

الصفحة
1 / 8

الامتحان التجريبي الثاني- المسالك الدولية-
خيار فرنسية- دورة 2022

LYCEE
D'EXCELLENCE
DE BENGUERIR

4h	مدة الانجاز	الفيزياء و الكيمياء	المادة
7	المعامل	مسلك العلوم الرياضية (أ) و(ب)	الشعبة أو المسلك

- La calculatrice scientifique non programmable est autorisée
- On donnera les expressions littérales avant toute application numérique

Le sujet comporte quatre exercices comportant des parties indépendantes :

<u>Chimie</u> (7 pts)	<u>Partie I</u> : Vérification de la teneur en azote dans un produit industriel azoté	4,5 pts
	<u>Partie 2</u> : Etude de la réaction d'estérification	2,5 pts
<u>Physique</u> (13 pts)	<u>Physique 1</u> : Passage d'un faisceau de lumière à travers un prisme	1,5 pts
	<u>Physique 2</u> : <u>Partie I</u> : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension <u>Partie II</u> : Oscillations électriques libres <u>Partie III</u> : Oscillations électriques forcées	5,75 pts
	<u>Physique 3</u> : <u>Partie I</u> : Etude d'un pendule élastique <u>Partie II</u> : Mouvement de particules chargées dans un champ électrique et dans un champ magnétique uniformes.	5,75 pts

Les deux parties indépendantes.

Partie I : (4,5pts) Vérification de la teneur en azote d'un produit industriel azoté

Un produit industriel azoté, utilisé dans le domaine agricole, contient du nitrate d'ammonium $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ nécessaire à la fertilisation du sol en assurant le besoin des plantes en élément azote. Le fabricant indique, sur la caisse d'emballage du produit industriel azoté, le pourcentage massique de l'élément azote dans ce produit : $p(\text{N}) = 27\%$.

L'objectif de cet exercice est de vérifier au laboratoire la teneur en azote de ce produit. Toutes les mesures de pH ont été effectuées à 25°C .

On donne :

- Masses molaires en g/mol : $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{N}) = 14$; $M(\text{H}) = 1$.
- Produit ionique de l'eau à 25°C : $K_e = 10^{-14}$.
- La dissolution du nitrate d'ammonium $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ est totale dans l'eau et modélisée par l'équation : $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

1. Etude du couple acido-basique $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$.

On prélève un volume V_S d'une solution (S) de nitrate d'ammonium ($\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$) disponible au laboratoire, de concentration molaire en soluté apporté $C = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La mesure du pH de cette solution donne $\text{pH} = 5,3$.

- 0.25 1.1. Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'ion ammonium avec l'eau.
0.75 1.2. Calculer la valeur du taux d'avancement final de cette transformation, conclure ?
0.75 1.3. Montrer que la valeur du $\text{p}K_a(\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq}))$ est égale à 9,2.

