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 :

- ❶→ pH mètre.
- ❷→ burette.
- ❸→ solution aqueuse S_a d'acide méthanoïque (solution titrant).
- ❹→ solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium (solution titré).

2- L'équation de la réaction du dosage :

$$\mathbf{AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}}$$

3-La détermination graphique de V_{bE} :

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

4- Déduction de C_a :

La relation d'équivalence : $C_a.V_a = C_b.V_{bE}$

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

II – Etude de la solution S_a :

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

$$\mathbf{AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}}$$

2-1- Montrons l'expression :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$A_{(aq)}$	$+\ H_2O_{(l)}$ $\longrightarrow$	$A^-_{(aq)}$	$+\ H_3O^+_{(aq)}$
Etat	Avancement	Quantité de matière			
initial	$x = 0$	$C_a.V$	En excès	0	0
final	$x = x_f$	$C_a.V - x_f$	En excès	x_f	x_f

D'après le tableau d'avancement :

$$[A^-_{(aq)}] = [H_3O^+_{(aq)}] = \frac{x_f}{V} = 10^{-pH}$$

$$[AH_{(aq)}] = \frac{C_a.V - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - 10^{-pH}$$

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

A.N :
$$\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]} = \frac{10^{-2,38}}{10^{-1}-10^{-2,38}} \Longrightarrow \boxed{\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]} = 4,35.10^{-2}}$$

2-2- L'espèce prédominante :

$$\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]} < 1 \Longrightarrow [A^-_{(aq)}] < [AH_{(aq)}]$$

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 :

$$pH = pK_A + \log\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]}$$

$$pK_A = pH - \log\frac{[A^-_{(aq)}]}{[AH_{(aq)}]}$$

$$pK_A = 2,38 - \log(0,0435) \Longrightarrow \boxed{pK_A = 3,74}$$

III – Influence de la dilution sur τ :

1- L'expression de τ :

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

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

$$C.V - x_{max} = 0 \Longrightarrow x_{max} = C.V$$

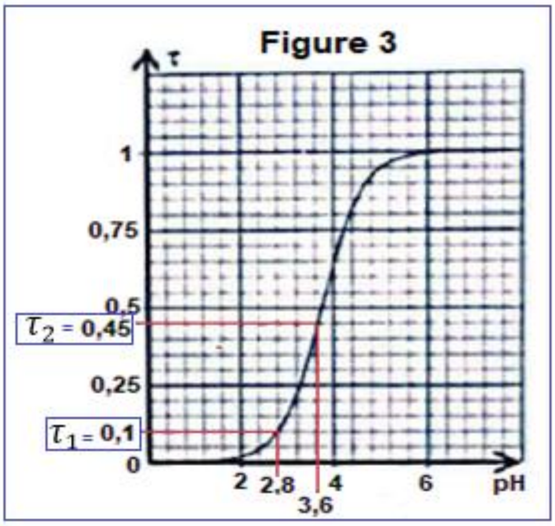
$$[H_3O^+_{(aq)}] = \frac{x_f}{V} = 10^{-pH} \Longrightarrow x_f = 10^{-pH}.V$$

On remplace dans l'expression de τ :

$$\tau = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} \Longrightarrow \boxed{\tau = \frac{10^{-pH}}{C}}$$

2-Complétons le tableau suivant :

Solution	S_1	S_2
pH	2,8	3,6
τ	10 %	45%
C $(mol.L^{-1})$	$1{,}58.10^{-2}$	$5{,}58.10^{-4}$



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

AN : Pour la solution S_1 : $C_1 = \frac{10^{-2,8}}{0,1} = 1{,}58.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

Pour la solution S_2 : $C_2 = \frac{10^{-3,6}}{0,45} = 5{,}58.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

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 perde 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 :

Au niveau de l'anode : $\mathbf{Ni_{(s)} \rightleftarrows Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-}$ $\quad Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$

Au niveau de la cathode : $\mathbf{Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftarrows Ag_{(s)}}$ $\quad Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}$

L'équation bilan : $\mathbf{2Ag^+_{(aq)} + Ni_{(s)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}}$

