

Correction de l'examen nationale du baccalauréat
Session normale 2021 - Science physique
www.svt-assilah.com

Exercice 1

Partie I :

1-Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{aq}) + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq})$				
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)				
Etat initial	0	En excès	$n_0(\text{HO}^-)$		0	0
En cours	x	En excès	$n_0(\text{HO}^-) - x$		x	x
Etat final	x_f	En excès	$n_0(\text{HO}^-) - x_f$		x_f	x_f

Puisque $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ est en excès le réactif limitant est HO^- :

$$n_0(\text{HO}^-) - x_{\max} \Rightarrow x_{\max} = n_0(\text{HO}^-) \Rightarrow \boxed{x_{\max} = 10^{-3} \text{ mol}}$$

2.1) Définition de $t_{1/2}$:

Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement de la réaction x attend la moitié de sa valeur finale : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

2.2) La valeur de $t_{1/2}$:

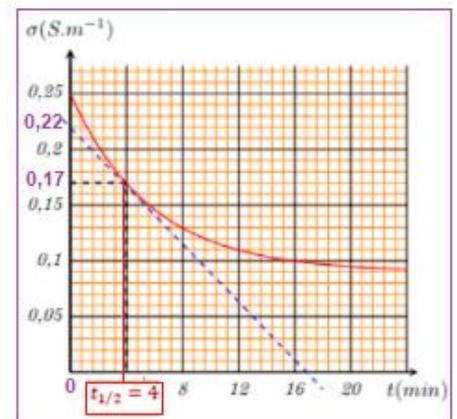
Puisque la réaction est totale on a :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2} = \frac{10^{-3}}{2} = 5.10^{-4} \text{ mol}$$

$$\sigma = 0,25 - 160 \cdot x \Rightarrow \sigma_{1/2} = 0,25 - 160 \cdot x_{1/2}$$

$$\Rightarrow \sigma_{1/2} = 0,25 - 160 \times 5.10^{-4} \Rightarrow \sigma_{1/2} = 0,17 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

Par projection on obtient : $\boxed{t_{1/2} = 4 \text{ min}}$



2.3- L'expression de la vitesse :

$$\sigma = 0,25 - 160 \cdot x \Rightarrow \frac{d\sigma}{dt} = -160 \frac{dx}{dt} \Rightarrow \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{160} \cdot \frac{d\sigma}{dt}$$

D'après la définition de la vitesse volumique : $v = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{dx}{dt}$

$$v = \frac{1}{V_0} \cdot \left(-\frac{1}{160} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \right) \Rightarrow \boxed{v = -\frac{1}{160 \cdot V_0} \cdot \frac{d\sigma}{dt}}$$

2.4- La valeur de v_1 :

$$v_1 = -\frac{1}{160 \cdot V_0} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta t} \right)_{t_1} = -\frac{1}{160 \times 100 \times 10^{-6}} \times \left(\frac{0,17 - 0,22}{4 - 0} \right)$$

$$\boxed{v_1 = 0,781 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}}$$

Partie 2 :

1-Dosage de l'acide carboxylique

1.1-Equation de la réaction du dosage :



1.2-Les coordonnées du point d'équivalence :

Graphiquement on trouve :

$$\boxed{\text{pH}_E = 8,8} \quad \text{et} \quad \boxed{V_{BE} = 20 \text{ mL}}$$

1.3-La valeur de C_a :

A l'équivalence on a : $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{BE}$

$$C_a = \frac{C_b \cdot V_{BE}}{V_a}$$

A.N : $C_a = \frac{10^{-1} \times 20}{20} \Rightarrow C_a = 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$

2-Identification de l'acide carboxylique

2.1-Equation de la réaction :



2.2-Taux d'avancement final :

Tableau d'avancement :

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

D'après le tableau d'avancement : $n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = x_f \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V$

L'acide est le réactif limitant : $C_a \cdot V - x_{\text{max}} = 0 \Rightarrow x_{\text{max}} = C_a \cdot V$

L'expression du taux d'avancement final : $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V}{C_a \cdot V} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{C_a} \Rightarrow$

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

A.N : $\tau = \frac{10^{-2,88}}{10^{-1}} \approx 0,0132 \Rightarrow \boxed{\tau = 1,32 \%}$