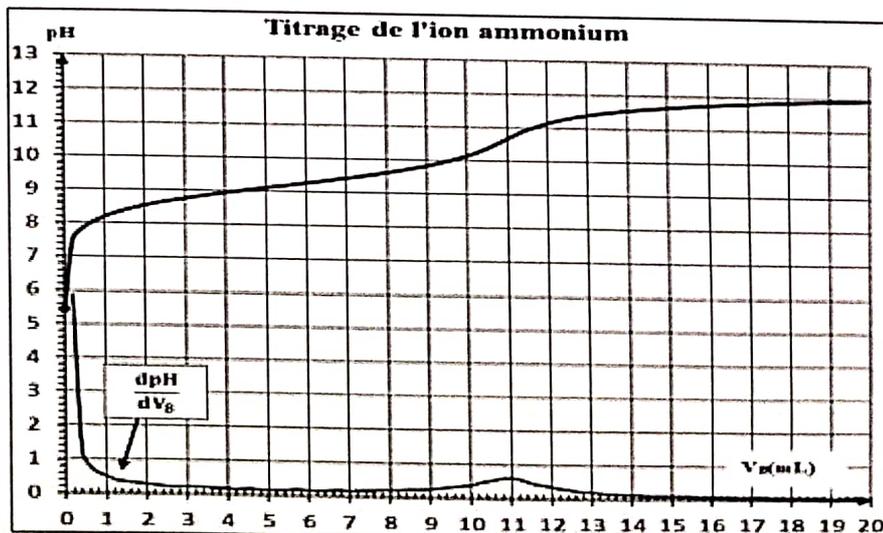
2. Dosage pH-métrique

On dissout dans l'eau pure, un échantillon du produit industriel azoté de masse $m = 5,70 \text{ g}$ pour obtenir une solution aqueuse (S_0) de volume $V_0 = 250 \text{ mL}$.

On prépare à partir de S_0 une solution (S_1) dix fois diluée de volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ et de concentration C_1 .

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume $V_a = 20 \text{ mL}$ de la solution diluée (S_1) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$), de concentration molaire $C_B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Les résultats obtenus ont permis de tracer en fonction de V_B le pH et $\frac{d\text{pH}}{dV_B}$ la dérivée du pH par rapport au volume ajouté V_B .

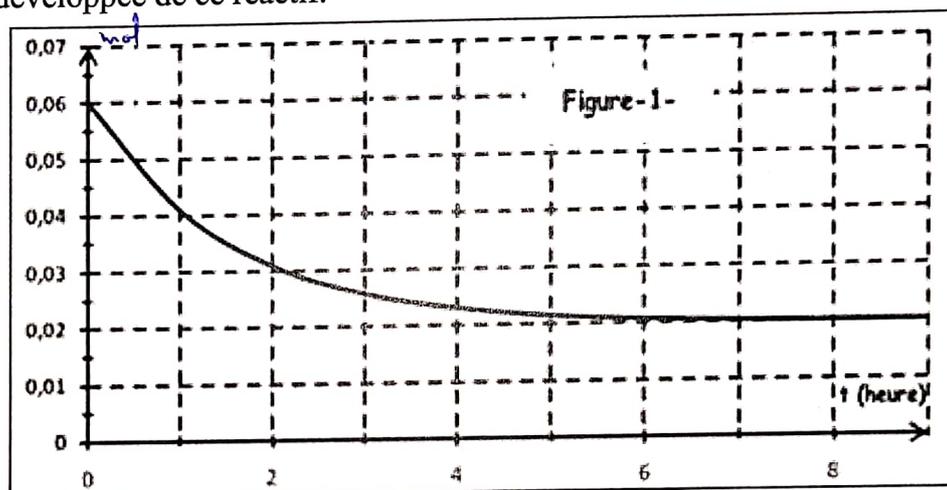


- 0.25 2.1. Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique support du dosage.
0.5 2.2. Calculer C_1 .
0.75 2.3. Après avoir versé 4 mL, quelle est l'espèce prépondérante du couple $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$? justifier. En quels pourcentages ces deux espèces sont-elles distribuées dans le mélange ?
- 0.5 3. Détermination du pourcentage $p(\text{N})$
0.75 3.1. Trouver la quantité de matière de $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ contenue dans l'échantillon étudié.
3.2. En déduire la valeur $p(\text{N})$ du pourcentage massique de l'élément azote dans le produit industriel étudié. Conclure.

Partie II : (2,5pts) Etude de la réaction d'estérification

A une température $T=80^{\circ}\text{C}$, on réalise un mélange équimolaire en partant initialement de n_0 mol d'acide éthanoïque CH_3COOH et n_0 mol d'éthanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On suit l'évolution de la réaction en évaluant la quantité d'acide restant en fonction du temps (figure 1)

- 0.25 1. Ecrire l'équation de la réaction d'estérification en utilisant les formules semi-développées.
- 0.5 2. En utilisant la courbe de la figure 1, déterminer le rendement de la réaction. Quelle caractéristique de la réaction d'estérification est confirmée par ce résultat ?
- 0.5 3. Déterminer la constante d'équilibre K associée à la réaction.
- 0.5 4. Une fois l'équilibre dynamique est atteint, on ajoute $0,04$ mol d'ester.
- 0.5 4.1. Dans quel sens le système va-t-il évoluer ?
- 0.5 4.2. Déterminer alors sa composition dans le nouvel état d'équilibre.
- 0.25 5. La réaction étudiée peut être totale si on remplace l'acide par un réactif convenable. Donner la formule semi-développée de ce réactif.



