المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2023

NS 30F | الموضوع | ssssssssssssssssssss-sss

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	4h
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	المعامل	7

- ✓ *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 quatre exercices : un exercice de chimie et trois exercices de physique.

Exercice 1: Chimie (7 points)

- **Partie 1:** Vérification de la masse de l'acide propanoïque dans un médicament.

- **Partie 2:** Etude de la pile plomb-étain.

Exercice 2: Ondes (2,75 points)

- Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau.

Exercice 3: Electricité (5 points)

- **Partie 1:** Le condensateur réel.

- **Partie 2:** Réception d'une onde modulée en amplitude.

Exercice 4: Mécanique (5,25 points)

- **Partie 1:** Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme.

- **Partie 2:** Mouvement d'un pendule élastique.

Exercice 1: Chimie (7 points)

Les deux parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1: Vérification de la masse de l'acide propanoïque dans un médicament

L'acide propanoïque C_2H_5COOH est un liquide que l'on prépare au laboratoire. Il est utilisé comme agent conservateur et entre dans la composition de certains médicaments et dans la synthèse de certains arômes.

Cette partie consiste à vérifier, par dosage, la masse de l'acide propanoïque dans un médicament.

Données - Le produit ionique de l'eau: $K_e = 10^{-14}$ à 25°C ;

- La masse molaire de l'acide propanoïque : $M(C_2H_5COOH) = 74\ g.mol^{-1}$.

Le médicament étudié est une solution aqueuse notée (S). Son étiquette descriptive indique la présence de $46{,}2\,mg$ d'acide propanoïque dans un volume $V = 40\,mL$ de cette solution .

Pour vérifier cette indication, on prépare, à 25°C, une solution (S_A) en introduisant dans un bécher un volume $V_A = 10\,mL$ de la solution (S) auquel on ajoute $V_e = 50\,mL$ d'eau distillée.

On dose l'acide propanoïque présent dans (S_A) à l'aide d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 2{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

Après l'ajout d'un volume $V_{B1} = 3{,}9\,mL$ de la solution d'hydroxyde de sodium au mélange, la mesure du pH du mélange réactionnel donne la valeur $pH_1 = 4{,}86$.

A l'équivalence, le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté est $V_{BE} = 7{,}8\,mL$.

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

2- Expliquer pourquoi l'ajout du volume V_e d'eau distillée n'influe pas sur la valeur du volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence. **(0,5pt)**

3- En se basant sur le tableau d'avancement de la réaction du dosage, trouver l'expression du taux d'avancement final de la réaction avant l'équivalence en fonction du pH du milieu réactionnel, K_e, C_B, V_A, V_e et V_B le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté. Calculer sa valeur après l'ajout de V_{B1} et conclure. **(0,75pt)**

4- Calculer, après l'ajout du volume $V_B = V_{B1}$, les concentrations $\left[C_2H_5COOH\right]$ et $\left[C_2H_5COO^-\right]$. Déduire la valeur du $pK_A(C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-)$. **(0,75pt)**

5- Justifier la nature basique du mélange réactionnel à l'équivalence. **(0,5pt)**

6- Calculer le pH de la solution (S). **(0,75pt)**

7- Vérifier que la masse de l'acide propanoïque est celle indiquée sur l'étiquette. **(0,5pt)**

Partie 2: Etude de la pile plomb–étain

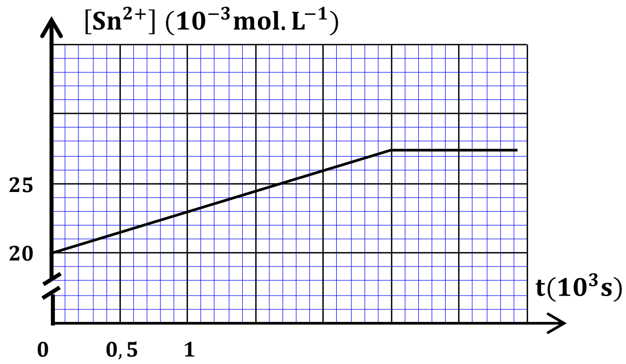
Les piles électrochimiques sont l'une des applications des réactions d'oxydo-réduction. Au cours de leur fonctionnements, une partie de l'énergie chimique se transforme en énergie électrique.