3- La durée Δt du fonctionnement de la pile :

Equation de la réaction		$2Ag^+_{(aq)}$ +	$Ni_{(s)}$ →	$Ni^{2+}_{(aq)}$ +	$2Ag_{(s)}$	$n(e^-)$
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 disparait totalement → le réactif limitant est Ni :

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

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

$$\Delta t_{max} = \frac{2 \times 0{,}587 \times 96500}{60.10^{-3} \times 58{,}7} = 32\ 166{,}67\ \text{s} \Longrightarrow \boxed{\Delta t_{max} = 8{,}935\ \text{h}}$$

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

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

AN :

$$[Ni^{2+}] = 0{,}2 + \frac{0{,}587}{58{,}7 \times 600.10^{-3}} \Longrightarrow \boxed{[Ni^{2+}] = 0{,}217\ \text{mol.L}^{-1}}$$

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 : $\Delta t = K.d$.

K est le coefficient directeur :

$$K = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{d_2 - d_1} = \frac{(0{,}08 - 0{,}02).10^{-3}\text{s}}{(40-10).10^{-2}\text{m}} = 2.10^{-4}\ s.m^{-1}$$

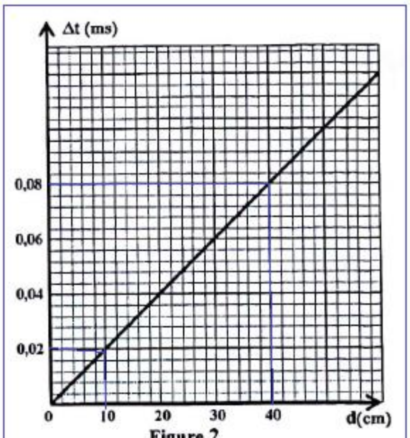


Figure 2

On a :

$$\begin{cases} V = \dfrac{d}{\Delta t} \\ \Delta t = K.d \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} V = \dfrac{d}{\Delta t} \\ \dfrac{1}{K} = \dfrac{d}{\Delta t} \end{cases} \Longrightarrow V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{1}{2.10^{-4}} \Longrightarrow \boxed{V = 5000\ \text{m.s}^{-1}}$$

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 : $V = 5000\ \text{m.s}^{-1}$

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

EXERCICE 3 (2,5 points)

Désintégration du phosphore 32

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

$$^{32}_{15}P \longrightarrow\ ^{A}_{Z}X +\ ^{0}_{-1}e$$

Loi de Soddy :

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

L'équation de désintégration s'écrit :

$$^{32}_{15}P \longrightarrow\ ^{32}_{16}S +\ ^{0}_{-1}e$$

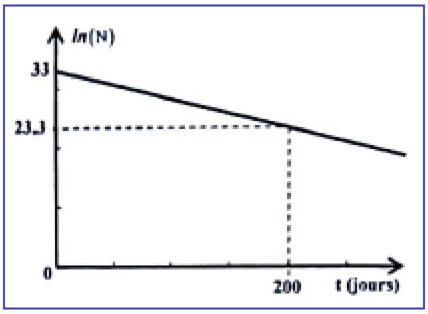
2.1- Montrons l'expression de lnN :

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

$$\ln(N) = \ln\left(N_0 . e^{-\lambda.t}\right) \Longrightarrow \ln(N) = \ln(N_0) + \ln(e^{-\lambda.t})$$

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

2.2- déduction de λ :



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

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

Par comparaison des deux expressions :

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

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

2.3- Déduction de $t_{1/2}$:

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

3-L'activité a_1 à t_1 :

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

$$\frac{N_0}{N_A} = \frac{m_0}{M} \Longrightarrow N_0 = \frac{m_0}{M}.N_A \quad \text{et} \quad a_0 = \lambda.N_0 = \frac{\lambda.m_0.N_A}{M}$$

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

$$a_1 = \frac{0{,}0485 \times 10^{-5} \times 10^{-3} \times 6{,}02.10^{23}}{32} \times e^{-0{,}0485 \times 28{,}58} \Longrightarrow \boxed{a_1 = 2{,}28.10^{12}\ Bq}$$