Physique 1 : (1,5pts) Passage d'un faisceau de lumière à travers un prisme

0.25 1. Un faisceau cylindrique de lumière blanche, émis par une source S , arrive perpendiculairement à la face d'un prisme (P) en verre (Voir figure ci-contre) le faisceau lumineux issu du prisme arrive sur un écran (E).

0.25 1.1. Qu'observe-t-on sur l'écran ?

0.25 1.2. Quelle propriété montre cette expérience à propos de la lumière blanche ?

2. On éclaire le prisme (P) successivement par deux radiations lumineuses : l'une est rouge et l'autre est jaune.

Données :

- la célérité de la lumière dans le vide et l'air : $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

- la longueur d'onde de la radiation rouge dans le prisme est : $\lambda_R = 474 \text{ nm}$

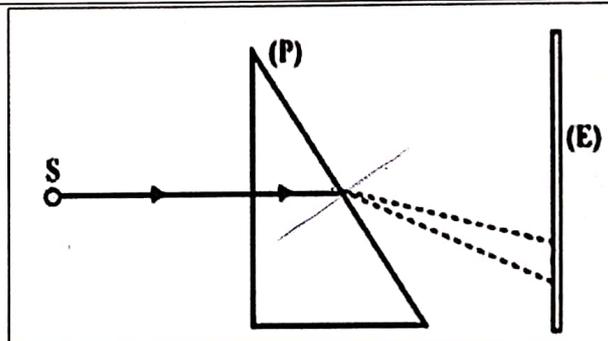
- la fréquence de la radiation rouge est : $\nu_R = 3,91.10^{14} \text{ Hz}$.

- les longueurs d'onde de la radiation jaune sont : $\lambda_{0J} = 589 \text{ nm}$ dans le vide et $\lambda_J = 355 \text{ nm}$ dans le prisme (P).

0.25 2.1. Calculer la fréquence ν_J de la radiation jaune.

0.5 2.2. Calculer les célérités V_J et V_R des radiations jaune et rouge dans le prisme.

0.25 2.3. Quelle propriété du prisme est mise en évidence par les résultats de la question 2.2. ?



Les trois parties indépendantes.

Les composantes telles les résistors, les condensateurs, les bobines, les diodes...sont utilisées dans différents circuits des appareils électriques et électroniques...

On se propose d'étudier dans cet exercice :

- La réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ascendant ;
- Les oscillations libres dans un circuit RLC série.
- Les oscillations forcées dans un circuit RLC série.

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

On réalise le montage expérimental représenté sur la **figure 1** comprenant :

- un générateur idéal de tension de f.e.m. E ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 80\Omega$;
- une bobine (**b**) d'inductance L et de résistance interne r ;
- un interrupteur K .

A un instant choisi comme origine des dates $t=0$ on ferme l'interrupteur K et on suit l'évolution de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine à l'aide d'un système d'acquisition adéquat.

La courbe de la **figure 2** représente l'évolution de la tension $u_L(t)$.

