تصحيح الامتحان الوطني الدورة الاستدراكية 2022
مادة الفيزياء مسلك علوم الحياة والأرض

CHIMIE (7 points)

1. Etude de la solution d'acide méthanoïque

1.1. L'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau :

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

1.2. Montrons que $[H_3O^+]_{éq} = 8{,}15.10^{-4}\ mol/L$:

D'après la définition de la conductivité :

$$\sigma_1 = [H_3O^+]_{éq}.\lambda_{H_3O^+} + [HCOO^-]_{éq}.\lambda_{HCOO^-} = [H_3O^+]_{éq}.\lambda_1 + [HCOO^-]_{éq}.\lambda_2$$

D'après le tableau d'avancement :

$$[H_3O^+]_{éq} = [HCOO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_1}$$

$$\sigma_1 = [H_3O^+]_{éq}.\lambda_1 + [HCOO^-]_{éq}.\lambda_2 = [H_3O^+]_{éq}(\lambda_1 + \lambda_2)$$

$$[H_3O^+]_{éq} = \frac{\sigma_1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

$$[H_3O^+]_{éq} = \frac{33\ mS.m^{-1}}{(35 + 5{,}5)mS.m^2.mo^{-1}} = 0{,}814\ mol/m^3$$

$$[H_3O^+]_{éq} = 0{,}814.10^{-3}\ mol/L \Longrightarrow [H_3O^+]_{éq} = 8{,}15.10^{-4}\ mol/L$$

Calcul du taux d'avancement τ_1 :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$HCOOH_{(aq)}$	+ $H_2O_{(l)}$	$\rightleftarrows$	$HCOO^-_{(aq)}$	+ $H_3O^+_{(aq)}$
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)				
Initial	0	$C_1.V_1$	وفير	--	0	0
intermédiaire	x	$C_1.V_1 - x$	وفير	--	x	x
Etat d'équilibre	$x_{éq}$	$C_1.V_1 - x_{éq}$	وفير	--	$x_{éq}$	$x_{éq}$

On a : $$\tau_1 = \frac{x_{éq}}{x_{max}}$$

L'eau est utilisée en excès le réactif limitant est l'acide on écrit : $C_1.V_1 - x_{max} = 0$

$$x_{max} = C_1.V_1$$

D'après le tableau d'avancement : $[H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_1} \Leftrightarrow x_{éq} = [H_3O^+]_{éq}.V_1$

$$\tau_1 = \frac{[H_3O^+]_{éq}.V}{C_1.V_1} = \frac{[H_3O^+]_{éq}}{C_1}$$

$$\tau_1 = \frac{8{,}15.10^{-4}}{5.10^{-3}} = 0{,}163 \Longrightarrow \tau_1 = 16{,}3\ \%$$

-Conclusion : $\tau_1 < 1$ donc la réaction est limitée.

1.4. Montrons que $Q_{r_1,éq} = 1{,}59.10^{-4}$:

On a : $$Q_{r_1,éq} = \frac{[HCOO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HCOOH]_{éq}}$$

$$[H_3O^+]_{éq} = [HCOO^-]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V_1}$$

$$[HCOOH]_{éq} = \frac{C_1.V_1 - x_{éq}}{V_1} = C_1 - \frac{x_{éq}}{V_1} = C_1 - [H_3O^+]_{éq}$$

$$Q_{r_1,éq} = \frac{[H_3O^+]_{éq}{}^2}{C_1 - [H_3O^+]_{éq}}$$

$$Q_{r_1,éq} = \frac{(8{,}15.10^{-4})^2}{5.10^{-3} - 8{,}15.10^{-4}} \Longrightarrow Q_{r_1,éq} = 1{,}59.10^{-4}$$

1.5. La valeur de $Q_{r_2,éq}$ après dilution :

Sachant que la valeur de quotient d'équilibre est indépendante de la température, on écrit :

$$Q_{r_2,éq} = Q_{r_1,éq} = 1{,}59.10^{-4}$$

2. Exploitation du critère d'évolution

2.1. La valeur du $Q_{r,i}$:

Equation de la réaction : $HNO_{2\,(aq)} + HCOO^-_{(aq)} \rightleftarrows NO_2^-{}_{(aq)} + HCOOH_{(aq)}$

$$Q_{r,i} = \frac{[NO_2]_i.[HCOOH]_i}{[HNO_2]_i.[HCOO^-]_i} = \frac{\frac{n_3}{V}.\frac{n_4}{V}}{\frac{n_1}{V}.\frac{n_2}{V}} = \frac{n_3.n_4}{n_1.n_2}$$

$$Q_{r,i} = \frac{3.10^{-2} \times 1{,}5.10^{-2}}{1{,}5.10^{-2} \times 3.10^{-2}} \Longrightarrow Q_{r,i} = 1$$

