

Correction de l'examen national 2021- session de rattrapage Section sciences expérimentales Option physique chimie BIOF

www.svt-assilah.com

EXERCICE 1 (7points)

Partie 1 : Etude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque

I - Dosage

1-Nom des éléments numérotés :

- ① → pH mètre.
- ② → burette.
- ③ → solution aqueuse S_a d'acide méthanoïque (solution titrant).
- ④ → solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium (solution titré).

2- L'équation de la réaction du dosage :



3-La détermination graphique de V_{bE} :

$$C_{bE} = 15 \text{ mL}$$

4- Déduction de C_a :

La relation d'équivalence :

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE}$$

$$C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a} \Rightarrow C_a = \frac{10^{-1} \times 15}{15} \Rightarrow C_a = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

II - Etude de la solution S_a :

1-L'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau :



2-1- Montrons l'expression :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$\text{A}_{(\text{aq})}$	$+ \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	\rightarrow	$\text{A}^-_{(\text{aq})}$	$+ \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
Etat	Avancement	Quantité de matière				
initial	$x = 0$	$C_a \cdot V$	En excès		0	0
final	$x = x_f$	$C_a \cdot V - x_f$	En excès		x_f	x_f

D'après le tableau d'avancement :

$$[\text{A}^-_{(\text{aq})}] = [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \frac{x_f}{V} = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{AH}_{(\text{aq})}] = \frac{C_a \cdot V - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - 10^{-\text{pH}}$$

$$\frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]} = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a - 10^{-\text{pH}}}$$

A.N :

$$\frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]} = \frac{10^{-2,38}}{10^{-1} - 10^{-2,38}} \Rightarrow \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]} = 4,35 \cdot 10^{-2}$$

2-2- L'espèce prédominante :

$$\frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]} < 1 \Rightarrow [\text{A}^-_{(\text{aq})}] < [\text{AH}_{(\text{aq})}]$$

L'espèce prédominante dans la solution S_a est l'acide AH .

3-La valeur du pK_A du couple AH/A^- :

La relation entre pH et pK_A s'écrit :

$$\text{pH} = \text{pK}_A + \log \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]}$$

$$\text{pK}_A = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]}{[\text{AH}_{(\text{aq})}]}$$

$$\text{pK}_A = 2,38 - \log(0,0435) \Rightarrow \boxed{\text{pK}_A = 3,74}$$

III – Influence de la dilution sur τ :

1- L'expression de τ :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$$

D'après le tableau d'avancement le réactif limitant est l'acide AH de concentration C :

$$C \cdot V - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = C \cdot V$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}] = \frac{x_f}{V} = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow x_f = 10^{-\text{pH}} \cdot V$$

On remplace dans l'expression de τ :

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V}{C \cdot V} \Rightarrow \boxed{\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}}$$

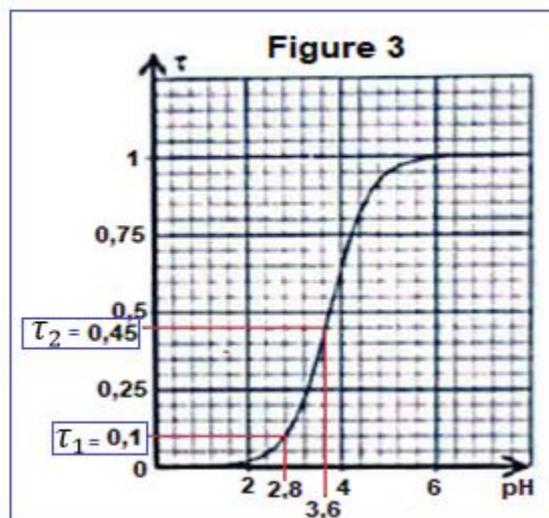
2- Complétons le tableau suivant :

