الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2026 - المسالك الدولية	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للامتحانات المدرسية وتقييم التعلمات
1 14		

NS 30F		الموضوع	
4س	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	الشعبة والمسلك

- 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 et sa réaction avec l'ammoniac ;
- **Partie 2:** Synthèse du dihydrogène gazeux.

Exercice 2: Les transformations nucléaires (1,75 points)

- La radioactivité du potassium.

Exercice 3: Les ondes (1,75points)

- Utilisation des ultrasons pour vérifier la qualité d'une huile.

Exercice 4: Electricité (4,25 points)

- **Partie 1:** Détermination des caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur ;
- **Partie 2:** Oscillateur RLC en régime sinusoïdal forcé.

Exercice 5: Mécanique (5,25 points)

- **Partie 1:** Mouvement d'un ballon de basket ;
- **Partie 2:** Mouvement d'un système mécanique.

Exercice 1 : Chimie (7points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Etude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque et sa réaction avec l'ammoniac

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

On se propose dans cette partie de déterminer la constante d'acidité K_A du couple CH_3COOH/CH_3COO^-, et l'exploiter dans la réaction de l'acide éthanoïque avec l'ammoniac NH_3.

On prépare une solution aqueuse S_1 d'acide éthanoïque de concentration molaire $C_1 = 10^{-2} mol.L^{-1}$.

0.25 pt	**1-** Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.	

0.5 pt	**2-** Trouver l'expression de la constante d'acidité K_A en fonction de C_1 et τ_1 le taux d'avancement final de la réaction.	

3- On dilue un volume V_1 de la solution S_1 en lui ajoutant un volume V_e d'eau distillée, on obtient ainsi une solution S_2 de concentration C_2.

Soit τ le taux d'avancement final de la réaction dans la solution S_2.

0.5 pt	**3-1-** Dans le cas où $\tau << 1$, τ s'écrit sous la forme suivante : $\tau^2 = \alpha.V_e + \beta$. Déterminer l'expression de α et celle de β.	

3-2- La courbe de la figure 1 représente les variations de τ^2 en fonction du volume V_e de l'eau ajouté dans le cas où $\tau << 1$.

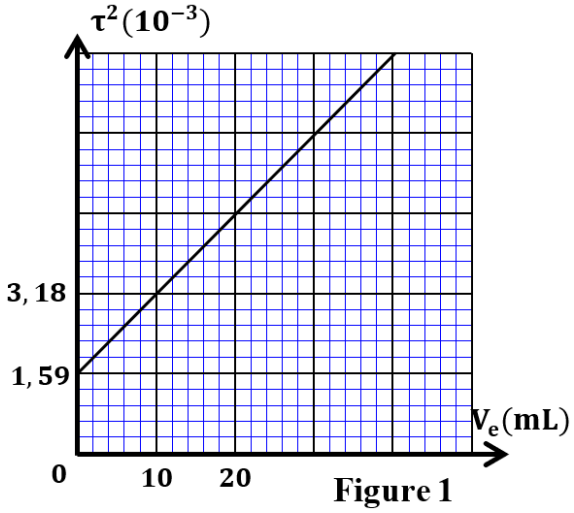


Figure 1

0.5 pt	**3-2-1-** En utilisant la courbe de la figure 1, trouver la valeur du pH_1 de la solution S_1.	

0.75 pt	**3-2-2-** En utilisant la courbe de la figure 1, vérifier que $K_A \simeq 1,59.10^{-5}$ et déterminer la valeur de V_1.	

4- On prend un volume $V_2 = 15mL$ de la solution S_1 et on lui ajoute un volume V_e d'eau distillée, on obtient une solution S_3, de concentration C_3, de $pH_3 = 3,85$ et dont le coefficient de dilution est $n = \dfrac{C_1}{C_3}$.

0.5 pt	**4-1-** Montrer que : $n = \dfrac{K_A.C_1.10^{2pH_3}}{1 + K_A.10^{pH_3}}$. Calculer sa valeur.	

0.5 pt	**4-2-** Déduire la valeur de C_3 et celle de V_e.	

5- On mélange un volume V de la solution S_1 avec le même volume V d'une solution aqueuse S d'ammoniac de concentration molaire $C = C_1$.

Données : $pK_A(NH_4^+/NH_3) = pK_{A1} = 9,2$; $pK_A(CH_3COOH/CH_3COO^-) = pK_A$.

0.25 pt	**5-1-** Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide éthanoïque avec l'ammoniac.	

0.5 pt	**5-2-** Montrer que le pH du mélange réactionnel à l'équilibre s'écrit : $pH = \frac{1}{2}(pK_A + pK_{A1})$.	

0.5 pt	**5-3**- Déterminer l'espèce chimique prédominante, dans la solution, pour chaque couple intervenant dans la réaction.	

Partie 2 : Synthèse du dihydrogène gazeux

Le gaz dihydrogène est utilisé dans la synthèse de plusieurs substances chimiques et entre dans la production de l'énergie électrique. On peut le synthétiser industriellement par électrolyse de l'eau ou d'autres solutions alcalines.