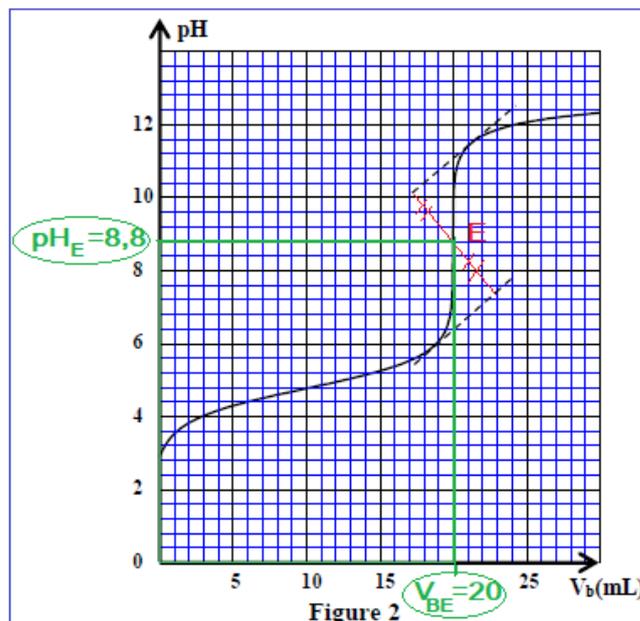
2.3- L'expression de $Q_{r,\text{éq}}$:

$$\tau = \frac{x_f}{C_a \cdot V} \Rightarrow x_f = \tau \cdot C_a \cdot V$$

D'après le tableau d'avancement :

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = [\text{A}^-]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} = \frac{\tau \cdot C_a \cdot V}{V} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \tau \cdot C_a$$

$$[\text{AH}]_{\text{éq}} = \frac{C_a \cdot V - x_f}{V} = C_a - \frac{x_f}{V} = C_a - \tau \cdot C_a \Rightarrow [\text{AH}]_{\text{éq}} = C_a(1 - \tau)$$



$$Q_{r,eq} = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot [A^-]_{eq}}{[AH]_{eq}} = \frac{([H_3O^+]_{eq})^2}{[AH]_{eq}}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{(\tau \cdot C_a)^2}{C_a(1-\tau)} \Rightarrow Q_{r,eq} = \frac{C_a \cdot \tau^2}{1-\tau}$$

A.N : $Q_{r,eq} = \frac{10^{-1} \times (1,32 \cdot 10^{-2})^2}{1 - 1,32 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow Q_{r,eq} \approx 1,77 \cdot 10^{-5}$

2.4- Identification de l'acide carboxylique :

On a : $pK_A = -\log K_A$ avec $K_A = Q_{r,eq} \Rightarrow pK_A = -\log(1,77 \cdot 10^{-5}) \Rightarrow pK_A = 4,75$

D'après le tableau l'acide carboxylique est CH_3COOH .

3-Le volume V_{b1} :

$$pH = pK_A + \log \frac{[A^-]}{[AH]} \Rightarrow pH = pK_A - \log \frac{[AH]}{[A^-]} \Rightarrow pH = 4,75 - \log(2,24) \approx 4,4$$

On utilisant la courbe de la figure 2 , on trouve $V_{b1} = 6 \text{ mL}$

Exercice 2

1-La proposition juste : C

La lumière blanche est polychromatique.

2-1-La fréquence ν_1 :

$$c = \lambda_{oj} \cdot \nu_j \Rightarrow \nu_j = \frac{c}{\lambda_{oj}} \quad \text{A.N: } \nu_j = \frac{3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} = 5,093 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

2.2-Les célérités v_j et v_r :

$$\nu_j = \lambda_j \cdot \nu_j \quad \text{A.N: } \nu_j = 355 \cdot 10^{-9} \times 5,09 \cdot 10^{14} \Rightarrow \nu_j = 1,81 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\nu_r = \lambda_r \cdot \nu_r \quad \text{A.N: } \nu_r = 474 \cdot 10^{-9} \times 3,91 \cdot 10^{14} \Rightarrow \nu_r = 1,85 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.3-La propriété du prisme :

La dispersion de la lumière, puisque la vitesse de propagation dépend de la fréquence de la radiation dans le prisme.

