Y*

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2025
- الموضوع -

LLLLLLLLLLLLLLLLLLLL-LLLLL | RS - 31

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للامتحانات والتقييم والتوجيه
المركز الوطني للامتحانات المدرسية وتقييم التعلمات

4h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)	الشعبة المسلك

- ✓ *L'usage de la calculatrice scientifique* ***non programmable*** *est autorisé.*
- ✓ *La formule littérale doit être donnée avant l'application numérique et le résultat accompagné de son unité.*
- ✓ *Les exercices peuvent être traités séparément selon le choix du candidat(e).*

Le sujet comporte cinq exercices : un exercice de chimie et quatre exercices de physique.

Exercice 1: Chimie ***(7 points)***

- **Partie 1 :** Etude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque ;
- **Partie 2 :** Suivi temporel d'une réaction d'estérification.

Exercice 2: Les transformations nucléaires **(1,5points)**

- Datation d'une roche volcanique.

Exercice 3 : Les ondes lumineuses **(2points)**

- Détermination de la longueur d'onde d'une onde et le diamètre d'un fil.

Exercice 4: Electricité **(4,25 points)**

- **Partie 1 :** Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ;
- **Partie 2 :** Les oscillations électriques libres dans un circuit LC idéal **;**
- **Partie 3 :** Qualité de la modulation d'amplitude.

Exercice 5 : Mécanique **(5,25 points)**

- **Partie 1 :** Détermination de la composition de l'oxyde de fer magnétique ;
- **Partie 2 :** Mouvement d'un pendule pesant.

Exercice 1: Chimie (7 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

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

L'acide éthanoïque, également connu sous le nom d'acide acétique, est un acide organique de formule chimique CH_3COOH. Il est incolore, a une odeur piquante et liquide dans les conditions ordinaires.

Le vinaigre est généralement une solution aqueuse d'acide éthanoïque.

L'étiquette du flacon d'une solution commerciale S_0 de vinaigre porte les informations suivantes :

- Masse molaire : $M(CH_3COOH) = 60 g.mol^{-1}$;
- Densité : $d = 1,01$;
- Degré d'acidité : 6°.

Dans ce qui suit, l'acide éthanoïque est noté AH et sa base conjuguée est notée A^-.

On se propose dans cette partie de vérifier par dosage la valeur du degré d'acidité et étudier la solution obtenue à l'équivalence.

Données :

- Le degré d'acidité $X°$ signifie que 100g de solution commerciale de vinaigre contient $X g$ d'acide éthanoïque pur ;
- La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1 kg.L^{-1}$;
- La constante d'acidité du couple AH/A^- : $K_A = 1,58.10^{-5}$;
- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$.

On prépare une solution aqueuse S_A d'acide éthanoïque de concentration molaire C_A en diluant 100 fois la solution commerciale S_0.

On dose un volume $V_A = 10 mL$ de la solution S_A à l'aide d'une solution aqueuse S_B d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 10^{-2} mol.L^{-1}$.

A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, on obtient la courbe représentant les variations de $\log\left(\frac{[A^-]}{[AH]}\right)$ en fonction de V_B le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajoutée, avec $0 < V_B < V_{BE}$, V_{BE} étant le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence (figure 1).

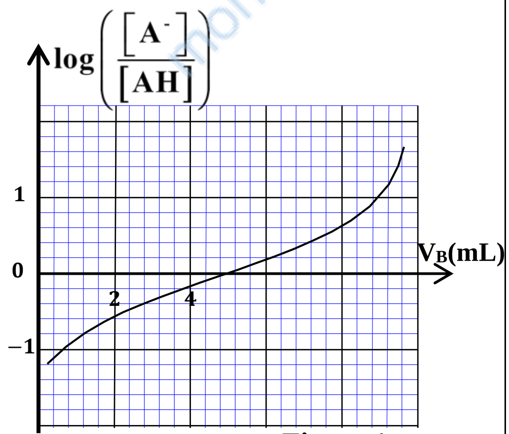


Figure 1

1- Ecrire l'équation modélisant la réaction du dosage. **(0,25pt)**

2- Trouver l'expression de $\frac{[A^-]}{[AH]}$ en fonction de V_B et V_{BE}. **(0,5pt)**