On s'intéresse dans cette partie à l'électrolyse d'une saumure, c'est-à-dire d'une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium $Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ de $pH_0 = 7$ et de volume $V = 0,5L$.

La figure 2 représente le schéma simplifié du dispositif expérimental.

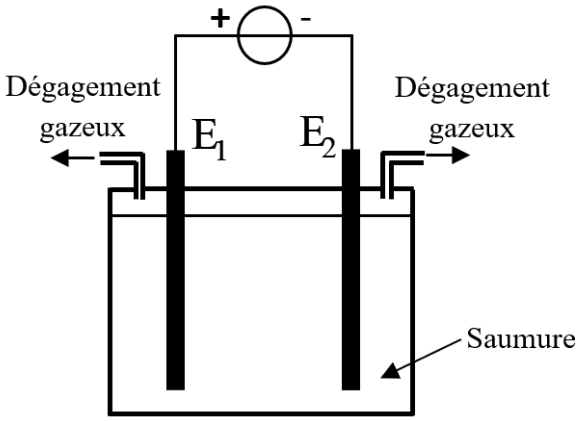


Figure 2

Données :

- Constante de Faraday : $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$;
- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- Les couples ox/red intervenant : Cl_2/Cl^- ; H_2O/H_2 ;
- Le volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24,8L.mol^{-1}$;
- E_1 et E_2 sont deux électrodes inattaquables ;
- Au cours de l'électrolyse le pH du mélange réactionnel augmente.

0.5 pt	**1-** Identifier, en justifiant, l'anode parmi les électrodes E_1 et E_2.	

0.5 pt	**2-** On obtient un dégagement gazeux au niveau de chaque électrode. Ecrire l'équation de la réaction qui se produit au niveau de la cathode.	

3- Pour une intensité du courant $I = 1A$ et une durée de fonctionnement $\Delta t = 10\ \text{min}$:

0.75 pt	**3-1-** Montrer que l'expression du volume du dihydrogène produit s'écrit : $V(H_2) = \frac{I.V_m.\Delta t}{2F}$. Calculer sa valeur.	

0.5 pt	**3-2-** Calculer le pH de la solution obtenue.	

Exercice 2 : La radioactivité du potassium (1,75points)

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 corps humain est le siège de milliers de désintégrations en une seconde en raison de la présence des noyaux de carbone et de potassium. Ce dernier est le responsable de plus de la moitié des rayonnements. Le corps d'un homme de masse $70kg$ contient environ $m = 16mg$ de potassium 40, dont la majeure partie se trouve dans les muscles.

Le but de cet exercice est d'étudier la désintégration du noyau de potassium 40 dans le corps humain.

Données :

- $M(^{40}K) = 40g.mol^{-1}$;
- $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$;
- $t_{1/2}(^{40}_{19}K) = 1,25.10^{9}an$;
- $1\,an = 365,25jour$.

0.25 pt	**1-** Ecrire l'équation de la désintégration du noyau $^{40}_{19}K$ en noyau $^{40}_{20}Ca$.	

2- La figure 1 représente le diagramme énergétique de la désintégration précédente avec :

- ${}^{A}_{Z}X$: la particule émise lors de la désintégration ;
- $E_1 = 331,614MeV$;
- $E_2 = 332,441MeV$;
- $E_3 = -0,782MeV$.

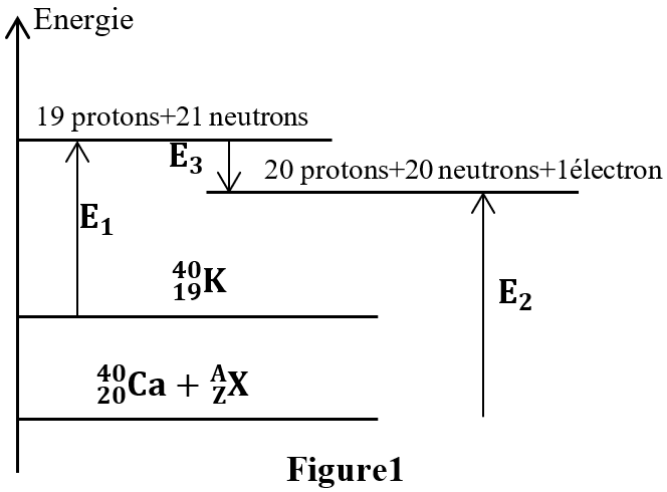


Figure1

En exploitant ce diagramme :

0.5 pt	**2-1-** Comparer l'énergie de liaison par nucléon du noyau ${}^{40}_{19}K$ à celle du noyau ${}^{40}_{20}Ca$ et déduire le noyau le plus stable.	

0.25 pt	**2-2-** Déterminer la transformation à laquelle correspond l'énergie E_3 .	

0.75 pt	**2-3-** Montrer que l'expression de E l'énergie libérée par seconde dans le corps d'une personne de masse $70kg$ par la désintégration du potassium 40 en calcium 40 s'écrit: $E = \dfrac{0,89.\ln(2).m.N_A.(E_2 - E_1 - E_3)}{M(^{40}K).t_{1/2}}$. Calculer sa valeur.	