Solution	S ₁	S ₂
pH	2,8	3,6
τ	10 %	45%
C (mol. L ⁻¹)	1,58.10 ⁻²	5,58.10 ⁻⁴

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C} \Rightarrow C = \frac{10^{-\text{pH}}}{\tau}$$

AN : Pour la solution S₁ : $C_1 = \frac{10^{-2,8}}{0,1} = 1,58.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

Pour la solution S₂ : $C_2 = \frac{10^{-3,6}}{0,45} = 5,58.10^{-4} \text{ mol. L}^{-1}$



3- L'influence de la dilution sur τ :

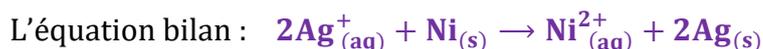
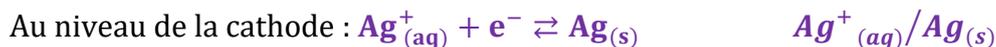
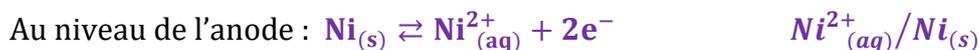
D'après le résultat du tableau, on a : $C_1 > C_2$ et $\tau_2 > \tau_1$ donc plus que la dilution augmente, plus le taux d'avancement final τ augmente.

Partie 2 : Etude de la pile nickel-argent

1- Electrode au niveau de laquelle se produit la réaction d'oxydation :

L'oxydation c'est la perte d'é, elle se produit au niveau de l'anode (le pôle (-)), d'après le schéma conventionnel, l'anode est l'électrode du nickel Ni.

2-Equation bilan de la réaction :



3- La durée Δt du fonctionnement de la pile :

Equation de la réaction		$2\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{Ni}_{(s)} \rightarrow \text{Ni}_{(aq)}^{2+} + 2\text{Ag}_{(s)}$				n(e ⁻)
Etat du système	Avancement	Quantité de matière				
t = 0	x = 0	C ₂ .V	n ₀ (Ni)	C ₁ .V	En excès	n(e ⁻) = 0
t = t _f	x = x _{max}	C ₂ .V - 2x _{max}	n ₀ (Ni) - x _{max}	C ₁ .V + x _{max}	En excès	n(e ⁻) = 2x _{max}

La partie immergée du nickel disparaît totalement → le réactif limitant est Ni :

$$n_0(\text{Ni}) - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = \frac{m}{M(\text{Ni})}$$

$$\begin{cases} n_{\text{max}}(e^-) = 2x_{\text{max}} \\ n_{\text{max}}(e^-) = \frac{Q}{F} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{\text{max}}(e^-) = 2 \frac{m}{M(\text{Ni})} \\ n_{\text{max}}(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow \frac{2m}{M(\text{Ni})} = \frac{I \cdot \Delta t_{\text{max}}}{F} \Rightarrow \Delta t_{\text{max}} = \frac{2m \cdot F}{I \cdot M(\text{Ni})}$$

$$\Delta t_{max} = \frac{2 \times 0,587 \times 96500}{60 \cdot 10^{-3} \times 58,7} = 32\,166,67 \text{ s} \Rightarrow \boxed{\Delta t_{max} = 8,935 \text{ h}}$$

4- La concentration des ions Ni^{2+} :

$$[\text{Ni}^{2+}] = \frac{C_1 \cdot V + x_{max}}{V} = C_1 + \frac{x_{max}}{V} = C_1 + \frac{m}{M(\text{Ni}) \cdot V}$$

AN :

$$[\text{Ni}^{2+}] = 0,2 + \frac{0,587}{58,7 \times 600 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{[\text{Ni}^{2+}] = 0,217 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

EXERCICE 2 (2points)

Les ondes sonores

1- Répondre par vrai ou faux :

- a- faux
- b- vrai
- c- faux
- d- vrai

2.1- la célérité de l'onde :

