$\Rightarrow$ L'acide étudié est : CH_3COOH/CH_3COO^-

3. Volume V_{b1} versé :

On a : $pH = pK_A + \log\dfrac{[A^-]}{[AH]} = pK_A + \log\dfrac{1}{2,24} \Rightarrow \boxed{pH \approx 4,4}$

Cette valeur correspont, d'après la courbe de dosage, au volume $\boxed{V_{b1} = 6\,mL}$

Physique (13pts)

Exercice 1 : Propagation des ondes lumineuses

1. La lumière blanche est **polychromatique**.
2. Prisme

   2.1 Fréquence de la radiation jaune : $\nu_j = \dfrac{c}{\lambda_{0j}}$ A.N $\boxed{\nu_j = 5,093.10^{14}\,\text{Hz}}$

   2.2 Célérités : Pour le rayon jaune : $n = \dfrac{\lambda_0}{\lambda} = \dfrac{c}{v} \Rightarrow v_j = \dfrac{\lambda_j}{\lambda_{0j}}.c$ A.N $\boxed{v_j = 1,81.10^8\,\text{m.s}^{-1}}$

   Pour le rayon rouge : $v_r = \lambda_r.\nu_r$ A.N $\boxed{v_r = 1,85.10^8\,\text{m.s}^{-1}}$

   2.3 Phénomène de **dispersion**
3. Diffraction

   3.1 On a : $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ et $\tan\theta \approx \theta = \dfrac{L}{2D} \Rightarrow \boxed{L = \dfrac{2.\lambda.D}{a}}$

   3.2 L'équation de la courbe : $L = k.D$ et $L = \dfrac{2.\lambda}{a}.D$

   La pente : $k = \dfrac{2.\lambda}{a} \Rightarrow \lambda = \dfrac{k.a}{2} \Rightarrow \boxed{\lambda = 600\,\text{nm}}$ (car $k = 0,02$)

   3.3 Diamètre du cheveu : On a : $\dfrac{\lambda}{d} = \dfrac{L_1}{2.D_1} \Rightarrow \boxed{d = \dfrac{2.\lambda.D_1}{L_1}}$ A.N $\boxed{d = 0,08\,\text{mm}}$

Exercice 2 : Nucléaire

1. équation de désintégration : ${}^{238}_{94}P \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{4}_{2}He$

   D'après les lois de Soddy : $\begin{cases} 238 = A + 4 \\ 92 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 234 \\ Z = 92 \end{cases} \Rightarrow \boxed{{}^{238}_{94}P \longrightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{4}_{2}He}$
2. Décroissance radioactive :

   2.1 Temps de demi-vie graphiquement : $\boxed{t_{1/2} = 88\,\text{ans}}$

   2.2 Constante radioactive : $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}} \Rightarrow \boxed{\lambda \approx 7,88.10^{-3}\,\text{ans}^{-1}}$

   2.3 Nombre N_0 de noyaux plutonium :

   On a : $a_0 = \lambda.N_0 \Rightarrow \boxed{N_0 = \dfrac{a_0}{\lambda}}$ A.N $\boxed{N_0 = 4.10^{20}}$
3. Durée maximale t_{max} du fonctionnement efficace du similateur cardiaque :

   On a : $a_{max} = a_0.e^{-\lambda.t_{max}}$ et $a_{max} = (1 - 0,30).a_0$ Donc : $0,70.a_0 = a_0.e^{-\lambda.t_{max}}$

   $\ln 0,7 = -\lambda.t_{max} \Rightarrow \boxed{t_{max} = \dfrac{1}{\lambda}.\ln\dfrac{1}{0,7}}$ A.N $\boxed{t = 45,26\,\text{ans}}$

1 Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

1. On applique la loi d'additivité des tensions : $\boxed{u_R + u_C = E}$

   D'après la loi d'ohm : $\boxed{u_R = R.i}$

   On a : $i = \dfrac{dq}{dt}$ et $q = C.u_C$ donc : $i = C.\dfrac{du_C}{dt}$ c'est à dire $\boxed{u_R = RC.\dfrac{du_C}{dt}}$

   $\boxed{RC.\dfrac{du_C}{dt} + u_C = E} \Rightarrow$ finalement : $\boxed{\dfrac{du_C}{dt} = -\dfrac{1}{RC}u_C + \dfrac{E}{RC}}$
2. La courbe de **la figure 2** est une fonction affine de coefficient directeur

   $k = -\dfrac{1}{RC} = \dfrac{1000 - 0}{0 - 12}$

   $\Rightarrow -\dfrac{1}{RC} = -\dfrac{1000}{12} \Rightarrow C = \dfrac{12}{1000.R} \Rightarrow$ A.N : $\boxed{C = 12\,\mu F}$