On réalise, à $25\,^{\circ}C$, la pile plomb–étain en plongeant une plaque de plomb dans un bécher contenant un volume $V_1=30mL$ d'une solution aqueuse de nitrate de plomb $Pb^{2+}_{(aq)}+2NO^{-}_{3(aq)}$ de concentration molaire initiale $C_1=\left[Pb^{2+}\right]_0$ et en plongeant une plaque d'étain dans un autre bécher contenant un volume $V_2=V_1$ d'une solution aqueuse de chlorure d'étain II $Sn^{2+}_{(aq)}+2Cl^{-}_{(aq)}$ de concentration molaire initiale $C_2=\left[Sn^{2+}\right]_0=C_1$. Les deux solutions sont reliées par un pont salin contenant une solution saturée de chlorure d'ammonium $NH^{+}_{4(aq)}+Cl^{-}_{(aq)}$.

On monte en série entre les pôles de la pile, un conducteur ohmique (D), un ampèremètre et un interrupteur .

On ferme l'interrupteur à l'instant $t=0$, un courant d'intensité $I=17{,}13mA$ circule alors dans le circuit.

La courbe ci-contre représente l'évolution temporelle de la concentration des ions $Sn^{2+}_{(aq)}$.



Donnée :

- La constante de Faraday: $1F=9{,}65.10^{4}C.mol^{-1}$.

Soit K la constante d'équilibre, à $25\,^{\circ}C$, associée à l'équation de la réaction:

$$Pb_{(s)} + Sn^{2+}_{(aq)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} Sn_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$$

1- En exploitant la courbe, déterminer le sens d'évolution du système chimique. **(0,5pt)**

2- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au niveau de l'anode. **(0,25pt)**

3- Représenter le schéma conventionnel de la pile étudiée. **(0,25pt)**

4- Déterminer le sens de migration des ions chlorure Cl^{-} lors du fonctionnement de cette pile. **(0,25pt)**

5- En utilisant le tableau d'avancement de la réaction :

5-1- Trouver, au cours du fonctionnement de la pile, l'expression de $\left[Sn^{2+}\right]$ à un instant t en fonction de V_2, C_2, F, I et t. **(0,75pt)**

5-2- Montrer que $K=\dfrac{2FC_2V_2-I.\Delta t}{2FC_2V_2+I.\Delta t}$. Avec Δt la durée maximale de fonctionnement de la pile.

Calculer K. **(1pt)**

Exercice 2: Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau (2,75points)

Dans cet exercice, on se propose d'étudier la propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau d'une piscine et en déduire la profondeur de l'eau.

Une piscine de longueur $L=47,5m$ est constituée de deux parties:

- Une partie pour les grands de longueur $L_1=30m$ et de profondeur H_1 (milieu 1);
- Une partie pour les petits de longueur L_2 et de profondeur H_2 (milieu 2).

La figure 1 représente une coupe longitudinale de la piscine contenant les points S, M et N de la surface libre de l'eau.

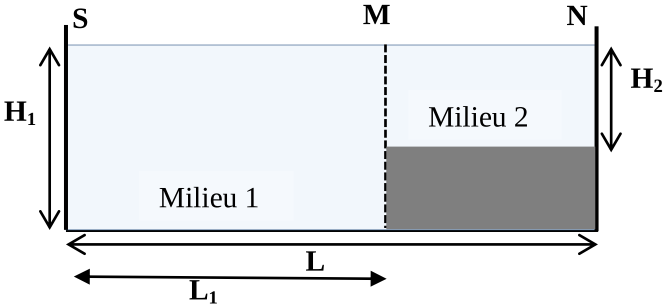


Figure 1

A un instant de date $t=0$, on crée une onde transversale rectiligne sinusoïdale au niveau de S situé au bord de la piscine. On reçoit cette onde à l'aide de deux récepteurs, l'un placé au point M et l'autre au point N (figure 1).

On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes.

Les courbes de la figure 2 représentent les élongations des points M et N en fonction du temps.

La vitesse de propagation de l'onde à la surface de l'eau est donnée par la relation : $V=\sqrt{g.H}$ avec $g=10m.s^{-2}$ l'intensité de pesanteur et H la profondeur de l'eau.