3.1- L'expression de L :

D'après la figure 2 on a : $\tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$

On a : $\tan \theta \approx \theta$ donc : $\theta = \frac{L}{2D}$

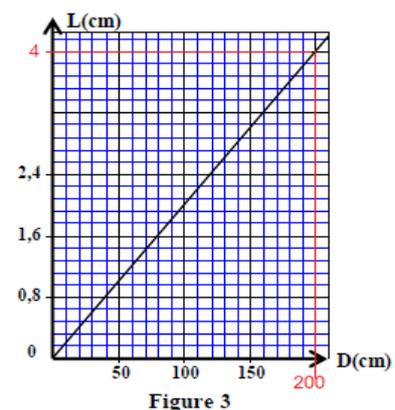
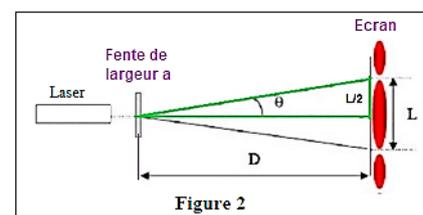
On a : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow L = \frac{2\lambda D}{a}$$

3.2-La valeur de λ :

La courbe $L = f(D)$ est linéaire, son équation s'écrit sous la forme : $L = K \cdot D$

K est le coefficient directeur :



$$K = \frac{\Delta L}{\Delta D} = \frac{(4,0 \cdot 10^{-2} - 0) \text{ m}}{(200 \cdot 10^{-2} - 0) \text{ m}} = 2 \cdot 10^{-2}$$

Par comparaison des deux équations : $L = \frac{2\lambda}{a} \cdot D$ et $L = K \cdot D$ on trouve : $K = \frac{2\lambda}{a}$

$$\lambda = \frac{a \cdot K}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{0,06 \cdot 10^{-3} \times 0,02}{2} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 600 \text{ nm}}$$

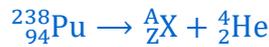
3.3-Le diamètre d du cheveu :

La relation $L = \frac{2\lambda D}{a}$ s'écrit : $L_1 = \frac{2\lambda D_1}{d}$ donc : $d = \frac{2\lambda D_1}{L_1}$

A.N : $d = \frac{2 \times 6 \cdot 10^{-7} \times 2}{3 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m} \Rightarrow \boxed{d = 80 \mu\text{m}}$

Exercice 3

1-Equation de désintégration :



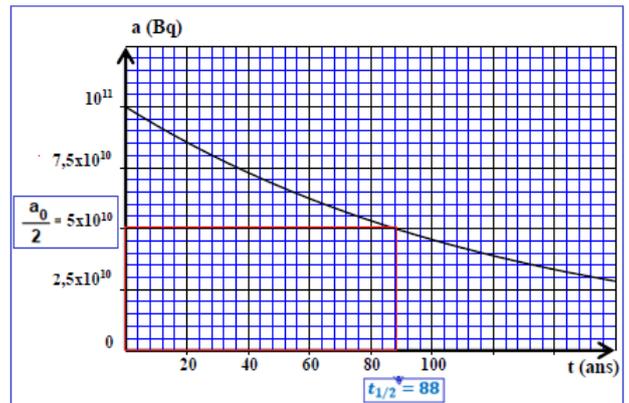
Lois de Soddy : $\begin{cases} 238 = A + 4 \\ 94 = Z + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 238 - 4 = 234 \\ Z = 94 - 2 = 92 \end{cases} \Rightarrow {}_Z^AX = {}_{92}^{234}\text{U}$



2.1-Le temps de demi-vie :

A $t = t_{1/2}$ on a : $a(t_{1/2}) = \frac{a_0}{2} = \frac{10^{11}}{2} = 5 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$

Graphiquement on trouve : $t_{1/2} = 88 \text{ ans}$



2.2-La valeur de λ :

On a : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

A.N : $\lambda = \frac{\ln 2}{88} \Rightarrow \boxed{\lambda \approx 7,88 \cdot 10^{-3} \text{ ans}^{-1}}$

2.3-Le nombre N_0 :

