RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE ZIGUINCHOR

Année académique : 2023 - 2024

corrigé épreuve sciences physiques TS2 du 2nd semestre **DUREE : 4h**

EXERCICE 1 : (03,5 points)

1.1.

1.1.1 Nature de la base

Comparons le pH de la solution et pKe + log Cb

$$\begin{cases} \text{pKe} + \log \text{Cb} = 14 + \log 6{,}93.10^{-2} = 12{,}8 \\ \text{pH} = 11{,}8 \end{cases} \Longrightarrow \text{pH} \neq pKe + \log Cb$$

Donc B est une base faible 0,25

1.1.2 Equation bilan de la réaction

$C_2H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_2H_8N^+ + OH^-$ 0,25

1.1.3 Déterminons théoriquement le pKa du couple acide-base relatif au composé B.

pH = pka + log $\frac{[C_2H_7N]}{[C_2H_8N^+]} \Longrightarrow$ pka = pH - log $\frac{[C_2H_7N]}{[C_2H_8N^+]}$

Déterminons $[C_2H_7N]$ et $[C_2H_8N^+]$

Equation d'électroneutralité : $[C_2H_8N^+] + H_3O^+ = OH^-$

$$[C_2H_8N^+] = OH^- - [H_3O^+] \quad (1)$$

or $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11{,}8} \Longrightarrow [H_3O^+] = 1{,}58.10^{-12}\ mol.L^{-1}$

$\Longrightarrow [OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{pH-pKe}$ AN : $[OH^-] = 10^{11{,}8-14} = 6{,}31.10^{-3} \Longrightarrow [OH^-] = 6{,}31.10^{-3}$ mol.L^{-1}

$\Longrightarrow [H_3O^+]$ est négligeable devant $[OH^-]$ donc (1) devient $[C_2H_8N^+] = OH^- = 6{,}31.10^{-3}$ mol.L^{-1}

Conservation de la matière : $[C_2H_7N] = [C_2H_7N]_{initiale} - [C_2H_7N]_{réagie} = Cb - [OH^-]$

$[C_2H_7N] = 6{,}93.10^{-2} - 6{,}31.10^{-3} \Longrightarrow [C_2H_7N] = 6{,}30.10^{-2}$

pka = pH - log $\frac{[C_2H_7N]}{[C_2H_8N^+]}$ = 11,8 – log $\frac{6{,}30.10^{-2}}{6{,}31.10^{-3}} \Longrightarrow$ pKa = 10,8 0,5

1.2.

0,25

1.2.1 La courbe présente un point d'inflexion avant l'équivalence. Donc c'est une base faible.

1.2.2 Déterminons graphiquement les coordonnées du point E

On trouve E$\begin{pmatrix} pH_E = 6 \\ Va_E = 20{,}4\ mL \end{pmatrix}$ 0,25

1.2.3 Précisons en justifiant la nature et la composition de la solution au point équivalent
A l'équivalence, la base faible et l'acide fort se sont neutralisés et $pH_E < 7$ donc le mélange est acide ; il est constitué de l'acide conjugué de la base faible C_2H_7N 0,5

1.2.4

- Définition de la demi-équivalence 0,25
- A la demi-équivalence le mélange est une **solution tampon** car le mélange est constitué d'un mélange équimolaire de la base faible et de son acide conjugué 0,25
- Rappelons une propriété caractéristique de ce mélange. :

le pH d'une solution tampon varie faiblement lors de l'addition d'une quantité modérée d'acide fort ou de base forte. 0,25

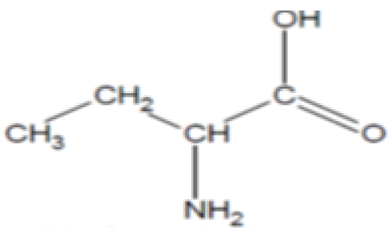
1.2.5 Déterminons graphique du pKa
A partir de la courbe $VaE_{1/2} = 10,2$ mL$\Longrightarrow$ $pH_{1/2} = 10,8 = pKa(graph)$. On remarque que $pKa_{th} = pKa_{graph} = 10,8$ 0,25

1.3. 0,25
1.3.1 On appelle « zone de virage » d'un indicateur coloré, l'intervalle de pH dans lequel l'indicateur change de coloration.
1.3.2 Choix de l'indicateur coloré
L'indicateur coloré le plus approprié est celui dont la zone de virage contient le pH à l'équivalence : dans ce dosage, c'est le bleu de bromothymol (B.B.T). 0,25