3- Montrer, en exploitant la courbe de la figure 1, que $V_{BE} = 10 mL$. **(0,5pt)**

4- Déterminer la valeur de C_A et vérifier celle du degré d'acidité de la solution S_0. **(0,75pt)**

5- Lorsque le volume de la solution S_B ajouté est $V_B = 1,2 mL$:

5-1- Calculer le pH du mélange réactionnel. **(0,5pt)**

5-2- Déduire, parmi les espèces chimiques AH et A^-, l'espèce prédominante dans le mélange. **(0,25pt)**

6- A l'équivalence, on obtient une solution aqueuse d'éthanoate de sodium $Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_{éq}$.

6-1- Montrer que : $C_{éq} = \frac{C_A.V_A}{V_A + V_{BE}}$. **(0,5pt)**

6-2- Trouver la valeur du pH de cette solution. **(0,5pt)**

Partie 2 : Suivi temporel d'une réaction d'estérification.

On étudie, dans cette partie, la réaction entre l'acide éthanoïque CH_3COOH et l'éthanol C_2H_5-OH.

L'équation modélisant la réaction chimique qui se produit s'écrit :

$$CH_3COOH_{(\ell)} + C_2H_5-OH_{(\ell)} \rightleftarrows E_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)}$$

On réalise trois expériences dont les conditions expérimentales sont décrites dans le tableau ci-dessous. $n_0(CH_3COOH)$ et $n_0(C_2H_5-OH)$ représentent respectivement les quantités de matière de l'acide éthanoïque et de l'éthanol à l'instant $t=0$.

L'expérience	$n_0(CH_3COOH)$ (mol)	$n_0(C_2H_5-OH)$ (mol)	Température
(a)	1,2	1,2	θ_1
(b)	1,2	1,2	$\theta_2 > \theta_1$
(c)	0,6	1,2	θ_1

Les courbes (1) et (2) de la figure 2 représentent l'évolution temporelle de la quantité de matière n_E du produit E formé dans les expériences (a) et (b). (T) représente la tangente à la courbe (2) à l'instant $t=0$.

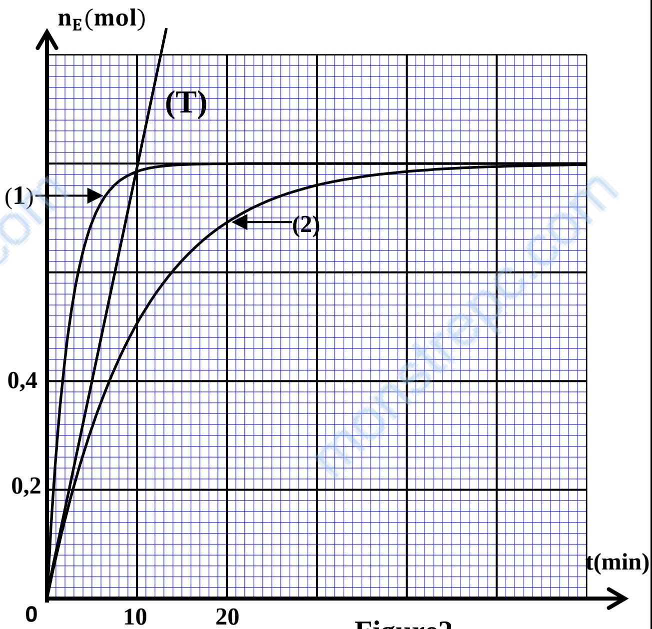


Figure2

1- Donner la formule semi développée et le nom du produit E. **(0,5pt)**

2- Identifier, en justifiant, parmi les courbes (1) et (2) celle qui correspond à l'expérience (a). Déduire r_a le rendement de la réaction dans l'expérience (a). **(0,5pt)**

3- Déterminer à $t=0$, en unité $mol.L^{-1}.min^{-1}$, la vitesse volumique de la réaction dans l'expérience correspondant à la courbe (2). Sachant que le volume du mélange réactionnel est : $V = 138mL$. **(0,5pt)**

4- Calculer la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction. **(0,5pt)**

5- Soit $r_c = 84,6\%$ le rendement de la réaction dans l'expérience (c).