EXERCICE 4 (5,5 points)

I-Réponse d'un dipôle RC

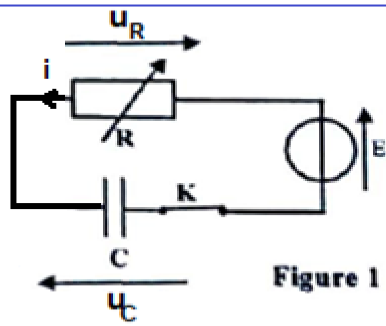


Figure 1

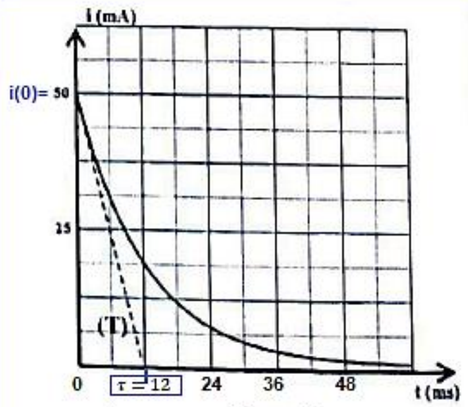


Figure 2

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) : $i(0) = 50\ mA$

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

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

$$R_1 = \frac{6}{50.10^{-3}} \implies \boxed{R_1 = 120\ \Omega}$$

2-L'équation différentielle :

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

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{d(R_1 i)}{dt} = \frac{dE}{dt} \quad \implies \frac{du_C}{dt} + R_1 . \frac{di}{dt} = 0$$

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

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

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

3- Détermination de l'expression de τ :

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

On remplace dans l'équation différentielle :

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

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

4- Détermination graphique de τ :

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

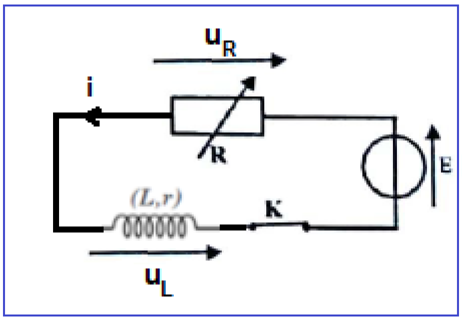
- Déduction de C :

$$\tau = R_1 C \implies C = \frac{\tau}{R_1} \implies C = \frac{12.10^{-3}}{120} = 10^{-4}\ F \implies \boxed{C = 100\ \mu F}$$

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 : $u_L + u_R = E$

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

–L'expression de la constante du temps τ :

On pose : $\frac{1}{\tau} = \frac{R_2+r}{L} \Longrightarrow \boxed{\tau = \frac{L}{R_2+r}}$; l'équation différentielle s'écrit : $\boxed{\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}.i = \frac{E}{L}}$

3-Expression de I_P :

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

L'équation différentielle s'écrit :

$$\underbrace{\frac{di}{dt}}_{=0} + \frac{1}{\tau}.I_P = \frac{E}{L} \quad \Longrightarrow I_P = \frac{E}{L}.\tau \quad \Longrightarrow I_P = \frac{E}{L}.\frac{L}{R_2 + r}$$

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

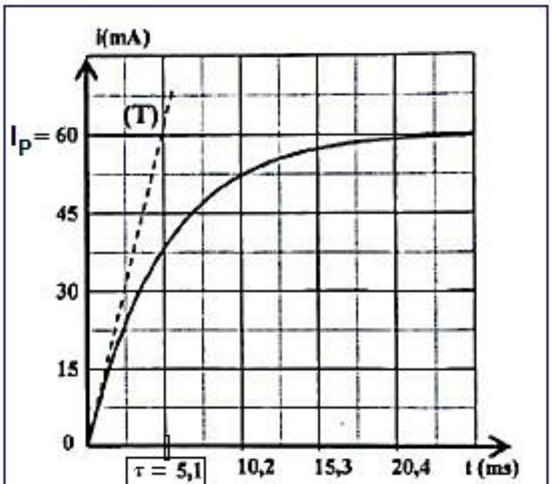


Figure 3

4-La valeur de r :