EXERCICE 2: (04,5 points)
2.1.
2.1.1. Vérifions que la formule brute de B s'écrit ***C₄H₉NO₂***, en calculant les valeurs de x, y et z.

$$\frac{12x}{46,6} = \frac{y}{8,74} = \frac{16z}{31,07} = \frac{14}{13,59} \Longrightarrow \begin{cases} x = 4 \\ y = 9 \\ z = 2 \end{cases} \Longrightarrow C_4H_9NO_2.$$ 01

2.1.2. Formule semi-développée de B et son nom dans la nomenclature officielle. **(0,5 pt)**



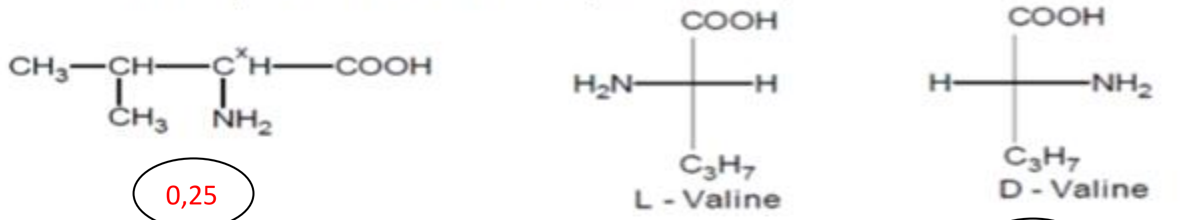
0,25

B : acide 2-amino butanoïque 0,25

2.2.

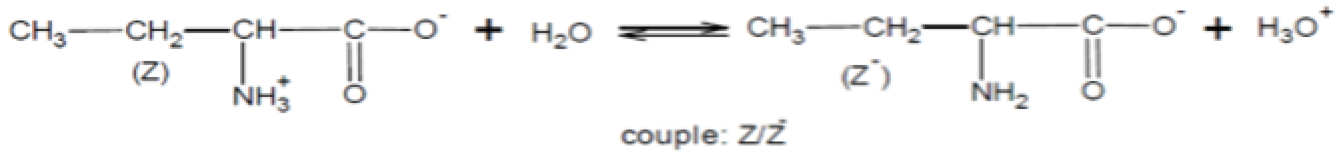
2.2.1. Montrons que la molécule de valine est chirale.
Donnons la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et nommons-les.

Elle comporte un seul carbone asymétrique (C*).

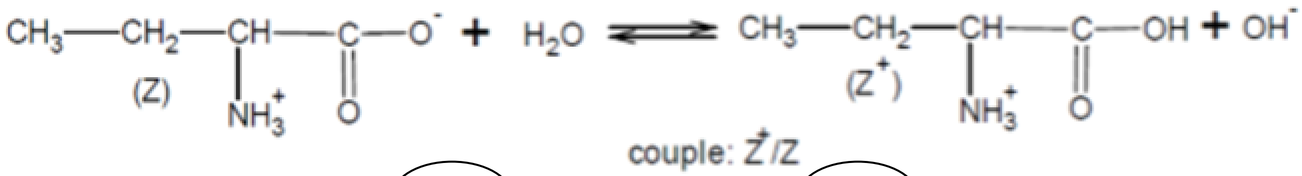


0,25 0,25 0,25

2.2.2. En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire, appelé zwittérion. Ecrivons les équations des deux réactions du zwittérion sur l'eau en mettant en évidence les couples acido-basiques de pK_A 2,4 et 9,8.



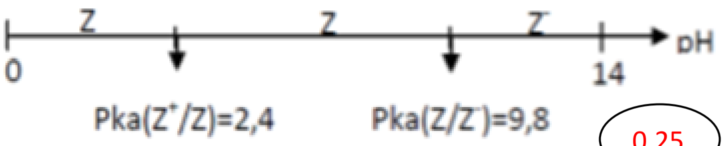
0,25 0,25



0,25 0,25

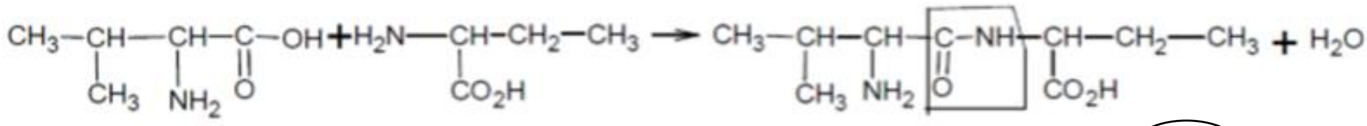
2.2.3. Après avoir attribué à chacun des couples le pK_A qui lui correspond, justification à l'appui, indiquons sur une échelle des pH les domaines de prédominance de chaque forme ionisée.