2.2. Montrons que $K = 10^{3{,}8-3{,}2}$:

$$K = Q_{r,éq} = \frac{[NO_2]_{éq}.[HCOOH]_{éq}}{[HNO_2]_{éq}.[HCOO^-]_{éq}}.\frac{[H_3O^+]_{éq}}{[H_3O^+]_{éq}}$$

$$K = \frac{[NO_2]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HNO_2]_{éq}}.\frac{[HCOOH]_{éq}}{[HCOO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}$$

$$K = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}} = \frac{10^{-pK_{A_1}}}{10^{-pK_{A_2}}} = 10^{pK_{A_2}-pK_{A_1}}$$

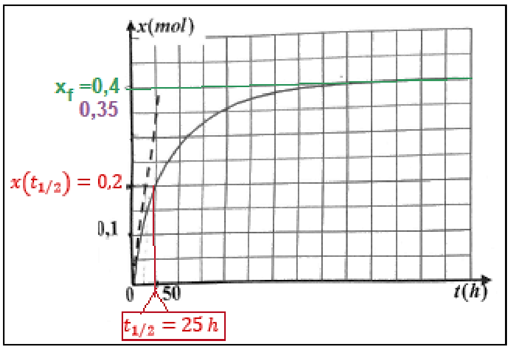
- Calcul de K:

$$K = 10^{3{,}8-3{,}2} = 3{,}98$$

2.3. Le sens dans lequel évolue spontanément le système chimique :

On : $Q_{r,i} = 1$ et $K = 3{,}98$ donc : $Q_{r,i} < K$ le système chimique évolue spontanément dans le sens direct (sens (1)).

3- Suivi temporel d'une réaction chimique



3.1. La détermination graphique :

a. La valeur de l'avancement final x_f :

D'après le graphe $x = f(t)$, on a : $x_f = 0{,}4\ \text{mol}$

b. La valeur de temps de demi-réaction $t_{1/2}$:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} = \frac{0{,}4}{2} = 0{,}2\ \text{mol}$$

On projette l'ordonnée $0{,}2\ \text{mol}$ sur le graphe $x = f(t)$ on trouve: $t_{1/2} = 25\ \text{h}$.

c. La valeur de vitesse volumique à $t_0 = 0$:

D'après la définition de la vitesse volumique : $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$

$$v\ (t = 0) = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{t=0}$$

$$v\ (t = 0) = \frac{1}{88.10^{-3}\ \text{L}} \times \frac{(0{,}35 - 0)\text{mol}}{(25 - 0)\text{h}} 0{,}159\text{mol}.\text{L}^{-1}.\text{h}^{-1} \Rightarrow v\ (t = 0) \simeq 0{,}16\ \text{mol}.\text{L}^{-1}.\text{h}^{-1}$$

3.2. Interprétation de la variation de la vitesse volumique de la réaction :

La vitesse volumique diminue progressivement au cours du temps à cause de la diminution des concentrations des réactifs.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (3,5 points) Propagation des ondes

1. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde sonore

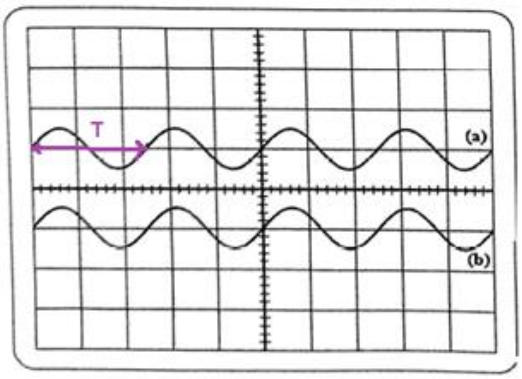


figure 2

1.1. Détermination de la valeur de la fréquence N :

Graphiquement la période T :

$$T = 0{,}2\ \text{ms/div} \times 2{,}5\ \text{div} = 0{,}5\ \text{ms}$$

$$T = 5.10^{-4}\ \text{s}$$

$$N = \frac{1}{T} \Rightarrow N = \frac{1}{5.10^{-4}} \Rightarrow N = 2.10^{3}\ \text{Hz}$$

1.2. Détermination de la longueur d'onde λ :

Le signal (a) apparait pour la première fois en phase le signal (b), on écrit :

$$x_2 - x_1 = \lambda \Longrightarrow \lambda = 36{,}7 - 20 = 16{,}7 \text{ cm}$$

$$\lambda = 1{,}67.10^{-1} \text{ m}$$

1.3. Détermination de la vitesse de propagation V :

$$V = \lambda . N \Longrightarrow V = 1{,}67.10^{-1} \times 2.10^{3} \Longrightarrow V = 334 \text{ m.s}^{-1}$$