Exprimer la constante d'équilibre K' de la réaction dans l'expérience (c) en fonction de r_c. Calculer sa valeur. **(0,75pt)**

6- Déduire l'influence de la composition initiale du mélange sur la constante d'équilibre. **(0,5pt)**

Exercice 2 : Datation d'une roche volcanique (1,5points)

Le potassium existe dans la nature sous forme de trois isotopes $^{39}_{19}K$, $^{40}_{19}K$ et $^{41}_{19}K$. Seul le potassium $^{40}_{19}K$ est radioactif. Il se désintègre en deux noyaux selon deux voies : 89% se transforme en noyaux de calcium $^{40}_{20}Ca$ et 11% en noyaux d'argon $^{40}_{18}Ar$.

Le but de cet exercice est la datation des roches volcaniques par la méthode Potassium-Argon.

Donnée : La demi-vie du potassium 40 : $t_{1/2} = 1,25.10^9$ an.

Les roches volcaniques contiennent du potassium naturel. Parmi les isotopes qui existent dans ces roches on trouve le potassium 40.

On considère que la roche ne contient pas d'argon ni de calcium à l'instant de sa formation.

Pour dater une roche volcanique on se base sur le pourcentage de potassium 40 et celui de l'argon 40.

Un géologue a analysé une roche volcanique de masse m, il a trouvé à un instant t_a la proportion suivante :

$r=\dfrac{N(^{40}_{18}Ar)}{N(^{40}_{19}K)}=0,4$. Avec :

- $N(^{40}_{19}K)$: le nombre de noyaux $^{40}_{19}K$ présents dans la roche à l'instant t_a ;
- $N(^{40}_{18}Ar)$: le nombre de noyaux $^{40}_{18}Ar$ présents dans la roche à l'instant t_a .

1- Définir un noyau radioactif. **(0,25pt)**

2- Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau $^{40}_{19}K$ en un noyau d'argon $^{40}_{18}Ar$. **(0,25pt)**

3- Montrer que $N(^{40}_{19}K)=\dfrac{11}{11+100.r}.N_0(^{40}_{19}K)$, avec $N_0(^{40}_{19}K)$ le nombre de noyaux $^{40}_{19}K$ à l'instant de la formation de la roche (t=0). **(0,5pt)**

4- Trouver l'expression de l'âge t_a de la roche volcanique en fonction de r et $t_{1/2}$ .Calculer t_a en an. **(0,5pt)**

Exercice 3 : Détermination du diamètre d'un fil et la longueur d'onde d'une onde (2points)

On s'intéresse dans cet exercice à la détermination du diamètre d'un fil et la longueur d'onde d'une lumière monochromatique.

Données :

- Célérité de la lumière dans l'air : $c=3.10^8 m.s^{-1}$;
- Pour les petits angles : $\tan(\theta)\simeq\theta$ où θ est exprimé en radian.

Pour déterminer le diamètre d d'un fil, on utilise la lumière rouge monochromatique émise par le laser hélium-néon dont la longueur d'onde dans l'air est $\lambda_0=633nm$.

On réalise l'expérience schématisée sur la figure 1.

On éclaire le fil de diamètre d par le faisceau laser et on observe sur un écran placé à une distance D du fil des taches lumineuses séparées par des taches sombres. La largeur de la tache centrale est L.

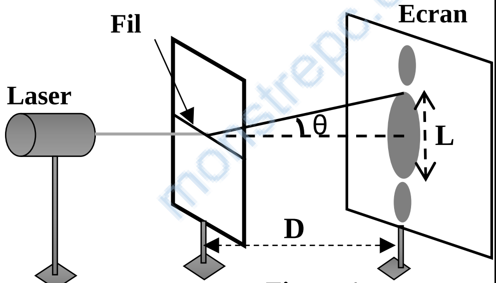


Figure 1

1- Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes:**(0,5pt)**

a- La largeur de la tache centrale obtenue sur l'écran sera plus grande si l'écran est approché du fil.

b- Lorsqu'une onde progressive sinusoïdale rencontre un obstacle de dimension très petite par rapport à sa longueur d'onde, elle subit une dispersion.

c- Lorsqu'on place un fil horizontal sur le chemin d'une onde lumineuse monochromatique, on obtient une figure de diffraction horizontale.

d- Le phénomène de diffraction est réalisable avec la lumière blanche.