0,25



0,25 0,25

2.3. On désire synthétiser un dipeptide D par condensation de B avec la Valine.
Ecrivons, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que B est l'acide α-aminé C–terminal. Entourons la liaison peptidique. Décrivons le principe de la synthèse.



Bloquer les groupes ($-NH_2$) de la valine et ($-CO_2H$) de B ; activer le groupe ($-CO_2H$) de la valine. 0,5

<u>EXERCICE 3</u>: (04 points)

<u>3.1.</u> <u>ACCELERATION DES IONS</u>.

<u>3.1.1.</u> Signe et valeur absolue de la tension U_{P1P2}.

<u>TEC</u> : $\Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = q(V_{P1} - V_{P2}) = qU_{P1P2}$

$\Rightarrow E_{Cf} = qU_{P1P2} > 0$ or $q < 0 \Rightarrow U_{P1P2} < 0$ 0,25

$E_{Cf} = |q||U_{P1P2}| \Rightarrow |U_{P1P2}| = \frac{E_{Cf}}{|q|}$ **<u>AN</u>:** $|U_{P1P2}| = \frac{1{,}6.10^{-15}}{2\times1{,}6.10^{-19}} = 5000$ V 0,25

<u>3.1.2.</u> Exprimons le carré de la vitesse V_3 de l'ion ${}^{x}O^{2-}$ en T_2 en fonction de x et de u.

$E_{Cf} = \frac{1}{2}m_3V_3^2 \Rightarrow V_3^2 = \frac{2E_{Cf}}{m_3} = \frac{2E_{Cf}}{x.u} \Rightarrow \boldsymbol{V_3^2 = \frac{3{,}2.10^{-15}}{x.u}}$ 0,25

<u>3.1.3.</u> Déduisons en la valeur entière x du nombre de masse de l'ion ${}^{x}O^{2-}$.

$V_1^2 = \frac{3{,}2.10^{-15}}{16.u} \Rightarrow \frac{V_3^2}{V_1^2} = \frac{16\,u}{x.u} = \frac{16}{x} = \frac{8}{9} \Rightarrow x = 18$ 0,5

<u>3.2</u>. <u>FILTRE DE VITESSE</u>.

<u>3.2.1.</u> Le sens du champ magnétique $\vec{B}$.

$\vec{F_e} + \vec{F_m} = \vec{0}$ or $V_M - V_N > 0 \Rightarrow V_M > V_N$ donc $\vec{E}$ est dirigé de M→ N

Or q< 0 ⇒ $\vec{F_e}$ et $\vec{E}$ sont de sens contraire donc $\vec{F_e}$ est dirigé de N→ M

Or $\vec{F_m} = -\vec{F_e} \Rightarrow \vec{F_m}$ est dirigé de M→ N. D'après la règle de la main droite $\vec{B}$ est sortant. 0,25

<u>3.2.2.</u> Exprimons B en fonction de v_2 (vitesse de l'ion ${}^{17}O^{2-}$), U, et d.

$\vec{F_m} = -\vec{F_e} \Rightarrow |q|v_2B = |q|E \Rightarrow B = \frac{E}{v_2}$ or $E = \frac{U}{d} \Rightarrow B = \frac{U}{dv_2}$

$B = \frac{U}{dv_2}$, or $v_2 = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{17.u}} \Rightarrow B = \frac{U}{d.\sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{17.u}}}$ 0,25

<u>AN</u> : $B = \frac{1{,}68.10^3}{0{,}2\times\sqrt{\frac{3{,}2.10^{-15}}{17\times1{,}67.10^{-27}}}} = 2{,}5.10^{-2}$ T $\Rightarrow$ $\boldsymbol{B = 25}$ **mT** 0,25