2. Identification d'un milieu dispersif

2.1. Détermination de la fréquence de la radiation bleue ν_b :

$$c = \lambda_{0b} . \nu_b \Longrightarrow \nu_b = \frac{c}{\lambda_{0b}}$$

$$\nu_b = \frac{3.10^{8}}{589.10^{-9}} \Longrightarrow \nu_b = 5{,}09.10^{14} \text{ Hz}$$

2.2. La relation entre n ; λ ; ν et c :

On a : $n = \frac{c}{V}$ avec : $V = \lambda . \nu$

$$n = \frac{c}{\lambda . \nu}$$

2.3. Indication des milieux dispersifs :

Les milieux dispersifs sont : le verre de crown et le verre de flint, car l'indice de réfraction dépend du couleur de radiation (donc de sa fréquence) selon la relation :

$$n = \frac{c}{\lambda . \nu}$$

Remarque : l'air n'est pas dispersif car son indice de diffraction ne dépend pas de la fréquence de la radiation.

2.4. Détermination de la longueur d'onde λ_b :

$$n_c = \frac{\lambda_{0b}}{\lambda_b} \Longrightarrow \lambda_b = \frac{\lambda_{0b}}{n_c}$$

$$\lambda_b = \frac{589 \text{ nm}}{1{,}666} \Longrightarrow \lambda_b = 353{,}54 \text{ nm}$$

Exercice 2 (5,5 points) Comportement d'un condensateur dans un circuit électrique

Partie 1 : Comportement du condensateur dans la situation (a)

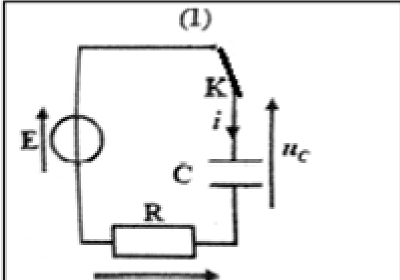


Figure 1

1. L'intérêt du montage :

La charge du condensateur.

2. Montrons l'expression de l'intensité du courant :

D'après la loi d'additivité des tensions : $u_R + u_C = E$

D'après la loi d'ohm : $u_R = R.i$, on a : $q = C.u_C \iff u_C = \frac{q}{C}$

$$R.i + \frac{q}{C} = E \Rightarrow R.i = -\frac{q}{C} + E$$

$$i = -\frac{1}{R.C}.q + \frac{E}{R}$$

3. En exploitant le graphe de la figure (2), déterminons :

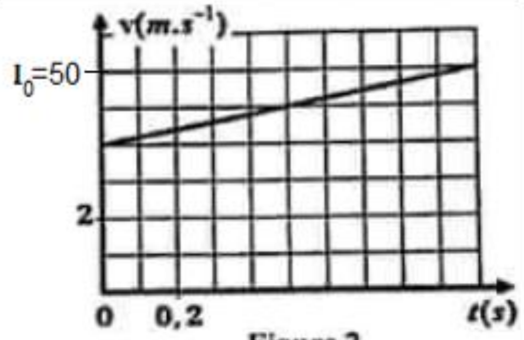


Figure 2

a. L'intensité maximale I_0 du courant :

D'après la figure 2 à $t_0 = 0$, on a : $I_0 = 50\ \text{mA}$

b. La f.e.m E :

A $t_0 = 0$, on a : $q = 0$

D'après la question 2- l'expression de I_0 :

$$I_0 = \frac{E}{R} \Rightarrow E = R.I_0$$

$$E = 100 \times 50.10^{-3} \Rightarrow E = 5\ \text{V}$$

c. La constant de temps τ :

La courbe $i = f(t)$ est une fonction affine son équation s'écrit : $i = a.q + b$

$$i = -\frac{1}{R.C}.q + \frac{E}{R}$$

Avec : $a = -\frac{1}{RC}$ et $b = \frac{E}{R}$

a le coefficient directeur : $a = \frac{\Delta i}{\Delta q} = \frac{(50-40).10^{-3}A}{(0-0{,}1).10^{-3}C} = -100\ A.C^{-1}$

$$\tau = RC = -\frac{1}{a} = -\frac{1}{-100} \Rightarrow \tau = 10^{-2}\ s$$

d. La charge maximale Q_{max} du condensateur :