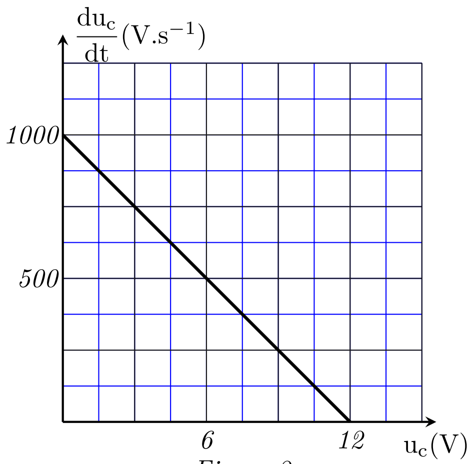


Figure 2

2 Oscillations électriques non amorties dans un circuit LC

1. le régime mis en évidence par la courbe de la figure 4 est le régime **périodique**.
2. ⋆ D'après la loi d'additivité des tensions : $\boxed{u_L + u_C = 0}$ ♣

   ⋆ Puisque $q = Cu_c \;\Rightarrow\; u_c = \dfrac{q}{c}$ et $u_L = L.\dfrac{di}{dt} \;\Rightarrow\; u_L = L.\dfrac{d^2q}{dt^2}$

   On remplace les deux expressions dans (♣) et on trouve : $\boxed{\dfrac{d^2q}{dt^2} + \dfrac{1}{LC}.q = 0}$
3. On a : $q(t) = Q_m.\cos(\dfrac{2.\pi}{T_0}.t)$ donc : $\dfrac{dq}{dt} = -Q_m.\dfrac{2.\pi}{T_0}.\sin(\dfrac{2.\pi}{T}.t)$

   $$\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dq}{dt}\right) = \frac{d}{dt}\left(-Q_m.\frac{2.\pi}{T_0}.\sin(\frac{2.\pi}{T_0}.t)\right) = -Q_m.\frac{4.\pi^2}{T_0^2}.\cos(\frac{2.\pi}{T}.t) = -\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2.q(t)$$

   On remplace dans l'équation différentielle : $\left(-\dfrac{2.\pi}{T_0}\right)^2.q(t) + \dfrac{1}{LC}.q(t) = 0$ c'est à dire : $\left(\dfrac{2.\pi}{T_0}\right)^2 = \dfrac{1}{LC}$ Donc :

   $$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$$
4. Graphiquement : $T_0 = 21\,ms$
5. On a : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \;\Rightarrow\; L = \dfrac{1}{C}\left(\dfrac{T_0}{2\pi}\right)^2 \;\Rightarrow\;$ A.N : $L = \dfrac{1}{12\times10^{-6}} \times \left(\dfrac{21\times10^{-3}}{2\pi}\right)^2$ A.N $\boxed{L \simeq 0,92\,H}$

3 Modulation d'amplitude d'un signal

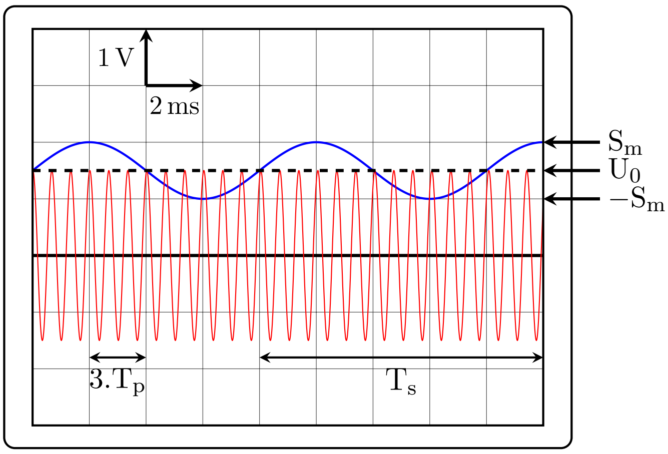
1. La modulation d'amplitude consiste à faire varier l'amplitude d'un signal de fréquence élevée (porteuse) en fonction d'un signal de basse fréquence (information).
2. Graphiquement :

   2.1 Fréquences F_p et f_s : $3.T_p = 2\,ms \;\Rightarrow\; T_p = \dfrac{2}{3}\,ms$

   $\Rightarrow \boxed{F_p = \dfrac{1}{T_p} = 1500\,Hz}$

   $T_s = 4\times 2\,ms \;\Rightarrow\; \boxed{f_s = \dfrac{1}{T_s} = 125\,Hz}$

   2.2 La valeur de S_m et de U_0 : $\boxed{S_m = 0,5\,V}$ et $\boxed{U_0 = 1,5\,V}$



3. Le taux de modulation : $m = \dfrac{S_m}{U_0}$ A.N $\boxed{m = \dfrac{S_m}{U_0} = 0,33}$

   ⋆ $m < 1$ et $F_p >> f_s$, la modulation est de **bonne qualité**.