Inspection d'Académie de Ziguinchor, quartier Escale, Rue Lieutenant Truch
B.P. : 44 ZiguinchorTél. 33 991 11 05 Fax : 33 991 19 77
Email : iaziguinchor@education.sn
www.iaziguinchor.educ.sn

3.2.3. Précisons, justification à l'appui, le sens de déviation des ions $^{16}O^{2-}$ et $^{x}O^{2-}$.

$$v_1 = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{16.u}} \ ; \ v_2 = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{17.u}} ; \ v_3 = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{18.u}}$$

$$18.u > 17.u > 16.u \Rightarrow \frac{1}{18.u} < \frac{1}{17.u} < \frac{1}{16.u} \Rightarrow \frac{2.E_{Cf}}{18.u} < \frac{2.E_{Cf}}{17.u} < \frac{2.E_{Cf}}{16.u} \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{18.u}} < \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{17.u}} < \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{16.u}} \Rightarrow v_3 < v_2 < v_1$$

- $v_3 < v_2 \Rightarrow Bv_3 < Bv_2$ or $E = Bv_2 \Rightarrow Bv_3 < E \Rightarrow |q|v_3B = |q|E \Rightarrow F_m < F_e$ donc les ions $^{18}O^{2-}$ seront déviés vers le bas. 0,25
- $v_2 < v_1 \Rightarrow Bv_2 < Bv_1$ or $E = Bv_2 \Rightarrow E < Bv_1 \Rightarrow |q|E = |q|v_1B \Rightarrow F_e < F_m$ donc les ions $^{16}O^{2-}$ seront déviés vers le haut. 0,25

3.2.4. La distance entre les plaques pour que les ions $^{16}O^{2-}$ ne soient pas déviés.

$$B = \frac{U}{d'v_1} \Rightarrow d' = \frac{U}{Bv_1} \text{ avec } v_1 = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{16.u}} \Rightarrow d' = \frac{U}{B\sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{16.u}}}$$

AN : $d' = \dfrac{1{,}68.10^3}{25.10^{-3}\sqrt{\dfrac{3{,}2.10^{-15}}{16\times1{,}67.10^{-27}}}} = 0{,}02$ m 0,25

3.3. SPECTROGRAPHE DE MASSE.

3.3.1. Le sens de ce champ $\vec{B}_0$ pour que les ions soient déviés vers les y positifs ?

$\vec{B}_0$ est sortant 0,25

3.3.2. Plan du mouvement des ions dans le spectrographe de masse ? Justification de la réponse.

$$\vec{F}_m = q\vec{v}\wedge\vec{B}_0 = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v}\wedge\vec{B}_0 \text{ or } \vec{a} \perp \vec{B}_0 \Rightarrow a_z = 0 \Rightarrow \frac{dv_z}{dt} = 0 \Rightarrow v_z = cste = v_{0z} = 0$$

On a $v_z = \frac{dz}{dt} = 0 \Rightarrow z = cste$

Le mouvement s'effectue dans le plan (XOY) $\perp$ à $\vec{B}_0$ 0,25

3.3.3. Montrons que le mouvement des électrons dans la zone où règne le champ $\vec{B}_0$ est circulaire et uniforme.

$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v}\wedge\vec{B}_0$ or $\vec{a} \perp \vec{v}$ et $\vec{v}$ tangent à la trajectoire $\Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n$ or $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau \Rightarrow a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0$

$\Rightarrow v = cste$ donc **M.U**

$a_n = \frac{|q|}{m} v B_0 = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B_0}$ = cste donc **M.C.U** 0,25

3.3.4. La distance entre les points d'impact des ions $^{16}O^{2-}$ et des ions $^{x}O^{2-}$.

$$R = \frac{mv}{|q|B_0} \text{ or } v = \sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{A.u}} \Rightarrow R = \frac{A.u}{2eB_0}.\sqrt{\frac{2.E_{Cf}}{A.u}} = \frac{1}{2eB_0}\sqrt{2.E_{Cf}.A.u}$$

$$d = 2(R_3 - R_1) = \frac{\sqrt{2.E_{Cf}.u}}{eB_0}(\sqrt{18} - \sqrt{16})$$

AN :

$$d = \frac{\sqrt{3{,}2.10^{-15}\times 1{,}67.10^{-27}}}{1{,}6.10^{-19}\times 0{,}5}(\sqrt{18} - \sqrt{16}) = 0{,}007 \text{ m} ; \quad \boldsymbol{d = 0{,}7\ cm}$$ 0,25