2- On mesure la largeur de la tache centrale pour une distance $D=1,5m$, on trouve $L=3,4cm$.

Etablir, dans le cas où θ est petit, l'expression du diamètre d en fonction de D , L et λ . Calculer d. **(0,5pt)**

3- On change la source laser et on garde le même fil et la même distance $D=1,5m$.

3-1- Calculer la valeur de l'écart angulaire θ et celle de la fréquence ν de la lumière émise par cette nouvelle source laser, sachant que la largeur de la tache centrale devient $L'=3cm$. **(0,5pt)**

3-2- On éclaire avec cette source laser un verre d'indice $n=1,64$.

Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes : **(0,5pt)**

Lors du passage de l'onde lumineuse de l'air au verre :

a- la valeur de la fréquence de l'onde change.

b- la valeur de la longueur d'onde reste constante.

c- la vitesse de propagation de l'onde reste constante.

d- la couleur de la lumière correspondante ne change pas.

Exercice 4 : Electricité (4,25 points)

Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes

Partie 1 : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1 comportant :

- un générateur de tension de force électromotrice $E = 12V$;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 10\Omega$;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ;
- un interrupteur K ;
- une diode idéale D de tension seuil $U_s = 0$.

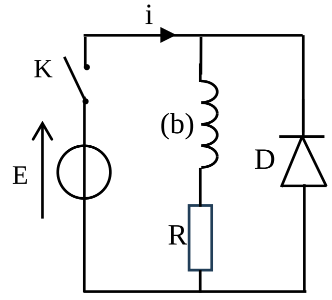


Figure 1

1- On ferme l'interrupteur K à un instant de date $t = 0$.

1-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique. **(0,25 pt)**

1-2- Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $u_R(t) = U_P(1 - e^{-t/\tau})$.

Trouver l'expression de la constante U_P et celle de τ en fonction des paramètres du circuit. **(0,5pt)**

2- Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe de la figure 2 représentant l'évolution de $\ln(U_p - u_R)$ en fonction du temps.

Trouver la valeur de r et celle de L. **(0,5pt)**

3- Déterminer l'instant t auquel l'énergie emmagasinée dans la bobine atteint 80% de sa valeur maximale. **(0,5pt)**

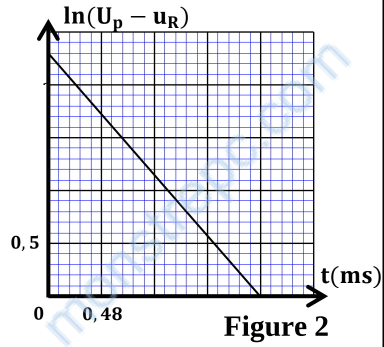


Figure 2

Partie 2 : Les oscillations électriques libres dans un circuit LC idéal

On considère le circuit LC idéal représenté sur la figure 3 comportant :

- un générateur de tension de force électromotrice E ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un interrupteur K à double position.

On place K en position (1) puis on le bascule en position (2) à un instant pris comme origine des dates (t=0).

L'équation différentielle vérifiée par u_L la tension aux bornes de la bobine s'écrit : $\frac{d^2u_L}{dt^2} + \frac{1}{LC}.u_L = 0$.