On a : $a_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{a_0}{\lambda}$

A.N : $N_0 = \frac{10^{11}}{7,88 \cdot 10^{-3} (365 \times 24 \times 3600 \text{ s})^{-1}} \Rightarrow \boxed{N_0 = 4 \cdot 10^{20}}$

3-La durée t_{max} :

On a : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ A $t = t_{\text{max}}$ On a : $N = N_0 - 0,3 N_0 = 0,7 N_0$

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{\text{max}}} \Rightarrow 0,7 N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{\text{max}}} \Rightarrow 0,7 = e^{-\lambda \cdot t_{\text{max}}} \Rightarrow \ln(0,7) = -\lambda \cdot t_{\text{max}}$$

$$t_{\text{max}} = -\frac{1}{\lambda} \cdot \ln(0,7)$$

$$t_{\text{max}} = \frac{1}{7,88 \cdot 10^{-3}} \times \ln\left(\frac{1}{0,7}\right) \Rightarrow \boxed{t_{\text{max}} = 45,26 \text{ ans}}$$

Exercice 4

I- Réponse d'un dipôle RC :

1-L'équation différentielle vérifiée par u_C :

Loi d'additivité des tensions : $E = u_R + u_C$

Loi d'ohm : $u_R = Ri$

On a : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C \cdot u_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$

$$R \cdot i + u_C = E \Rightarrow R \cdot C \frac{du_C}{dt} + u_C = E \Rightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot u_C = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{RC} \cdot u_C + \frac{E}{RC}$$

2-La valeur de la capacité :

La courbe $\frac{du_C}{dt} = f(u_C)$ est affine son équation s'écrit :

$\frac{du_C}{dt} = a \cdot u_C + b$ tel que a est le coefficient directeur :

$$a = \frac{\Delta\left(\frac{du_C}{dt}\right)}{\Delta u_C} = \frac{1000 - 0}{0 - 12} = -83,3 \text{ s}^{-1}$$

On comparant les deux équations : $\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{RC} \cdot u_C + \frac{E}{RC}$ et $\frac{du_C}{dt} = a \cdot u_C + b$

On déduit :

$$-\frac{1}{RC} = a \Rightarrow C = -\frac{1}{R \cdot a} = -\frac{1}{10^3 \times (-83,3)} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ F}$$

$$C = 12 \mu\text{F}$$

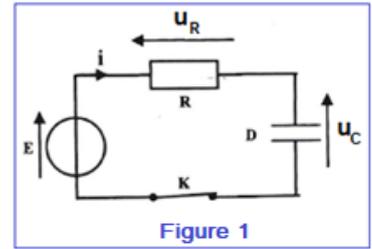


Figure 1

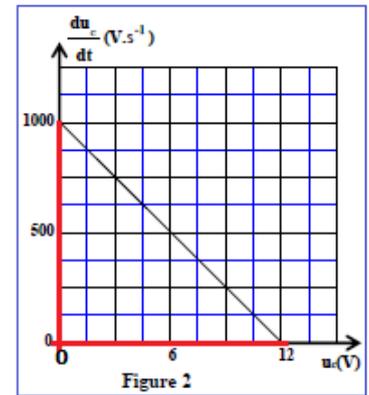


Figure 2

II-Oscillations électriques non amorties :

1-Régime d'oscillations :

Régime périodique.

2-Equation différentielle Vérifiée par la charge $q(t)$:

Loi d'additivité des tensions : $u_L + u_C = 0$

Loi d'ohm : $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

On a : $q = C \cdot u_C \Rightarrow u_C = \frac{q}{C}$

$$\begin{cases} i = \frac{dq}{dt} \\ \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} \end{cases}$$

$$L \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L \cdot C} \cdot q = 0$$

3-L'expression de T_0 :

La solution de l'équation différentielle : $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$ par dérivation on obtient :

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

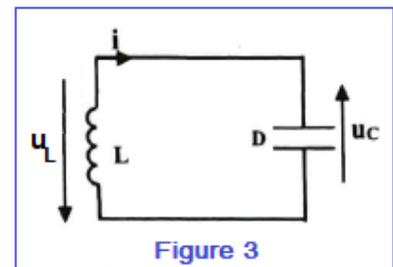


Figure 3

On remplace dans l'équation différentielle : $-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 q(t) + \frac{1}{L.C} \cdot q(t) = 0$

$$q(t) \left[-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{L.C} \right] = 0$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{L.C} = 0 \Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{1}{L.C} \Rightarrow \frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{T_0}{2\pi} = \sqrt{LC}$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