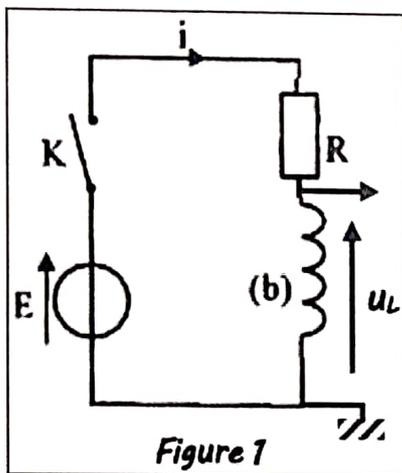


Figure 1

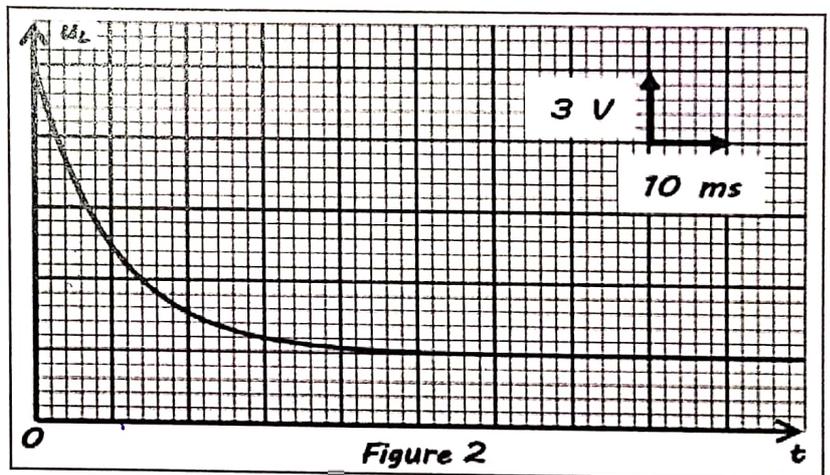


Figure 2

- 0.25
- 0.5
- 0.5
- 0.5
1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_L(t)$.
 2. La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_L(t) = A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + B$, avec : A , B et τ des constantes.
Exprimer $u_L(t)$ en fonction de t et des paramètres du circuit (E , R , r , L).
 3. Trouver la valeur de E et de r .
 4. Trouver la valeur de u_L à la date $t = \tau$ et vérifier que $L=1H$.

Partie II : Les oscillations électriques libres

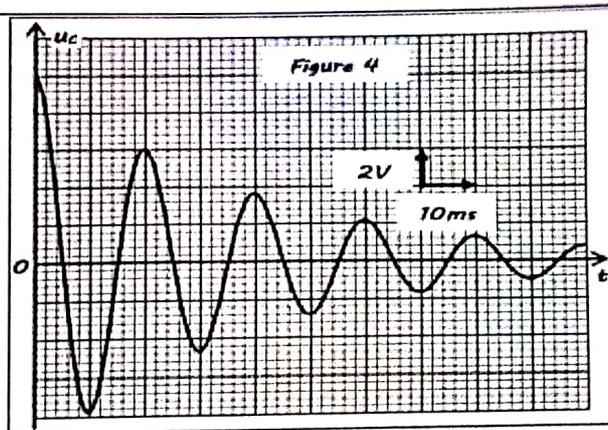
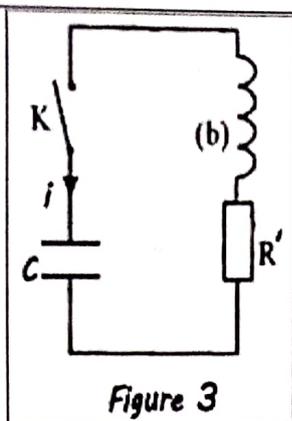
On réalise le montage représenté dans la **figure 3** et qui est constitué de :

- la bobine précédente (**b**) de coefficient d'inductance L et de résistance r .
- un conducteur ohmique de résistance $R' = 30\Omega$ 30Ω
- un condensateur de capacité C initialement chargé sous une tension U_0 , emmagasinant une énergie électrique $E_{e0} = 0,5mJ$.
- un interrupteur K .

On pose $R_T \equiv R' + r$ résistance totale du circuit étudié.

A l'instant $t_0=0$ que l'on considère comme origine du temps, on ferme l'interrupteur K .

On visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur au cours du temps t , on obtient la courbe représentée à la **figure 4**.



1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c s'écrit :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + 2 \cdot \lambda \cdot \frac{du_c}{dt} + \omega_0^2 \cdot u_c = 0$$

Déduire l'expression de λ et ω_0 en fonction des paramètres du circuit.