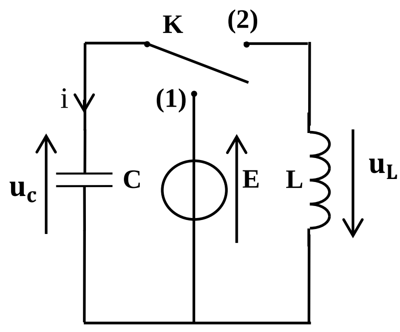
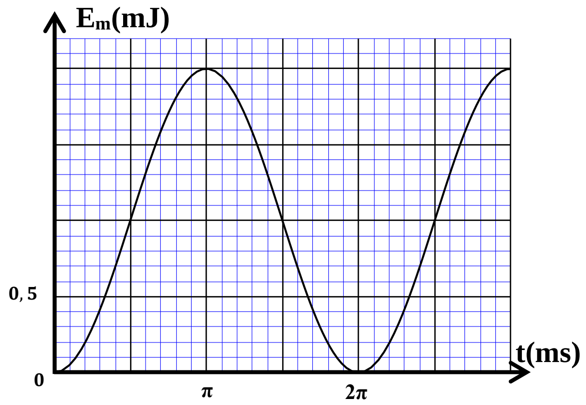


Figure 3

1- La solution de l'équation différentielle est : $u_L(t) = U_{Lm}.\cos(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi)$. Déterminer la valeur de φ et l'expression de U_{Lm} en fonction des paramètres du circuit. **(0,5pt)**

2- Un système d'acquisition adéquat a permis de tracer les deux courbes représentant les variations de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en fonction du temps et en fonction de u_L . (Figure 4)



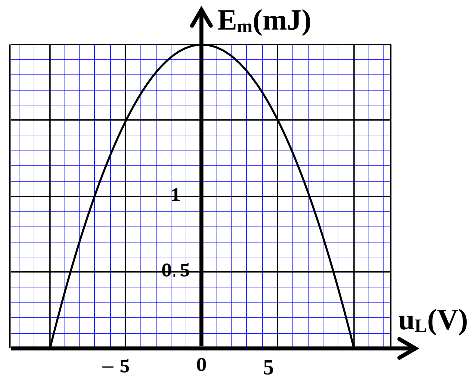


Figure 4

En utilisant ces deux courbes, vérifier que E=10V, et trouver la valeur de C et celle de L. **(0,75pt)**

Partie 3 : Qualité de la modulation d'amplitude

Afin de réaliser la modulation d'amplitude, on applique à :

- l'entré E_1 du multiplieur X, une tension $u_1(t)=s(t)+U_0$ avec U_0 la tension continue de décalage, et $s(t)=S_m\cos(2\pi.f.t)$ la tension modulante.

- l'entrée E_2 une tension $u_2(t)=P_m\cos(2\pi.F.t)$ avec $P_m=10V$ et $F>>f$.

On obtient à la sortie S du multiplieur la tension $u(t)$ modulée en amplitude telle que : $u(t)=K.u_1(t).u_2(t)$, avec K une constante positive qui caractérise le multiplieur **(figure 5)**.

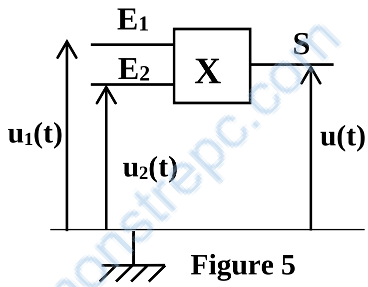


Figure 5

1- Trouver les expressions des amplitudes limites U_{max} et U_{min} de $u(t)$ en fonction de U_0, S_m, P_m et K . **(0,5pt)**

2- Pour s'assurer de la qualité de la modulation et déterminer la constante K du multiplieur, on visualise à l'aide d'un oscilloscope, la tension $u_1(t)$ sur la voie X et la tension $u(t)$ sur la voie Y.

En éliminant le balayage (Mode XY), on obtient le graphe représenté sur la figure 6.

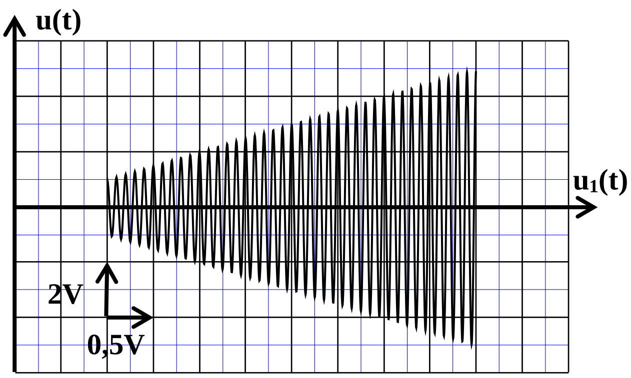


Figure 6

2-1- Soit $m=\dfrac{S_m}{U_0}$ le taux de modulation. Calculer m et déduire. **(0,5pt)**