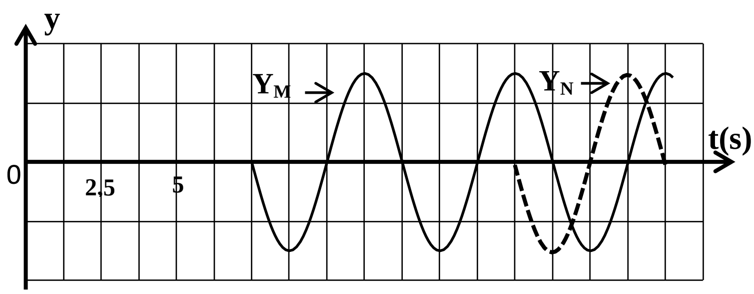


Figure 2

1- Déterminer le retard temporel $\tau_{M/S}$ du mouvement de M par rapport à celui de S et déduire la profondeur H_1. **(0,75pt)**

2- Calculer la profondeur H_2. **(0,75pt)**

3- Calculer les longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 des ondes respectivement dans le milieu 1 et dans le milieu 2. **(0,5pt)**

4- Afin d'empêcher les petits de passer chez les grands, deux obstacles ont été placés au niveau du point M et séparés d'une distance a telle que $a \langle\langle \lambda_1$.

La figure 3 représente une vue de dessus de la piscine.

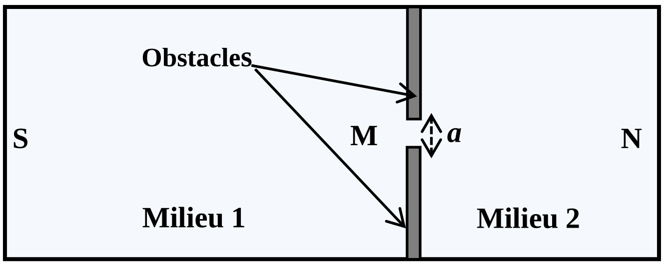


Figure 3

4-1- Donner le nom du phénomène qui se produit lors du passage de l'onde entre les deux obstacles. Justifier. **(0,25pt)**

4-2- Reproduire la figure 3 et y représenter, (en utilisant l'échelle: $1cm \leftrightarrow 10m$, trois lignes de crêtes de l'onde dans chaque milieu. **(0,5pt)**

Exercice 3: Electricité (5points)

Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Le condensateur réel

Dans un circuit ouvert comportant un condensateur chargé, se produit une décharge progressive et lente de ce condensateur au cours du temps. La durée de décharge dépend de la qualité du diélectrique du condensateur. Un tel condensateur est appelé condensateur réel ou condensateur imparfait et peut-être modélisé par une association en parallèle d'un condensateur parfait de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance R_d (Résistance de fuite) (figure 1).

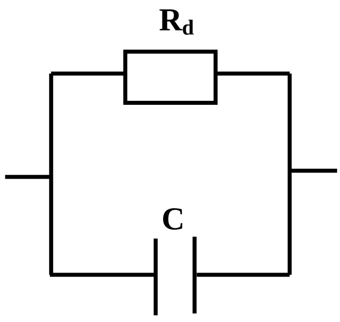


Figure 1

1- Charge d'un condensateur réel

Le circuit électrique de la figure 2 comporte :
- Un générateur de tension de f.e.m. E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Un condensateur réel de capacité $C=5\mu F$ et de résistance de fuite R_d ;
- Un interrupteur K.

A un instant pris comme origine des dates $t=0$, on ferme l'interrupteur K.

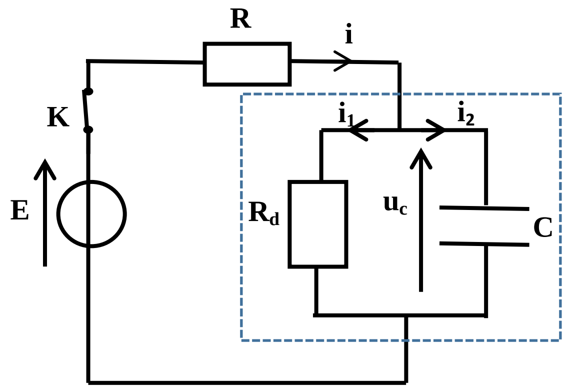


Figure 2

1-1- Vérifier que l'expression de l'intensité i du courant dans le circuit s'écrit: $i=\frac{1}{R_d}.u_C+C.\frac{du_C}{dt}$ **. (0,5pt)**

1-2- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C entre les armatures du condensateur s'écrit : $\frac{du_C}{dt}+\frac{u_C}{\tau}=A$ avec $\tau=\frac{R.R_d.C}{R_d+R}$ et $A=\frac{E}{R.C}$ **.(0,5pt)**

1-3- Déduire, au régime permanent, l'expression de la tension maximale $u_{C(max)}$ en fonction de R_d, R et E.