Quand la charge du condensateur atteint sa valeur maximale l'intensité du courant s'annule et la relation $(i = -\frac{1}{R.C}.q + \frac{E}{R})$ s'écrit :

$$0 = -\frac{1}{R.C}.\,Q_{max} + \frac{E}{R}$$

$$\frac{1}{\tau}.\,Q_{max} = \frac{E}{R} \quad \Rightarrow \quad Q_{max} = \frac{\tau.E}{R}$$

$$Q_{max} = \frac{10^{-2} \times 5}{100} = 5.10^{-4}\ C \ \Rightarrow \ Q_{max} = 0{,}5\ mC$$

www.svt-assilah.com

Partie 2 : Comportement du condensateur dans la situation (b)

1. Le nom du régime d'oscillations du graphe de la figure (3) :

Régime pseudopériodique.

2. Explication du point de vue énergique le régime d'oscillations :

L'amplitude des oscillations diminue au cours de temps, ce qui résulte la diminution de l'énergie totale du circuit à cause de la dissipation de d'énergie par effet joule dans le conducteur ohmique de résistance R'.

3.1. Montrons l'expression de C :

Quand la tension u_C est maximale, la valeur du courant électrique i est nulle.

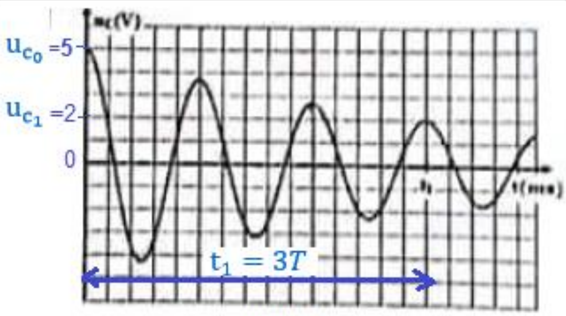


Figure 3

A $t_0 = 0$ on a : $u_c(t_0) = u_{c_0} = E$ l'énergie totale du circuit est égale à l'énergie électrique.

$$\xi_0 = \xi_{e_0} + \underbrace{\xi_{m_0}}_{=0} = \frac{1}{2}Cu_{c_0}^2 = \frac{1}{2}C.E^2$$

A $t_1 = 0$ on a : $u_c(t_1) = u_{c_1}$ l'énergie totale du circuit est égale à l'énergie électrique.

$$\Delta\xi = \xi_1 - \xi_0 = \frac{1}{2}Cu_{c_1}^2 - \frac{1}{2}C.E^2 = \frac{1}{2}C(u_{c_1}^2 - E^2)$$

$$\mathbf{C = \frac{2\Delta\xi}{u_{c_1}^2 - E^2}}$$

- Calcul de la valeur de C :

D'après la figure **3**, on a : $u_{c_1} = u_c(t_1) = 2\ V$

$$C = \frac{2 \times (-10{,}5.10^{-4})}{2^2 - 5^2} = 10^{-4}\ F = 100.10^{-6}\ F \ \Rightarrow C = 100\ \mu F$$

3.2. Détermination de la valeur de C_0 :

Les deux condensateurs identiques sont montés en parallèles la capacité équivalente :

$$C = C_0 + C_0 = 2C_0$$

$$C_0 = \frac{C}{2} \Rightarrow C_0 = \frac{100}{2} \Rightarrow C_0 = 50\mu F$$

3.3. Détermination de la valeur de L :

D'après la figure 3 l'instant t_1 représente 3 fois la pseudo-période : $t_1 = 3T \Leftrightarrow T = \frac{t_1}{3}$

$$T = \frac{188\ ms}{3} = 62{,}67\ ms$$

On a : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T_0^2 = 4\pi^2 LC \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$

$$T = T_0 = 62{,}67.10^{-3}$$

$$L = \frac{(62{,}67.10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 100.10^{-6}} \Rightarrow L = 0{,}98\ H$$

Exercice 3 (4 points) mouvement d'un solide sur un plan incliné

1. Montrons la relation : $\frac{d^2x_G}{dt^2} = g.\sin\alpha - \frac{f}{m}$

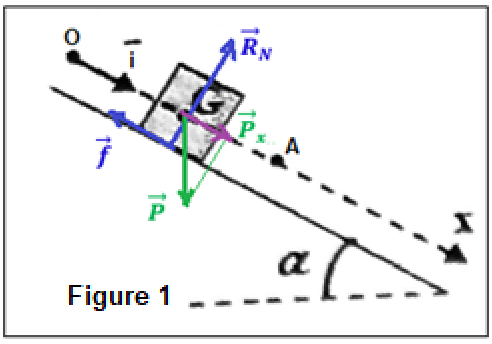


Figure 1

Le système étudié : {le solide (S)}

Bilan des forces :