2-2- Calculer K la constante qui caractérise le multiplieur. **(0,25pt)**

Exercice 5 : Mécanique (5,25points)

Les parties 1et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Détermination de la composition de l'oxyde de fer magnétique

La magnétite naturelle est constituée principalement d'oxyde de fer magnétique solide Fe_3O_4 qui est un composé ionique constitué d'ions oxygène O^{2-} et d'ions de fer.

Cette partie se propose la détermination du type d'ions de fer qui composent Fe_3O_4.

A cette fin, on utilise le dispositif schématisé sur la figure 1 constitué de :

- une chambre de dissociation (C1) dans laquelle le composé ionique Fe_3O_4 est dissocié en ions de fer et ions d'oxygène O^{2-} ;
- une chambre d'accélération (C2) dans laquelle les ions sont accélérés ;
- une chambre de déviation (C3) dans laquelle les trajectoires des ions sont déviées.

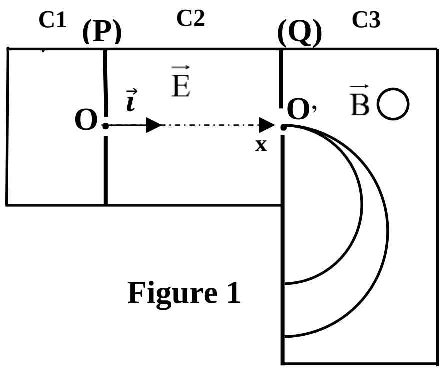


Figure 1

Données :

- On néglige le poids des ions devant les autres forces ;
- On symbolise l'ion de fer par $Fe^{\alpha+}$ avec $\alpha \in \mathbb{N}^*$;
- Tous les ions de fer ont la même masse $m = 9,269.10^{-26}\,kg$ indépendamment de leurs charges ;
- La charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19}\,C$;
- Les ions O^{2-} ne quittent pas la chambre (C1).

On étudie le mouvement des ions de fer dans un référentiel terrestre supposé galiléen.

1- A l'instant t=0, un ion de fer quitte sans vitesse initiale la chambre (C1) du point O, il est accéléré, dans la chambre (C2), par une tension électrique continue $U = V_P - V_Q = 100V$ appliquée entre les plaques métalliques verticales (P) et (Q) distantes de d. L'ion arrive au point O' avec une vitesse $\vec{v}_0$ horizontale de module v_0.

On repère la position de l'ion à un instant t par son abscisse x dans le repère $R(O;\vec{i})$.

1-1- Etablir les équations horaires $v(t)$ et $x(t)$ du mouvement d'un ion $Fe^{\alpha+}$ en fonction de α, e, U, m et d. **(0,5pt)**

1-2- Déduire que : $v_0 = \sqrt{\dfrac{2\alpha.e.U}{m}}$. **(0,5pt)**

2- Les ions de fer entrent par le point O' dans la chambre (C3) où règne un champ magnétique uniforme dont le vecteur $\vec{B}$ est perpendiculaire au vecteur $\vec{v}_0$ et dévient selon deux trajectoires différentes.

2-1- Déterminer le sens du vecteur $\vec{B}$. **(0,25pt)**

2-2- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement d'un ion de fer est circulaire uniforme, exprimer le rayon R de sa trajectoire en fonction de m, e, α, U et B. **(0,75pt)**

2-3- On obtient, dans la chambre de déviation, deux trajectoires de rayons $R_1 = 3,1cm$ et $R_2 = 3,8cm$ correspondant à deux ions de fer différents. Sachant que $B = 0,2T$, déterminer les différents ions de fer qui entrent dans la composition de Fe_3O_4. **(0,75pt)**

Partie 2: Mouvement d’un pendule pesant d’une horloge murale

On modélise le pendule dans une horloge traditionnelle par un pendule pesant (P) constitué de :

- une tige (R) rectiligne, homogène, de longueur $AB = \ell$ et de masse M ;
- un solide (S) de masse m, pouvant coulisser le long de la partie OB, O étant le milieu de la tige.