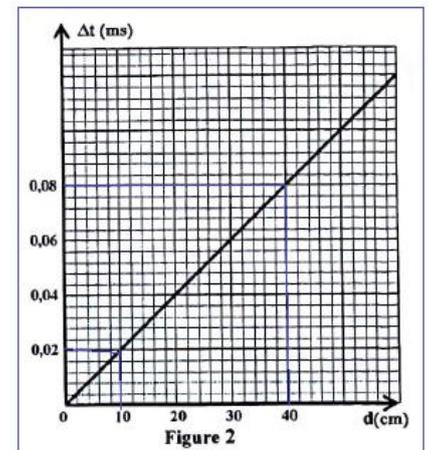
L'équation de la courbe $\Delta t = f(d)$ s'écrit : $\Delta t = K \cdot d$.

K est le coefficient directeur :

$$K = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{d_2 - d_1} = \frac{(0,08 - 0,02) \cdot 10^{-3} \text{ s}}{(40 - 10) \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$$

On a :

$$\begin{cases} v = \frac{d}{\Delta t} \\ \Delta t = K \cdot d \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v = \frac{d}{\Delta t} \\ \frac{1}{K} = \frac{d}{\Delta t} \end{cases} \Rightarrow v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{v = 5000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$



2.2- La nature du métal :

D'après le tableau ci-dessous, la nature du métal constituant la barre est **l'aluminium**, car la célérité du son dans ce métal est : $v = 5000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Métal	fer	cuivre	aluminium	zinc
$v \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$	5960	3900	5000	4190

EXERCICE 3 (2,5 points)

Désintégration du phosphore 32

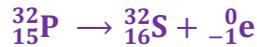
1- l'équation de la réaction de désintégration de $^{32}_{15}\text{P}$:



Loi de Soddy :

$$\begin{aligned} 32 &= A + 0 & \Rightarrow & A = 32 \\ 15 &= Z - 1 & \Rightarrow & Z = 15 + 1 = 16 \end{aligned} \Rightarrow {}_{14}^{32}\text{X} = {}_{16}^{32}\text{S} \rightarrow \text{Le noyau fils est le soufre } {}_{16}^{32}\text{S}$$

L'équation de désintégration s'écrit :



2.1- Montrons l'expression de $\ln N$:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$\ln(N) = \ln(N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}) \Rightarrow \ln(N) = \ln(N_0) + \ln(e^{-\lambda \cdot t})$$

$$\boxed{\ln(N) = \ln(N_0) - \lambda \cdot t}$$

2.2- déduction de λ :

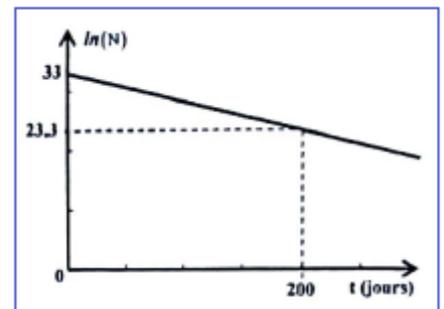
L'équation de la courbe $\ln(N) = f(t)$ s'écrit : $\ln(N) = K \cdot t + b$

$$K = \frac{\ln(N)_2 - \ln(N)_1}{t_2 - t_1} = \frac{33 - 23,3}{0 - 200} = -0,0485 \text{ jours}^{-1}$$

Par comparaison des deux expressions :

$$\ln(N) = \ln(N_0) - \lambda \cdot t \quad \text{et} \quad \ln(N) = Kt + b$$

$$-\lambda = K \Rightarrow \lambda = -K \Rightarrow \boxed{\lambda = 0,0485 \text{ jours}^{-1}}$$



2.3- Déduction de $t_{1/2}$:

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{0,0485} \Rightarrow \boxed{t_{1/2} = 14,29 \text{ jours}}$$