2. Généralement, la pseudo-période T dépend de la résistance du circuit.

On pose : $\omega^2 = \omega_0^2 - \lambda^2$

avec : $\omega = \frac{2\pi}{T}$ et $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

2.1. Montrer que la pseudo-période T peut s'écrire : $T = \frac{T_0}{\sqrt{1 - \frac{R_T^2 \cdot C}{4L}}}$

2.2. Trouver la condition que doit vérifier R_T (résistance totale du circuit) par rapport à $\frac{L}{C}$ pour que

$$T \approx T_0.$$

3. Sachant que la solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme :

$$u_c(t) = u_0 \cdot e^{-\lambda t} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)$$

4.1. Trouver l'expression de $\frac{u_c(t+T)}{u_c(t)}$ en fonction de la pseudo-période T et de la constante λ .

4.2. Déterminer la valeur de la constante λ et en déduire que valeur de la résistance de la bobine (b) : $r \approx 20\Omega$.

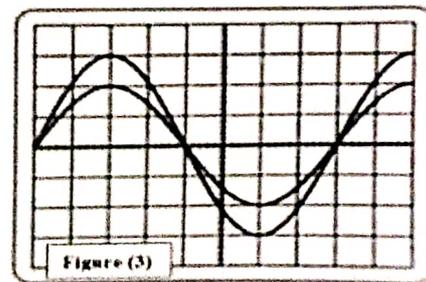
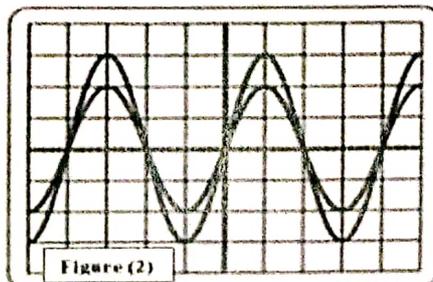
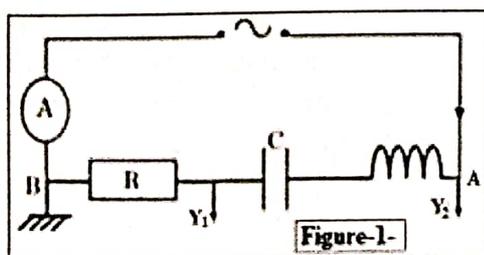
Partie III : Les oscillations électriques forcées

On considère le circuit de la figure (1) composé d'un générateur de basses fréquences GBF qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(2\pi \cdot N \cdot t + \varphi)$; l'expression de l'intensité de courant circulant dans le circuit est : $i(t) = I_m \cos(2\pi \cdot N \cdot t)$.

1. On donne : $R=20\Omega$ et $L=0,2\text{ H}$. On Visualise sur les entrées Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope, les tensions $u(t)$ et $u_R(t)$.

- La vitesse de balayage : $0,5\text{ms/div}$.
- La sensibilité verticale des deux entrées : 1V/div .

On règle la valeur de la fréquence N sur une valeur N_1 et la capacité du condensateur sur une valeur C_1 . On obtient l'oscillogramme de la figure (2).



1.1. Montrer que le circuit est en état de résonance de courant.

1.2. Déterminer la valeur de N_1 et U_m tension maximale de $u(t)$ et U_{Rm} tension maximale de $u_R(t)$.

0.5 1.3. Vérifier que : $C_1 = 0,5\mu\text{F}$ et $r = 10\ \Omega$.

0.25

1.4. Calculer le facteur de qualité Q et la puissance moyenne consommée par le dipôle AB.

On donne : la largeur de la bande passante à -3 dB : $\Delta N = \frac{R_{\text{tot}}}{2\pi L}$, avec R_{tot} la résistance totale du dipôle (R.L.C).

2. On règle la fréquence sur une valeur N_2 et la capacité du condensateur sur une valeur C_2 . On obtient l'oscillogramme de la figure (3).

0.5

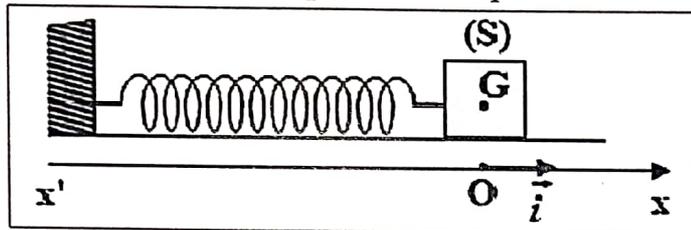
Montrer que $C_2 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot C_1$. Calculer la valeur de C_2 .