Comparer $u_{C(max)}$ à E **.(0,5pt)**

1-4- On considère que $R_d \gg R$.

Un dispositif adéquat a permis de tracer l'évolution de la tension u_C en fonction du temps t (figure3).

((T) représente la tangente à la courbe à l'instant (t=0)).

En exploitant la courbe, déterminer la valeur de E et celle de R. **(0,5pt)**

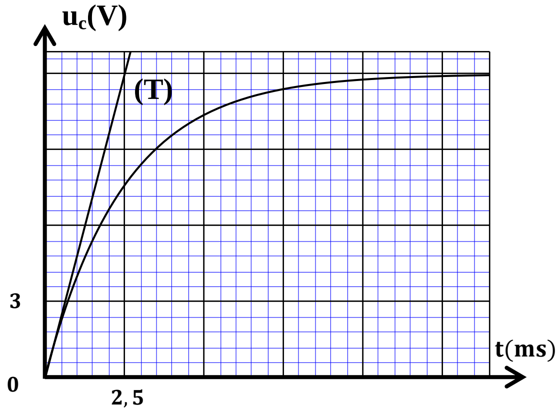


Figure 3

2-Décharge du condensateur réel dans le cas où $R_d \rangle\rangle R$

Lorsque le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur K à un instant considéré comme une nouvelle origine des dates $t=0$.

2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur. **(0,25pt)**

2-2- La solution de l'équation différentielle est de la forme : $q(t)=\beta.e^{-\lambda.t}$ avec λ et β deux constantes positives.

2-2-1- Sachant que la tension entre les armatures du condensateur prend la valeur $u_1=10V$ à la date $t_1=12min$. Trouver la valeur de R_d. **(0,75pt)**

2-2-2- Soit $p=\frac{\xi_J}{\xi_0}$ la proportion de l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit, avec ξ_0 l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à $t=0$ et ξ_J l'énergie dissipée par effet joule dans la résistance de fuite R_d. Calculer p à l'instant t_1 .**(0,5pt)**

Partie 2: Réception d'une onde modulée en amplitude

Pour recevoir une onde radio de fréquence $F_P=460kHz$ modulée en amplitude par un signal de fréquence $F_S=1kHz$, on utilise un dispositif simplifié constitué des quatre parties représentées dans la figure 4 .

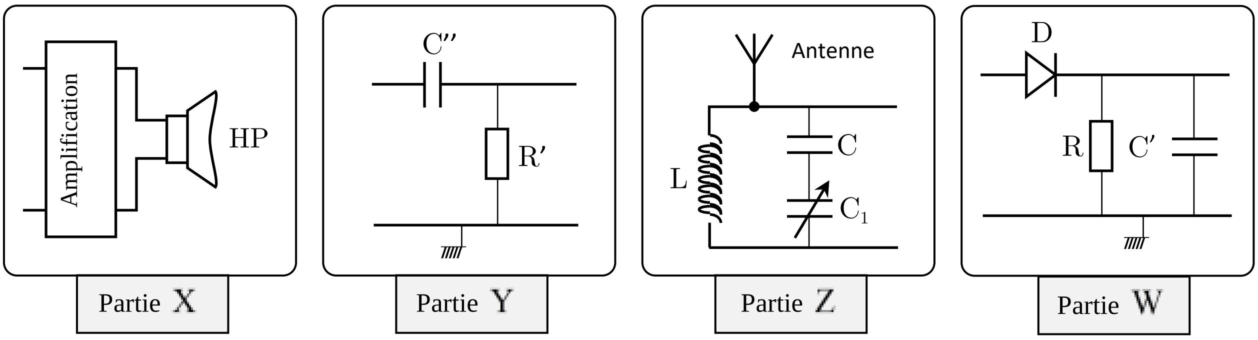


Figure 4

1- Donner le classement dans l'ordre (de gauche à droite) des parties X, Y, Z et W permettant d'obtenir un dispositif radio AM simplifié .**(0,25pt)**

2- Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes : **(0,25pt)**

a-Le signal reçu par l'antenne est sinusoïdal de fréquence F_p.

b- La fréquence propre du circuit LC (la partie Z) est : $F_0=2\pi\sqrt{L.C_e}$, avec C_e la capacité du condensateur équivalent .

c- La partie Y est un filtre passe-bas qui permet l'élimination des signaux négatifs.

d- La partie W permet la détection de l'enveloppe de l'onde modulée.