On fixe (S) en un point C de la tige tel que $OC = x$ avec $x > 0$.

Le pendule peut osciller, dans un plan vertical, autour d'un axe horizontal (Δ) perpendiculaire à la tige et passant par O.

On repère la position du pendule à un instant t par l'abscisse angulaire θ. (Figure 2)

On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ_m petit, puis on le lâche sans vitesse initiale à la date $t = 0$, le pendule oscille alors, sans frottement, autour de sa position d'équilibre stable.

Soient, à un instant t, θ l’abscisse angulaire du pendule et $\dot{\theta}$ sa vitesse angulaire.

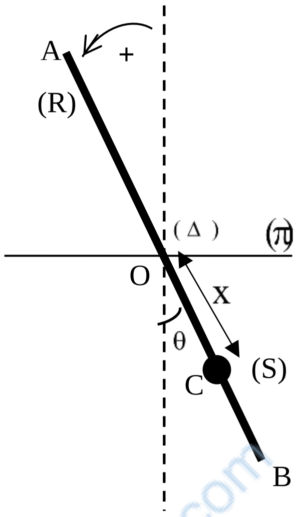


Figure 2

Données :

- $M = 2m$; $\ell = 25cm$; $g = 10m.s^{-2}$; $\theta_m = \frac{\pi}{15}(rad)$; $\pi^2 = 10$.
- Le moment d'inertie du pendule par rapport à l'axe de rotation (Δ):

$J_\Delta = \frac{m}{6}(\ell^2 + 6x^2)$.

- Pour θ petit, on prend : $\cos(\theta) \simeq 1 - \frac{\theta^2}{2}$ et $\sin(\theta) \simeq \theta$ (θ exprimé en rad)

On considère le plan horizontal (π) passant par O comme plan de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{PP} = 0$.

1- Montrer, dans le cas des oscillations de faible amplitude, que l`expression de l'énergie mécanique du pendule s’écrit : $E_m = \frac{m}{12}(\ell^2 + 6x^2)\dot{\theta}^2 + m.g.x(\frac{\theta^2}{2} - 1)$. **(0,5pt)**

2- En exploitant la conservation de l’énergie mécanique du pendule, déduire que l'équation différentielle vérifiée par l’abscisse θ s’écrit : $\ddot{\theta} + \frac{6g.x}{\ell^2 + 6x^2}\theta = 0$. **(0,5pt)**

3- La solution de cette équation différentielle est de la forme : $\theta(t) = \theta_m.\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$.

3-1- Vérifier que l'expression de la période propre du pendule est : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g} + \frac{\ell^2}{6g.x}}$. **(0,5pt)**

3-2- L’étude théorique de la variation du carré de la période propre en fonction de x a permis d’obtenir la courbe $T_0^2 = f(x)$. (figure 3)

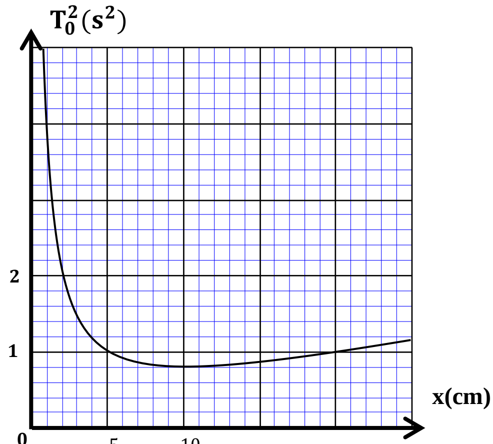


Figure 3

3-2-1- Déterminer la position possible de (S) pour que la période propre soit $T_0 = 1s$. **(0,5pt)**

3-2-2- Trouver, dans le cas où $T_0 = 1s$, la valeur de la vitesse v du solide (S) lors de son passage par la position d`équilibre stable dans le sens positif. **(0,5pt)**