Physique 3 : (5,75 pts)

Les deux parties indépendantes.

Partie I : le pendule élastique

On considère un pendule élastique formé par un solide (S) de masse m et un ressort (R) à spires non jointives et de raideur K . Le pendule peut se déplacer sur un plan horizontal sans frottement.



0.25

1. Etablir l'équation différentielle caractéristique du mouvement du solide (S).

2. On étudie le mouvement du centre G du solide dans un référentiel terrestre supposé galiléen auquel on associe un repère (Ox) dont l'origine O coïncide avec G à l'équilibre.

On donne :

Equation horaire : $x(t) = X_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_x)$.

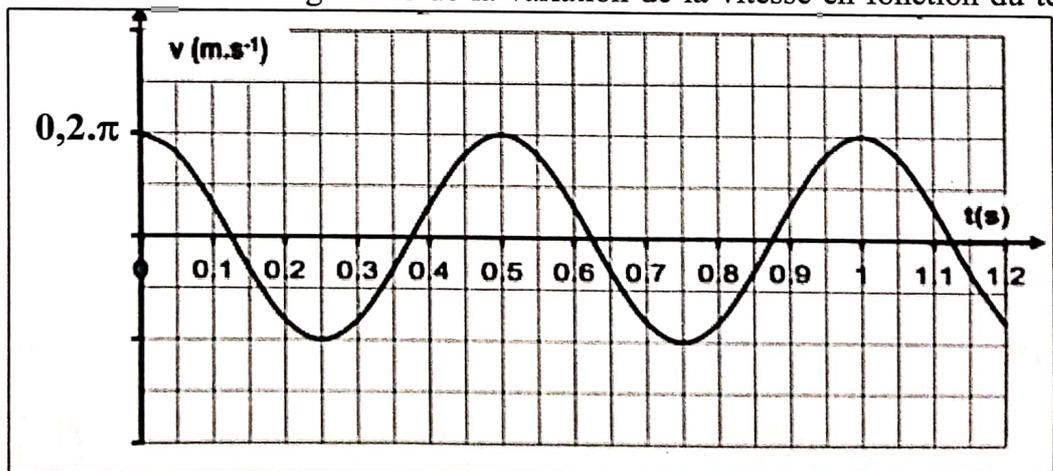
Equation de vitesse : $v(t) = V_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi_v)$.

0.5

a. Etablir la relation entre :

- V_m , X_m et T_0 (la période propre)
- φ_v et φ_x .

b. Ci-dessous on donne le chronogramme de la variation de la vitesse en fonction du temps, $v = f(t)$:



0.5

Déterminer : T_0 , V_m , φ_v , et ω_0 .

0.5

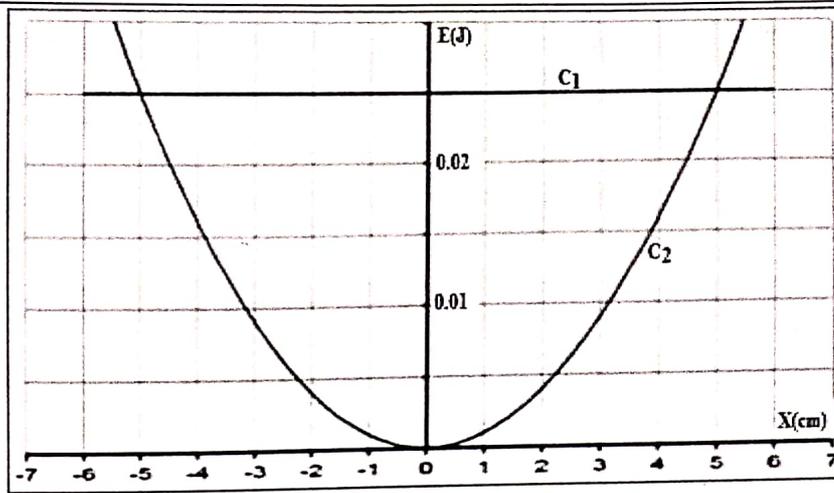
c. Dédurre X_m , et φ_x , puis écrire l'expression numérique de $x(t)$.