3-L'activité a_1 à t_1 :

$$a_1 = a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1}$$

$$\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \Rightarrow N_0 = \frac{m_0}{M} \cdot N_A \quad \text{et} \quad a_0 = \lambda \cdot N_0 = \frac{\lambda \cdot m_0 \cdot N_A}{M}$$

$$\boxed{a_1 = \frac{\lambda \cdot m_0 \cdot N_A}{M} \cdot e^{-\lambda \cdot t_1}}$$

$$a_1 = \frac{0,0485 \times 10^{-5} \times 10^{-3} \times 6,02 \cdot 10^{23}}{32} \times e^{-0,0485 \times 28,58} \Rightarrow \boxed{a_1 = 2,28 \cdot 10^{12} \text{ Bq}}$$

EXERCICE 4 (5,5 points)

I-Réponse d'un dipôle RC

1-La valeur de R_1 :

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

$$u_C + R_1 i = E \quad (1)$$

A $t=0$ on a d'après la figure(2) : $i(0) = 50 \text{ mA}$

A $t=0$, le condensateur n'est pas chargé : $u_C(0) = 0$

$$u_C(0) + R_1 i(0) = E \Rightarrow R_1 i(0) = E \Rightarrow R_1 = \frac{E}{i(0)}$$

$$R_1 = \frac{6}{50 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{R_1 = 120 \Omega}$$

2-L'équation différentielle :

D'après l'équation (1) on a : $u_C + R_1 i = E$ par dérivation :

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{d(R_1 i)}{dt} = \frac{dE}{dt} \Rightarrow \frac{du_C}{dt} + R_1 \cdot \frac{di}{dt} = 0$$

$$C \cdot \frac{du_C}{dt} + R_1 C \cdot \frac{di}{dt} = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$\boxed{i + R_1 C \cdot \frac{di}{dt} = 0}$$

3- Détermination de l'expression de τ :

La solution de l'équation différentielle : $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{I_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$

On remplace dans l'équation différentielle :

$$I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{I_0}{\tau} R_1 C e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \frac{I_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \left(1 - \frac{R_1 C}{\tau}\right) = 0$$

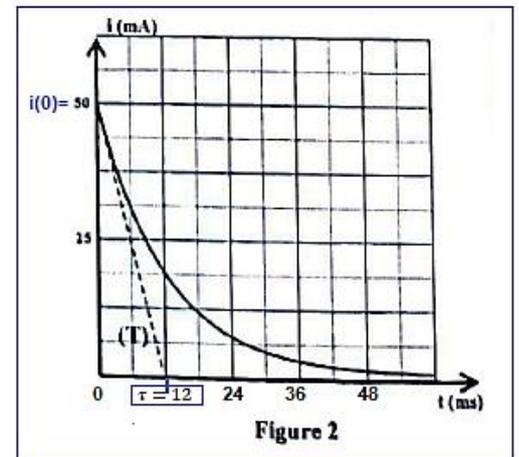
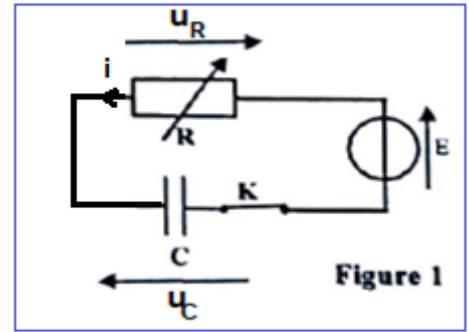
$$1 - \frac{R_1 C}{\tau} = 0 \Rightarrow \frac{R_1 C}{\tau} = 1 \Rightarrow \boxed{\tau = R_1 C}$$

4- Détermination graphique de τ :

$$\boxed{\tau = 12 \text{ ms}}$$

- Déduction de C :

$$\tau = R_1 C \Rightarrow C = \frac{\tau}{R_1} \Rightarrow C = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{120} = 10^{-4} \text{ F} \Rightarrow \boxed{C = 100 \mu\text{F}}$$



II – Réponse d'un dipôle RL

1- Le montage expérimental :

Voir figure ci-contre.