4-La valeur de T_0 :

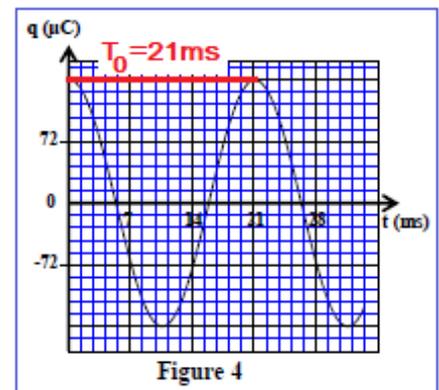
D'après la figure 4 on a : $T_0 = 21 \text{ ms}$

5-Déductuin de la valeur de L :

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

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C} \leftarrow T^2 = 4\pi^2 L.C$$

A.N : $L = \frac{(21 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 12 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow L \approx 0,92 \text{ H}$



III-Modulation d'amplitude :

1-Définition :

La modulation d'amplitude consiste à faire varier **l'amplitude** d'un signal de fréquence élevée, **le signal porteur**, en fonction d'un signal de basse fréquence (signal modulant). Ce dernier contient l'information à transmettre.

2-Graphiquement :

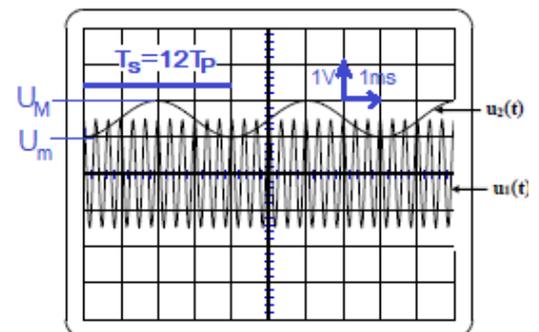
2.1-Fréquence F_P et f_s :

$$12T_P = 4 \text{ div} \times 2 \text{ ms/div} \Rightarrow T_P = \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ s}}{12} = \frac{1}{1500} \text{ s}$$

$$F_P = \frac{1}{T_P} \Rightarrow F_P = 1500 \text{ Hz}$$

$$T_S = 4 \text{ div} \times 2 \text{ ms/div} = 8 \text{ ms} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$f_s = \frac{1}{T_S} = \frac{1}{8 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow f_s = 125 \text{ Hz}$$



2.2-La valeur de S_m et U_0 :

$$S_m = \frac{U_M - U_m}{2} = \frac{(2 \text{ div} - 1 \text{ div}) \times 1 \text{ V/div}}{2} \Rightarrow S_m = 0,5 \text{ V}$$

$$U_0 = \frac{U_M + U_m}{2} = \frac{(2 \text{ div} + 1 \text{ div}) \times 1 \text{ V/div}}{2} \Rightarrow U_0 = 1,5 \text{ V}$$

2.3-Qualité de la modulation d'amplitude :

Calculons le taux de la modulation : $\tau = \frac{S_m}{U_0} = \frac{0,5}{1,5} = 0,33 \Rightarrow \tau < 1$

Comparons F_P et f_s : $F_P = 1500 \text{ Hz}$ et $f_s = 125 \text{ Hz} \Rightarrow F_P \geq 10 f_s$

La modulation est de bonne qualité.

Exercice 5

1-Phase 1 : Parachute fermé

1.1-Nature du mouvement :

La trajectoire est rectiligne et

La courbe $v = f(t)$ est linéaire son équation s'écrit : $v = at$ tel a est le coefficient directeur il représente l'accélération $a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{cte}$

La trajectoire est rectiligne, donc le mouvement de G est **rectiligne uniformément varié**.

1.2-Le parachute est-il en chute libre ?

Considérons que le parachute est en chute libre :

Bilan des forces : \vec{P} : poids du parachute.