0.25

3. On considère que $E_{pp} = 0$ et $E_{pe}(0) = 0$.

Montrer que l'énergie mécanique du pendule élastique se conserve au cours du temps.

4. Le graphe suivant représente les courbes $E_p = f(x)$ et $E = g(x)$ ou E_p et E représentent respectivement l'énergie potentielle élastique et l'énergie mécanique du pendule élastique.



0.25

a. En exploitant le graphe, déterminer la raideur K du ressort et la masse m du solide.

0.25

b. Déterminer l'énergie cinétique du solide lorsqu'il passe par le point d'abscisse $x=4,5\text{cm}$.

0.25

5. Le solide (S) est maintenant soumis à des forces de frottement de type visqueux : $\vec{f} = -h \cdot \vec{v}$.

a. Par analyse dimensionnelle, déterminer la dimension du coefficient h .

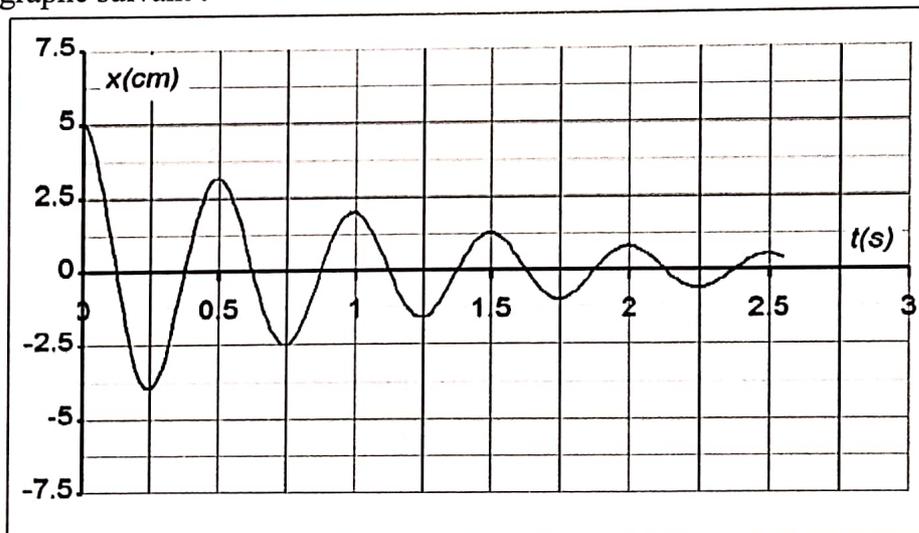
b. L'équation différentielle du mouvement du solide (s) est :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 4,96 \frac{dx}{dt} + 157,91 \cdot x = 0$$

0.25

Trouver la valeur du coefficient du frottement h .

c. La courbe relative à l'élongation du centre d'inertie en fonction du temps, $x(t)$ est donnée par le graphe suivant :



0.25

Calculer la variation de l'énergie mécanique du pendule entre $t_1=0\text{ s}$ et $t_2=1,5\text{s}$.

Partie II : Mouvement de particules chargées dans un champ électrique et dans un champ magnétique uniformes.

Dans tout l'exercice les ions se déplacent dans le vide et leur poids est négligeable devant les autres forces. On cherche à identifier les isotopes de l'hydrogène.

Dans la chambre d'ionisation d'un spectrographe de masse, les atomes d'hydrogène sont transformés en ions H^+ . Chaque ion, de masse m et de charge q , sort de la chambre d'ionisation par le point O avec une vitesse quasiment nulle et accélère entre deux plaques P_1 et P_2 par une tension $U = V_{p1} - V_{p2}$, de valeur réglable.

Ces ions sont ensuite déviés entre E et S par un champ magnétique uniforme. Ils sont enfin recueillis à l'entrée fixe C d'un collecteur à la sortie du champ magnétique.