Graphiquement on : $I_P = 60\ ms$

$$I_P = \frac{E}{R_2 + r} \Longrightarrow R_2 + r = \frac{E}{I_P} \quad \Longrightarrow \boxed{r = \frac{E}{I_P} - R_2}$$

$$r = \frac{6}{60.10^{-3}} - 95 \Longrightarrow \boxed{r = 5\ \Omega}$$

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

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

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

$$L = 5{,}1.10^{-3} \times (95 + 5) \Longrightarrow \boxed{L = 0{,}51\ H}$$

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 $R_4 = 100\ \Omega$.

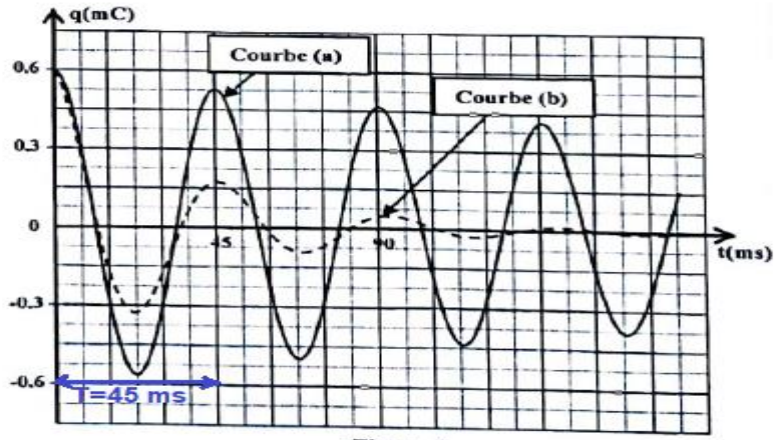


Figure 5

2-Détermination graphique de la pseudopériode T :

$$\boxed{T = 45\ ms} = 4{,}5.10^{-2}\ s$$

Calcul de la période propre T_0 :

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{0{,}51 \times 100.10^{-6}} = 4{,}49.10^{-2}\ s$$

$$T_0 \approx 4{,}5.10^{-2}\ s$$

On remarque que : $\boxed{T \approx T_0}$

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

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

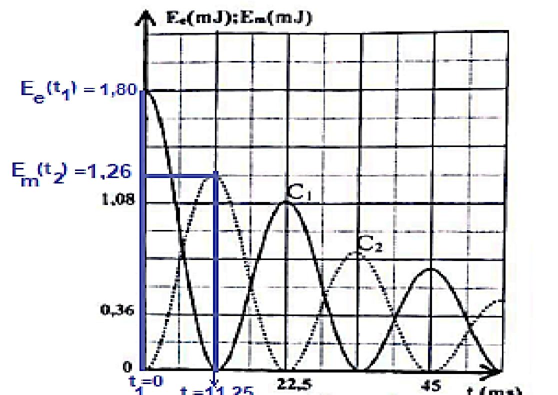


Figure 6

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

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

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

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

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

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 :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G \implies \vec{P} = m.\vec{a}_G \implies m.\vec{g} = m.\vec{a}_G \implies \vec{a}_G = \vec{g}$$

Projection sur l'axe Ox et Oy :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_x = \dfrac{d\,V_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{d\,V_y}{dt} = -g \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \dfrac{d\,V_x}{dt} = 0 \\ \dfrac{d\,V_y}{dt} = -g \end{cases}$$

Les équations différentielles :

$$\boxed{\frac{d\,V_x}{dt} = 0}$$

$$\boxed{\frac{d\,V_y}{dt} = -g}$$

2- Les expressions littérales de V_x (t) et V_y(t) :