Application de la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$

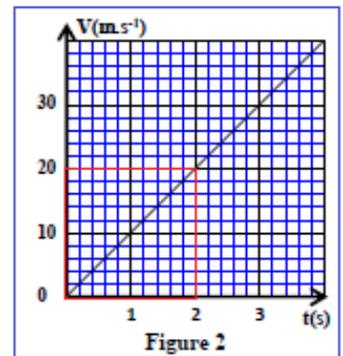
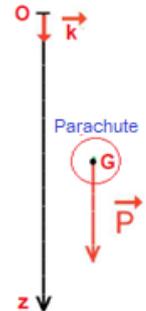
$$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$$

Projection sur l'axe (o, \vec{k}) : $a_G = g$

Le coefficient directeur de la courbe de la figure 2 s'écrit :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{2 - 0} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Donc $a = g$ d'où **le mouvement du parachute est une chute libre**.



2-Phase 2 : Parachute ouvert

2.1-L'équation différentielle :

Système étudié : {parachute}

Bilan des forces :

- \vec{P} : Poids du parachute
- \vec{F} : Force de frottement de l'air

Application de la deuxième loi de Newton :

$$\vec{P} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G \Leftrightarrow m \cdot g \vec{k} - \alpha v^2 \cdot \vec{k} = m \cdot \vec{a}_G$$

Projection sur l'axe (o, \vec{k}) : $mg - \alpha \cdot v^2 = m \cdot a \Rightarrow a = g - \frac{\alpha}{m} \cdot v^2$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\alpha}{m} \cdot v^2 = g$$

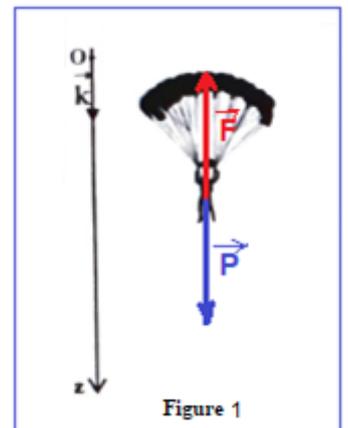
2.2-L'expression de la vitesse limite :

En régime permanent la vitesse reste constante : $v = v_\ell = \text{cte}$, donc : $\frac{dv}{dt} = 0$

L'équation différentielle s'écrit : $\frac{\alpha}{m} \cdot v_\ell^2 = g \Rightarrow v_\ell^2 = \frac{g \cdot m}{\alpha} \Rightarrow v_\ell = \sqrt{\frac{g \cdot m}{\alpha}}$

2.3-La détermination graphique de v_ℓ :

$$v_\ell = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



2.4-La valeur α :

$$\text{On a : } v_\ell = \sqrt{\frac{g \cdot m}{\alpha}} \Rightarrow v_\ell^2 = \frac{g \cdot m}{\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{g \cdot m}{v_\ell^2}$$

$$\text{A.N : } \alpha = \frac{10 \times 100}{5^2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}}$$

3-La distance d :

Le parachute parcourt la hauteur $h = 660 \text{ m}$ en une durée $\Delta t = 60 \text{ s}$ tel que :

$$h = d_1 + d + d'$$

d_1 : La distance parcourue pendant la phase 1, mouvement de G est uniformément varié.

$$x = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t + x_0 = 5t^2$$

$$d_1 = \frac{1}{2}g\Delta t_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4^2 = 80 \text{ m}$$

d' : La distance parcourue pendant la phase 2 en régime permanent sa durée est $\Delta t'$, le mouvement de G est rectiligne uniforme.

$$v_\ell = \frac{d'}{\Delta t'} \Rightarrow d' = v_\ell \cdot \Delta t'$$

Détermination de $\Delta t'$ on a : $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t' + \Delta t''$ tel que $\Delta t''$ la durée de régime initial de la phase 2, graphiquement on trouve : $\Delta t'' = 30 \text{ s}$.

$$\Delta t' = \Delta t - \Delta t_1 - \Delta t'' = 70 - 4 - 30 = 36 \text{ s}$$

$$d' = v_\ell \cdot \Delta t' = 5 \times 36 = 180 \text{ m}$$

Déduction de la distance d parcourue pendant la phase 2 en régime initial :

$$h = d_1 + d + d' \Rightarrow d = h - d_1 - d' \Rightarrow d = 660 - 80 - 180 \Rightarrow \boxed{d = 400 \text{ m}}$$