2- L'équation différentielle :

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

$$L \frac{di}{dt} + r i + R_2 i = E \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_2 + r}{L} \right) i = \frac{E}{L}$$

-L'expression de la constante du temps τ :

On pose : $\frac{1}{\tau} = \frac{R_2 + r}{L} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_2 + r}$; l'équation

différentielle s'écrit : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot i = \frac{E}{L}$

3-Expression de I_P :

En régime permanent on a : $i = I_P = \text{cte} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$

L'équation différentielle s'écrit :

$$\frac{di}{dt} \Big|_{=0} + \frac{1}{\tau} \cdot I_P = \frac{E}{L} \Rightarrow I_P = \frac{E}{L} \cdot \tau \Rightarrow I_P = \frac{E}{L} \cdot \frac{L}{R_2 + r}$$

$$I_P = \frac{E}{R_2 + r}$$

4-La valeur de r :

Graphiquement on : $I_P = 60 \text{ ms}$

$$I_P = \frac{E}{R_2 + r} \Rightarrow R_2 + r = \frac{E}{I_P} \Rightarrow r = \frac{E}{I_P} - R_2$$

$$r = \frac{6}{60 \cdot 10^{-3}} - 95 \Rightarrow r = 5 \Omega$$

5- Montrons que $L = 0,51 \text{ H}$:

Graphiquement on a : $\tau = 5,1 \text{ ms}$

$$\tau = \frac{L}{R_2 + r} \Rightarrow L = \tau(R_2 + r)$$

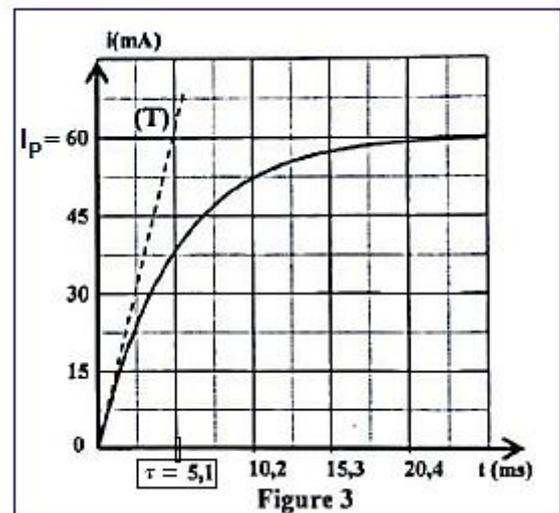
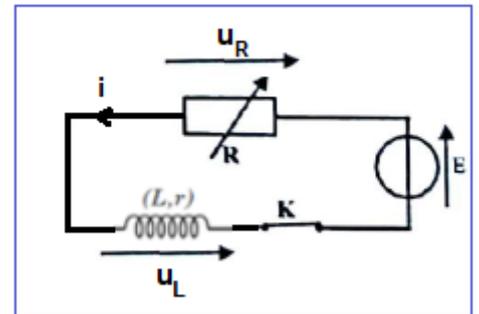
$$L = 5,1 \cdot 10^{-3} \times (95 + 5) \Rightarrow L = 0,51 \text{ H}$$

III – Oscillations libres dans un circuit RLC série

1- Affectations de la courbe à la résistance correspondante :

Plus que la résistance totale du circuit est grande plus que l'amortissement est fort.

La courbe (a) correspond à la résistance $R_3 = 10 \Omega$.



La courbe (b) correspond à la résistance $R_4 = 100 \Omega$.

2-Détermination graphique de la pseudopériode T :

$$T = 45 \text{ ms} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

Calcul de la période propre T_0 :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{0,51 \times 100 \cdot 10^{-6}} = 4,49 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$T_0 \approx 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

On remarque que : $T \approx T_0$

La pseudopériode T est approximativement égale à la période propre T_0 .