3.3.5. Calcul du nombre d'ion $^{17}O^{2-}$ qui ont été collectés.

$|q| = I.\Delta t = Ne \Rightarrow N = \frac{I.\Delta t}{e}$; **AN** : $N = \frac{18{,}2.10^{-6}\times 60.10^{-3}}{1{,}6.10^{-19}} = 6{,}825.10^{12}$

$\boldsymbol{N = 6{,}825.10^{12}}$ **ions** 0,25

EXERCICE 4: (03,5 points)

4.1- Etude de la charge du condensateur :

4.1.1- Expression de la charge q en fonction du temps :

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt \ ; \quad \int dq = \int idt \quad or \quad i = I = cste \Rightarrow q = I.t + cste \quad à\ t=0\ q=0 \Rightarrow cste = 0$$

on tire $q = I.t$ 0,25

4.1.2- Déduction par exploitation graphique : 0,25

a) La capacité C du condensateur : le graphe implique q = $2{,}25.10^{-4}.U_{AB}$ or q = $C.U_{AB}$ donc **C = $2{,}25.10^{-4}$F.**

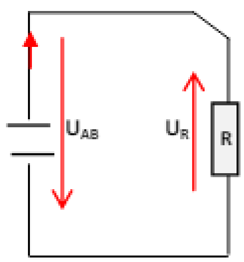
b) Date à laquelle U_{AB} = 1,8 V :

$si\ U_{AB} = 1{,}80V \quad q = 400.10^{-6}C \quad or \quad q = I.t \Rightarrow t = \frac{q}{I} \quad A.N : t = \frac{400.10^{-6}}{17.10^{-6}} = 23{,}5s. \qquad t = 23{,}5s.$ 0,25

4.2- Etude de la décharge du condensateur :

4.2.1- Equation différentielle :

D'après la loi des mailles, on a : $U_R + U_{AB} = 0$ *implique* $Ri + U_{AB} = 0$ 0,5



$$i = \frac{dq}{dt} \quad or \quad q = Cu_{AB} \Rightarrow i = C.\frac{du_{AB}}{dt} \Rightarrow RC.\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

Cette équation est de la forme $\frac{1}{\beta}\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$ avec $\beta = \frac{1}{RC}$ 0,25

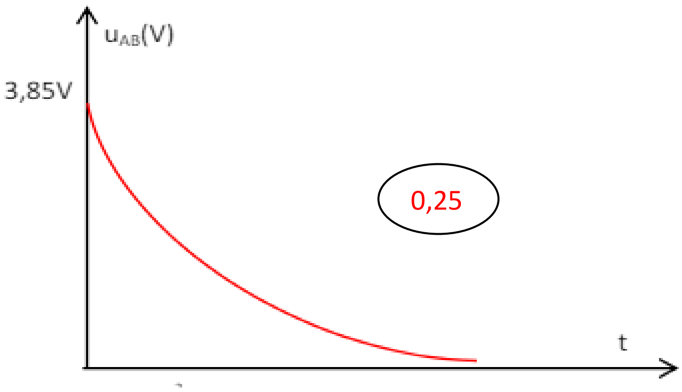
4.2.2- La constante $\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\beta}}$ = RC est appelée constante de temps. Elle caractérise la durée de la décharge du condensateur. 0,25 0,25

4.2.3.

a) La valeur de $\boldsymbol{\alpha}$: $U_{AB}=\alpha e^{-\beta t}$

A t = 0, U_{AB} = 3,85 V implique 3,85 = αe^0 implique $\boldsymbol{\alpha}$ **= 3,85 V** 0,25

Ebauche de la courbe U_{AB} = f(t) :



b) Expression et calcul de l'énergie :

$E_0 = \frac{1}{2} C\, U_o^2$ AN : E_o = 0,5 x $2{,}25.10^{-4}$ x $3{,}85^2$ = $\mathbf{1{,}67.10^{-3}}$ **J** 0,25 0,25

c) La puissance moyenne :

$\mathbf{P_m} = \frac{Eo}{\Delta t}$ A.N : $P_m = \frac{1{,}67.10^{-3}}{0{,}1.10^{-3}} = 16{,}7\,W$ $P_m = 16{,}7\,W$ 0,5

EXERCICE 5 : **(04,5 points)**

5.1.