3- La partie Z est constituée d'une association en parallèle d'une bobine d'inductance $L=1mH$, et d'un condensateur de capacité $C=150pF$ monté en série avec un autre condensateur de capacité C_1 réglable.

Déterminer la valeur de la capacité C_1 pour recevoir l'onde de fréquence F_P.On prend $\pi^2=10$. **(0,5pt)**

4- Pour avoir une bonne démodulation du signal de l'onde radio que l'on veut recevoir, on utilise un condensateur de capacité $C'=20nF$ et un conducteur ohmique de résistance R (partie W), déterminer parmi les conducteurs ohmiques de résistances : 47Ω, 100Ω, $47k\Omega$, $100k\Omega$, celui qui convient . **(0,5pt)**

Exercice 4: Mécanique (5,25points)

Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur uniforme

Le but de cette partie est de déterminer la valeur de l'intensité du champ de pesanteur g à une faible altitude.

A un instant de date $t=0$, on lance d'un point situé à une hauteur h de la surface de la Terre, un projectile de masse m, avec une vitesse initiale dont le vecteur $\vec{V}_0$ fait un angle α avec l'axe horizontal $(O,\vec{i})$.

On néglige l'action de l'air et on étudie le mouvement du centre d'inertie G du projectile dans le repère d'espace $(O,\vec{i},\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen (figure 1).

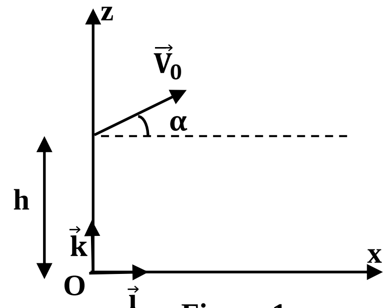


Figure 1

La position de G est repérée, à un instant t, par ses coordonnées (x,z) .

1- Trouver, en appliquant la deuxième loi de Newton, les expressions des composantes $v_x(t)$ et $v_z(t)$ du vecteur vitesse $\vec{v}$ de G . **(0,5pt)**

2- Exprimer la norme v du vecteur vitesse en fonction de g,α,v_0 et t . **(0,25pt)**

3- La courbe de la figure 2 représente les variations de v en fonction du temps.

En exploitant la courbe, trouver :

3-1- La valeur V_0 de la vitesse initiale. **(0,25pt)**

3-2- Les valeurs des composantes V_{0x} et V_{0z} du vecteur vitesse $\vec{V}_0$. **(0,5pt)**

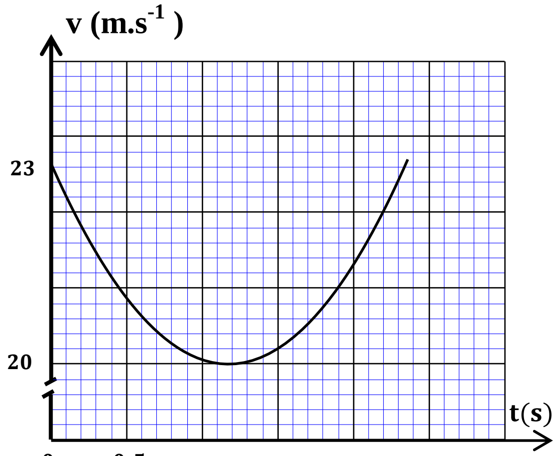


Figure 2

4- Vérifier que : $\alpha \simeq 30°$. **(0,25pt)**

5- La courbe de la figure 3 représente la trajectoire du mouvement de G dans le repère $(O,\vec{i},\vec{k})$.

Soient Δt_1 la durée de passage du projectile de la position M_1 à la position N_1 situées à la même altitude z_1 et Δt_2 la durée de passage du projectile de la position M_2 à la position N_2 situées à la même altitude z_2 telles que $z_2 \rangle z_1$ (Figure 3).