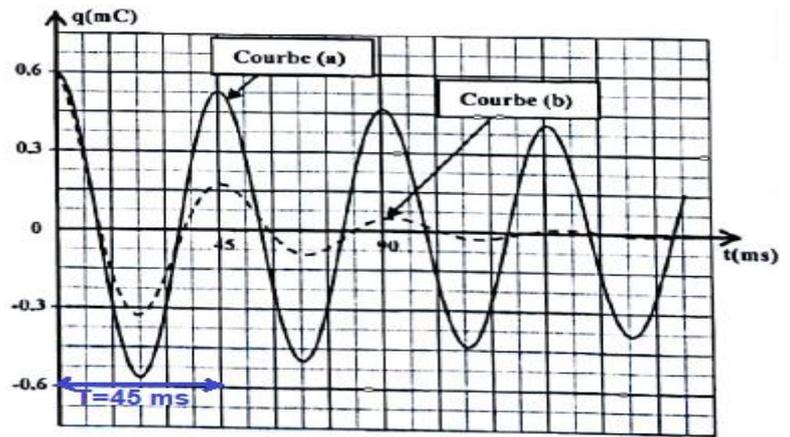


Figure 5

3-L'énergie dissipée par effet joule entre t_1 et t_2 :

$$E_{th} = |\Delta E_T| = E_T(t_1) - E_T(t_2)$$

$$E_T(t_1) = E_e(t_1) + \underbrace{E_m(t_1)}_{=0} = 1,80 \text{ mJ} + 0 = 180 \text{ mJ}$$

$$E_T(t_2) = \underbrace{E_e(t_2)}_{=0} + E_m(t_2) = 0 + 1,26 \text{ mJ} = 1,26 \text{ mJ}$$

$$E_{th} = E_T(t_1) - E_T(t_2) = 1,80 - 1,26$$

$$E_{th} = 0,54 \text{ mJ}$$

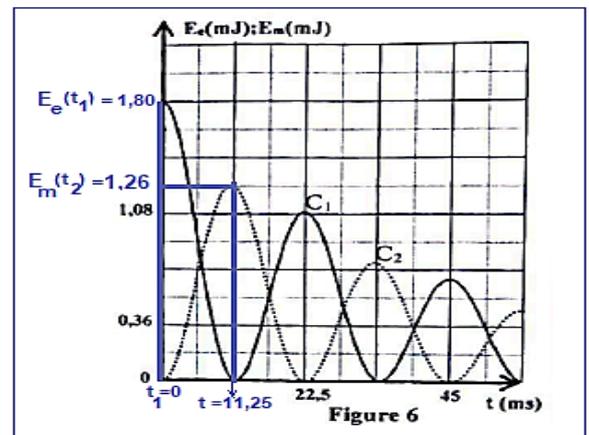


Figure 6

EXERCICE 5 (3points)

Etude d'un mouvement d'un solide dans le champ de pesanteur

1- Les équations différentielles vérifiées par v_x et v_y :

Système étudié : {La flèche}

Bilan des forces :

\vec{P} : Poids de la flèche

Application de la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$$

Projection sur l'axe Ox et Oy :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_x = \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$$

Les équations différentielles :

$$\frac{d v_x}{dt} = 0$$

$$\frac{d v_y}{dt} = -g$$

2- Les expressions littérales de $v_x(t)$ et $v_y(t)$:

Les conditions initiales :

$$\begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = \frac{d v_x}{dt} = 0 \\ a_y = \frac{d v_y}{dt} = -g \end{cases} \xrightarrow{\text{intégration}} \begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_y = -g \cdot t + v_{0y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

3-1- L'accélération de la pesanteur :