Les conditions initiales :

$$\begin{cases} V_{0x} = V_0 . \cos\alpha \\ V_{0y} = V_0 . \sin\alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_x = \dfrac{d\,V_x}{dt} = 0 \\ a_y = \dfrac{d\,V_y}{dt} = -g \end{cases} \xrightarrow{\text{intégration}} \begin{cases} V_x = V_{0x} = V_0 . \cos\alpha \\ V_y = -g.t + V_{0y} \end{cases} \Longrightarrow \boxed{\begin{cases} V_x\,(t) = V_0 . \cos\alpha \\ V_y\,(t) = -g.t + V_0 . \sin\alpha \end{cases}}$$

3-1-L'accélération de la pesanteur :

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

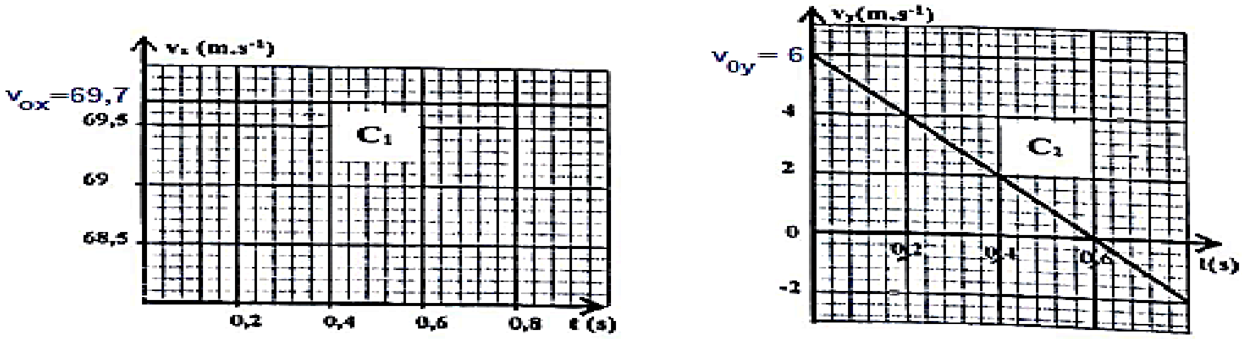


Figure 2

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

On comparant les deux expressions : $V_y\,(t) = -g.t + V_0 . \sin\alpha$ et $V_y = Kt + b$

On obtient : $-g = K \Longrightarrow g = -K \Longrightarrow \boxed{g = 10\ m.s^{-2}}$

3.2- L'angle α :

A t=0 on a : $\begin{cases} V_{0x} = V_0 . \cos\alpha \\ V_{0y} = V_0 . \sin\alpha \end{cases} \Longrightarrow \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{V_0 . \sin\alpha}{V_0 . \cos\alpha} \Longrightarrow \tan\alpha = \frac{V_{0y}}{V_{0x}}$

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

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

3.3- La vitesse V_0 :

$$V_0^2 = (V_{0x})^2 + (V_{0y})^2 \Longrightarrow V_0 = \sqrt{(V_{0x})^2 + (V_{0y})^2}$$

$$V_0=\sqrt{(69{,}7)^2+6^2}\Longrightarrow\boxed{V_0\approx 69{,}96\ m.s^{-1}}$$

$2^{éme}$ méthode : $V_{0x}=V_0.\cos\alpha \iff V_0=\frac{V_{0x}}{\cos\alpha}\Longrightarrow V_0=\frac{69{,}7}{\cos(4{,}92°)}\Longrightarrow V_0\approx 69{,}96\ m.s^{-1}$

4- La vitesse V_E :

Au point E on a : $$V_E=\sqrt{(V_{Ex})^2+(V_{Ey})^2}$$

Détermination de V_{Ex} :

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

Détermination de V_{Ey}

$$V_{Ex}=-g.t_E+V_{0y}$$

Détermination de t_E :

- L'équation horaire sur l'axe Ox : $x(t)=V_0.\cos\alpha.t$,
- Au point D on a : $x_D=D=V_{0x}.t_E$

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

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

$$V_E=\sqrt{(V_{Ex})^2+(V_{Ey})^2}\iff V_E=\sqrt{69{,}7^2+(-5{,}48)^2}\Longrightarrow\boxed{V_E=69{,}92\ m.s^{-1}}$$

بالتوفيق للجميع