5.1.1. Equation différentielle : appliquons la relation fondamentale de la dynamique :

$$\vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$$

Projetons sur l'axe (x'x) : $\vec{T}_x + \vec{P}_x + \vec{R}_x = m.\vec{a}_x$

$\Rightarrow -T\vec{i} + \vec{0} + \vec{0} = m.a\vec{i} \Rightarrow$ -T = m.a $\Rightarrow$ -K.x = m.a $\Rightarrow$ m.a + K.x = 0

On a : $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, on écrit : $m.\frac{d^2x}{dt^2} + Kx = 0$ ou $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m}x = 0$ **0,25**

0,25

5.1.2. On obtient une équation différentielle du second ordre de la forme : $\frac{d^2x}{dt^2} + \boldsymbol{w_0^2}x = 0$ avec $\boldsymbol{w_0} = \sqrt{\frac{K}{m}}$

5.1.3. Vérification : $x(t) = X_m \sin(w_0 t + \varphi_x) \xrightarrow{eq.\,diff} -w_0^2 X_m \sin(w_0 t + \varphi_x) + w_0^2 X_m \sin(w_0 t + \varphi_x) = 0$

5.1.4. $E_m = E_c + E_{Pe} \Rightarrow$ $E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ **0,25** **0,25**

5.1.5. $\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2}m.2v\frac{dv}{dt} + \frac{1}{2}k.2x\frac{dx}{dt} = m.v\frac{dv}{dt} + k.x\frac{dx}{dt}$

On a : $\frac{dx}{dt} = v$ et $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, il vient que : $\frac{dE_m}{dt} = v.\left(m.\frac{d^2x}{dt^2} + k.x\right) = 0$ d'après l'équation différentielle.

E_m se conserve. 0,25 (pour x = X_m, v = 0) ⇒ $E_m = \frac{1}{2}k.x_m^2$ 0,25 0,25

5.1.6. E_m se conserve ⇒la courbe (**a**) représente **E_m = f(t).** 0,25 Graphiquement **E = 25.10^{-3} J.**

5.1.7. Graphiquement : **X_m = 5.10^{-2} m** 0,25

5.1.8. $E_m = \frac{1}{2}k.X_m^2$ ⇒ $k = \frac{2E}{X_m^2}$ AN : $\frac{2 \text{ x } 25^{-3}}{(5.10^{-2})^2}$ $\boldsymbol{k = 20\ N.m^{-1}}$ 0,25

5.2.

5.2.1. Pour x = 0, v = V_m on a $E_m = \frac{1}{2}mV_m^2$ ⇒ $m = \frac{2E_m}{V_m^2}$ **AN** : $m = \frac{2 \text{ x } 25.10^{-3}}{(0,5)^2}$ **m = 0,2 kg**. 0,25

5.2.2. $\boldsymbol{\omega_0} = \sqrt{\frac{k}{m}}$ **AN** : $\boldsymbol{\omega_0} = \sqrt{\frac{0,2}{20}}$ **ω_0= 10 rad.s^{-1}.** 0,25

5.2.3. A t = 0, $x(0) = x_0$ ⇒ $X_m = \sin\varphi_x = x_0 \begin{cases} v(0)=0 \rightarrow w_0X_m\cos\varphi_x=0 \\ x_0>0 \rightarrow \sin\varphi_x \end{cases} \rightarrow \varphi_x = \frac{\pi}{2}$ 0,25

Il vient alors que : $x(t) = 5.10^{-2}\sin\left(10.t + \frac{\pi}{2}\right)(en\ m)$. 0,25

5.3.

5.3.1. Le régime oscillatoire est pseudopériodique. 0,25

L'amortissement des oscillations est dû aux frottements. 0,25

5.3.2. L'équation différentielle qui gère les oscillations amorties est :$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{h}{m}.\frac{dx}{dt} + \boldsymbol{\omega_0^2}x = 0.$

On a : $\frac{d^2x}{dt^2} + 0,5.\frac{dx}{dt} + 100x = 0$ donc par identification :

- $\frac{h}{m} = 0,5$ ⇒ h = 0,5 x m = 0,5 x 0,2 ⇒ h = 0,1 kg.s^{-1} 0,25
- $\boldsymbol{\omega_0^2} = 100$ ⇒ $\boldsymbol{\omega_0} = 10$ rad.s^{-1} 0,25

FIN DU SUJET