L'équation de la courbe (C_2) s'écrit : $v_y = Kt + b$

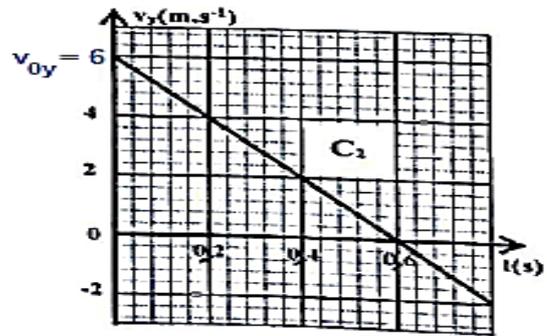
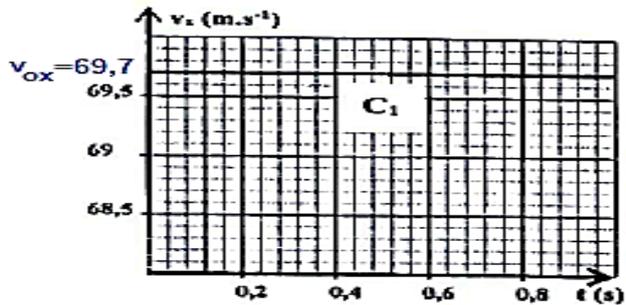


Figure 2

$$K = \frac{v_{y_2} - v_{y_1}}{t_2 - t_1} = \frac{6 - 0}{0 - 0,6} = -10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

On comparant les deux expressions : $v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha$ et $v_y = Kt + b$

On obtient :

$$-g = K \Rightarrow g = -K \Rightarrow \boxed{g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

3.2- L'angle α :

$$\text{A } t=0 \text{ on a : } \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = \frac{v_0 \cdot \sin\alpha}{v_0 \cdot \cos\alpha} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}$$

Graphiquement d'après C_1 , on a : $v_{0x} = 69,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et d'après C_2 , on a : $v_{0y} = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$\tan\alpha = \frac{6}{69,7} \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{6}{69,7}\right) \Rightarrow \boxed{\alpha = 4,92^\circ}$$

3.3- La vitesse v_0 :

$$v_0^2 = (v_{0x})^2 + (v_{0y})^2 \Rightarrow v_0 = \sqrt{(v_{0x})^2 + (v_{0y})^2}$$

$$v_0 = \sqrt{(69,7)^2 + 6^2} \Rightarrow v_0 \approx 69,96 \text{ m.s}^{-1}$$

2^{ème} méthode : $v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha \Leftrightarrow v_0 = \frac{v_{0x}}{\cos\alpha} \Rightarrow v_0 = \frac{69,7}{\cos(4,92^\circ)} \Rightarrow v_0 \approx 69,96 \text{ m.s}^{-1}$

4- La vitesse v_E :

Au point E on a :

$$v_E = \sqrt{(v_{Ex})^2 + (v_{Ey})^2}$$

Détermination de v_{Ex} :

$$v_{Ex} = v_{0x} = 69,7 \text{ m.s}^{-1} = \text{cte}$$

Détermination de v_{Ey}

$$v_{Ex} = -g \cdot t_E + v_{0y}$$

Détermination de t_E :

- L'équation horaire sur l'axe Ox : $x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$,
- Au point D on a : $x_D = D = v_{0x} \cdot t_E$

$$t_E = \frac{D}{v_{0x}}$$

$$v_{Ex} = -g \cdot t_E + v_{0y} \Leftrightarrow v_{Ex} = -g \cdot \frac{D}{v_{0x}} + v_{0y} \Leftrightarrow v_{Ex} = -10 \times \frac{80}{69,7} + 6 = -5,48 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_E = \sqrt{(v_{Ex})^2 + (v_{Ey})^2} \Leftrightarrow v_E = \sqrt{69,7^2 + (-5,48)^2} \Rightarrow v_E = 69,92 \text{ m.s}^{-1}$$

بالتوفيق للجميع