4 Mécanique : chute verticale dans l'air

1. **Phase 1 : parachute fermé.**

   1.1 La figure 2 est une fonction linéaire s'écrit sous la forme : $\boxed{v(t) = at}$ tel que **a** est le coefficient directeur (accélération) .

   $\boxed{a = \dfrac{10-0}{1-0} = 10\,m.s^{-2} = Cte}$ $\Rightarrow$ Le mouvement est rectiligne **uniformément varié**.

   1.2 Puisque $a_G = g = 10\,m.s^{-2}$.

   $\Rightarrow$ Donc le mouvement peut être considéré comme une **chute libre**.

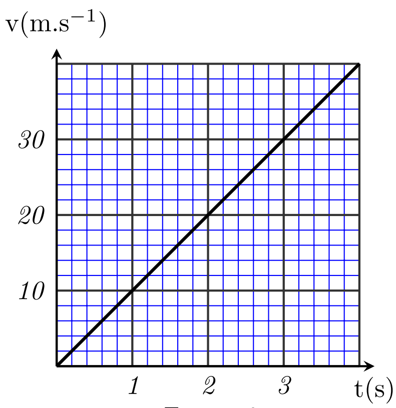


Figure 2

2. **Phase 2 : parachute ouvert.**

   2.1 Le système étudié : **parachutiste**

   Les forces appliquées sur le système :

   - $\vec{P}$: Le poids.
   - $\vec{F}$: Force de frottement.

   ⋆ On applique le deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \Longrightarrow \vec{F} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$

   ⋆ la projection selon l'axe (Oz) : $P - F = m.a_G \quad \Rightarrow \quad mg - \alpha v^2 = m\dfrac{dv}{dt} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\dfrac{dv}{dt} + \dfrac{\alpha}{m}v^2 = g}$

   $\Rightarrow$ C'est l'équation différentielle vérifiée par la vitesse.

   2.2 Régime permanent : $\dfrac{dv}{dt} = 0$ et $v = v_\ell$, l'équation différentille devient : $\dfrac{\alpha}{m}v_\ell^2 = g \Rightarrow \boxed{v_\ell = \sqrt{\dfrac{g.m}{\alpha}}}$

   2.3 Graphiquement $v_\ell = 5\,m.s^{-1}$

   2.4 D'aprés la question **2.2** : $\alpha = \dfrac{mg}{v_\ell^2} \Rightarrow$ A.N : $\boxed{\alpha = 40\,kg.m^{-1}}$

3. On a : $h = d_{phase1} + d_{r.initial} + d_{r.permanent}$

⋆ Pendant la phase 1 : $d_{phase1} = \dfrac{1}{2}gt_1^2$ (**équation horaire de mouvement d'une chute libre verticale**).

$\Rightarrow$ A.N : $\boxed{d_{phase1} = \dfrac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80\,m}$

⋆ Pendant le régime permanent (La phase 2) :
la durée Δt_2 de cette phase est : $\Delta t_2 = 70 - 4 - 30 = 36\,s$. D'où la distance $d_{r.permanent}$ parcurue dans ce régime est :
$\boxed{d_{r.permanent} = v_\ell \times \ t_2 = 5 \times 36 = 180\,m}$

⋆ Donc la distance $d_{r.initial}$ parcourue par G durant le régime initial de la phase 2 est :

$$\boxed{\boxed{d_{r.initial} = h - d_{phase1} - d_{r.permanent} = 660 - 80 - 180 = 400\,m}}$$

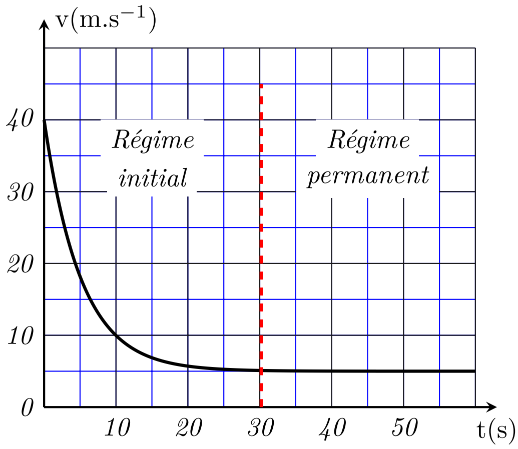


Figure 3