$\vec{P}$: poids de (s) ;

$\vec{R}$: réaction du plan incliné. Le contact se fait avec frottement : $\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N$

On applique la deuxième loi de Newton dans un repère lié à la Terre :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$$

Projection sur l'axe $(O, \vec{i})$:

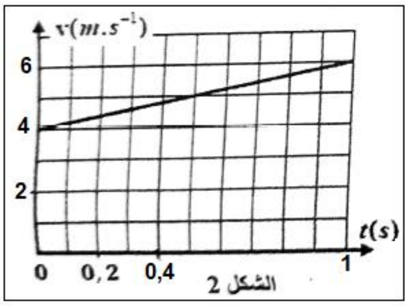
$$P_x + R_x = m.a_x$$

$$\sin\alpha = \frac{P_x}{P} \Rightarrow P_x = P.\sin\alpha = m.g.\sin\alpha \ ;\ R_x = -f \ ;\ a_x = \frac{d^2x_G}{dt^2}$$

$$m.g.\sin\alpha - f = m.\frac{d^2x_G}{dt^2}$$

$$\frac{d^2x_G}{dt^2} = g.\sin\alpha - \frac{f}{m}$$

2.1. Détermination graphique de la valeur de a_G :



La courbe $V = f(t)$ de la figure 2 s'écrit : $V = a_G.t + V_0$

Le coefficient directeur a_G représente l'accélération :

$$a_G = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(6-4)m.s^{-1}}{(1-0)s} \Rightarrow a_G = 2\ m.s^{-2}$$

-Détermination graphique de la valeur de V_0:

Graphiquement à $t_0 = 0$ la vitesse initiale est $V_0 = 4\ m.s^{-1}$

2.2. L'équation horaire $x(t)$ du mouvement du G :

L'équation de la vitesse s'écrit : $V = \frac{dx}{dt} = a_G.t + V_0$ par intégration, on obtient :

$$x(t) = \frac{1}{2}.a_G.t^2 + V_0.t + \underbrace{x_0}_{=0}$$

$$x(t) = \frac{1}{2} \times 2\,t^2 + 4t + 0 \Longrightarrow x(t) = t^2 + 4t$$

2.3. Calcul de f :

D'après la question 1 :

$$a_G = g.\sin\alpha - \frac{f}{m} \Longrightarrow \frac{f}{m} = g.\sin\alpha - a_G \Longrightarrow f = m(g.\sin\alpha - a_G)$$

$$f = 0{,}5 \times [10\sin(20°) - 2] \Longrightarrow f = 0{,}71\ N$$

3.1. Détermination de la nature du mouvement de G :

Au passage du solide par A on suprime la force de frottement ($f = 0$) l'expression de l'accélération s'écrit : $a_G = g.\sin\alpha = Cte$.

La trajectoire est rectiligne et l'accélération de G est constante donc le mouvement de G est rectiligne uniformément varié (accéléré).

3.2. Déterminer :

a. La valeur de la distance AB :

$$a_G = \frac{dV}{dt} = g.\sin\alpha \xrightarrow{\text{تكامل}} V = \frac{dx}{dt} = g.\sin\alpha.t + V_A \xrightarrow{\text{تكامل}} x(t) = \frac{1}{2}.g.\sin\alpha.t^2 + V_A.t + x_A$$

$$AB = x_B - x_A = \frac{1}{2}.g.\sin\alpha.t^2 + V_A.t$$

$$AB = \frac{1}{2} \times 10 \times \sin(20°) \times 1^2 + 6 \times 1 \Longrightarrow AB = 7{,}71\ m$$

b. La valeur de la vitesse V_B :

Au point B l'équation de la vitesse s'écrit : $V_B = g.\sin\alpha.t + V_A$

A.N : $V_B = 10 \times \sin(20°) + 6 \Longrightarrow V_B = 9{,}42\ m.s^{-1}$

3.3. Déterminer l'intensité de la force $\vec{R}$:

Projection de la relation $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$ sur l'axe $(O,\vec{j})$: $P_y + R_y = m.a_y$

Le mouvement ne se fait pas sur l'axe Oy donc : $a_y = 0$

$$\cos\alpha = -\frac{P_y}{P} \Longrightarrow P_y = -P.\cos\alpha = -m.g.\cos\alpha \ \ ; \ R_y = R$$

$$-m.g.\cos\alpha + R = 0 \ \Longrightarrow R = m.g.\cos\alpha$$

$$R = 0{,}5 \times 10 \times \cos(20°) \Longrightarrow R = 4{,}69 \text{ N}$$