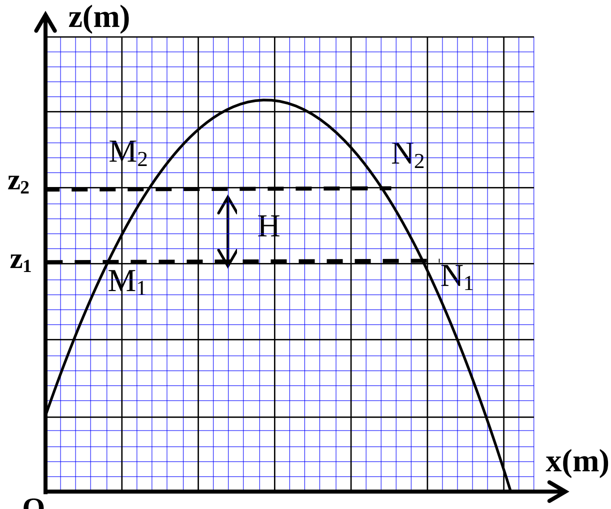


Figure 3

5-1- En se basant sur l'équation horaire $z=f(t)$, vérifier que **:** $\Delta t_1 = t_{N_1} - t_{M_1} = \dfrac{2\sqrt{(V_0\sin\alpha)^2 + 2g(h-z_1)}}{g}$ avec t_{M_1} l'instant de passage de G par la position M_1 et t_{N_1} l'instant de son passage par N_1 **.(0,5pt)**

5-2- Soit $H=z_2-z_1$, établir l'expression:

$H=\dfrac{g}{8}((\Delta t_1)^2-(\Delta t_2)^2)$ et déduire la valeur de g sachant que $\Delta t_1=0{,}7s$, $\Delta t_2=0{,}3s$ et $H=0{,}49m$. **(0,5pt)**

Partie 2: Mouvement d'un pendule élastique

Dans cette partie, on étudie le mouvement d'un oscillateur mécanique modélisé par un système (solide-ressort) constitué d'un solide (S) de masse m, de centre d'inertie G, homogène de forme cubique d'arête $a=2cm$ et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K.

On fixe l'une des extrémités du ressort à un support et on accroche à l'autre extrémité le solide (S) qui peut glisser sur le plan horizontal (P).

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide (S) dans un repère $R(O,\vec{i})$ lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

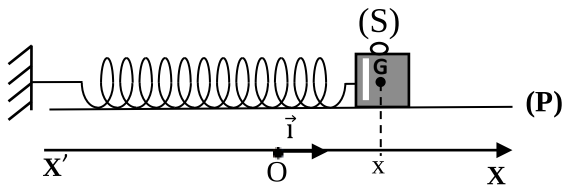


Figure 1

On repère la position de G à un instant t par son abscisse x sur l'axe $(O,\vec{i})$. A l'équilibre, l'abscisse du centre d'inertie G du solide est nul (figure 1).

On écarte (S) de sa position d'équilibre et on le lâche.

L'origine des dates $(t=0)$ est choisie à un instant où l'abscisse x de G est positif.

On choisit le plan horizontal (P) comme plan de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $(Epp=0)$ et l'état du système à l'équilibre comme état de référence de l'énergie potentielle élastique $(Epe=0)$.

La courbe de la figure 2 représente l'évolution de l'énergie potentielle E_p du système en fonction du temps t.

On néglige les frottements et on prend $g=10m.s^{-2}$ et $\pi^2=10$.

L'équation horaire du mouvement de G s'écrit :

$x(t)=x_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$. T_0 étant la période propre de cet oscillateur.

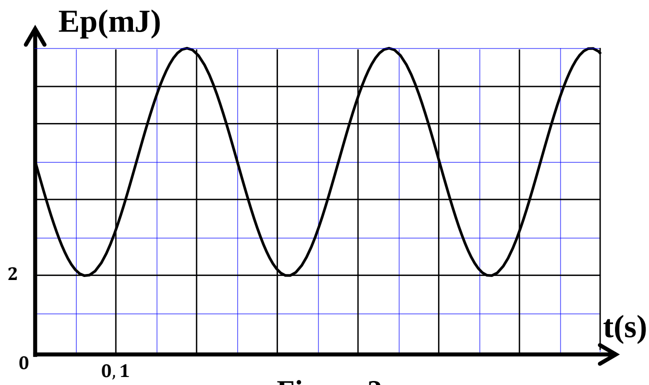


Figure 2

1- Etablir l'expression de l'énergie potentielle $E_p(t)$ du système en fonction de K, m, g, a et $x(t)$. **(0,5pt)**

2- Déduire ,en utilisant la courbe de la figure 2, que l'expression de l'énergie potentielle du système (exprimée en joule) s'écrit:

$E_p(t)=6.10^{-3}\cos^2(4\pi.t+\varphi)+2.10^{-3}$. **(0,75pt)**

3- Déterminer la valeur de m, de K et celle de φ. **(0,75pt)**

4- En utilisant la courbe de la figure 2, calculer la norme v du vecteur vitesse de G à l'instant $t=0,25s$. **(0,5pt)**