Exercice 3 : Utilisation des ultrasons pour vérifier la qualité d'une huile d'olive (1,75points)

La célérité des ondes ultrasonores dans une huile végétale permet de vérifier la pureté de cette huile.

La valeur de la célérité v_h des ultrasons dans une huile d'olive de bonne qualité se situe entre $1595m.s^{-1}$ et $1600m.s^{-1}$.

On effectue le protocole, schématisé sur la figure1, de vérification de la qualité d'un échantillon d'huile d'olive commerciale .

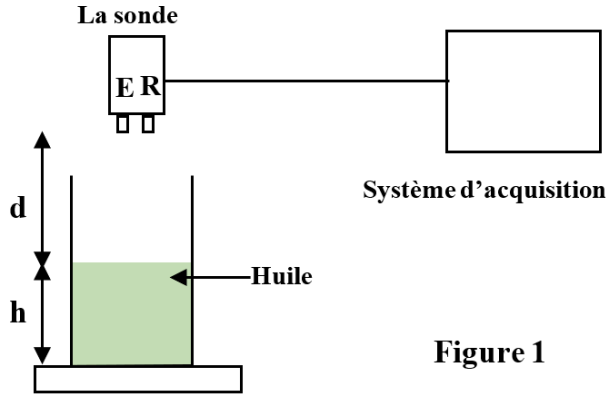


Figure 1

La sonde, jouant le rôle d'un émetteur et d'un récepteur, émet à l'instant $t = 0$ un signal ultrasonore de courte durée dans la direction perpendiculaire à la surface libre de l'huile d'olive. Une partie de ce signal est réfléchie au niveau de la surface libre, tandis que la deuxième partie se propage dans l'huile pour subir une réflexion au niveau du fond de l'huile.

On visualise à l'aide d'un système d'acquisition informatisé le signal émis par l'émetteur E et les signaux réfléchis reçus par le récepteur R. (Figure2).

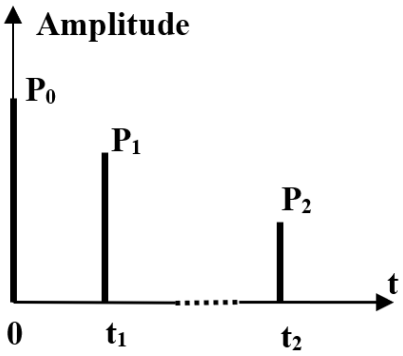


Figure 2

Données :

- La profondeur de l'huile d'olive commerciale dans le bécher : $h = 10cm$;
- La distance entre la sonde et la surface libre de l'huile: $d = 20cm$;
- $t_1 = 1168,79\mu s$; $t_2 = 1293,90\mu s$.

0.5 pt	**1-** Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :	

a- L'onde ultrasonore se propage dans le vide avec la célérité $v = 340m.s^{-1}$.

b- L'onde ultrasonore est une onde électromagnétique.

c- Le retard temporel entre l'émission de l'onde par E et sa réception après réflexion au fond de l'huile est $\tau = t_2 - t_1$.

d- On peut réaliser le phénomène de diffraction avec des ondes ultrasonores.

0.5 pt	**2-** Exprimer v_a la célérité des ultrasons dans l'air en fonction de t_1 et d. Calculer sa valeur.	

0.75 pt	**3-** Vérifier la qualité de l'huile d'olive étudiée.	

Exercice 4 : Electricité (4,25points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Détermination des caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

Les bobines et les condensateurs sont utilisés dans la fabrication de nombreux appareils électriques et électroniques que nous utilisons dans notre vie quotidienne.

Pour déterminer l'inductance L, la résistance r d'une bobine et la capacité C d'un condensateur, on réalise le montage expérimental schématisé sur la figure1 comportant :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 6V$;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 50\,\Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- les interrupteurs K_1, K_2 et K_3.

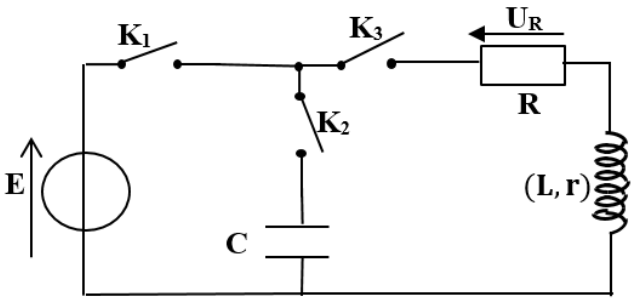


Figure 1

1- Détermination des caractéristiques de la bobine

Pour déterminer l'inductance L et la résistance r de la bobine, on ferme, à un instant choisi comme origine des dates $(t = 0)$, les interrupteurs K_1 et K_3 (K_2 étant ouvert). Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe $\frac{du_R}{dt} = f(u_R)$, u_R étant la tension aux bornes du conducteur ohmique (Figure 2).

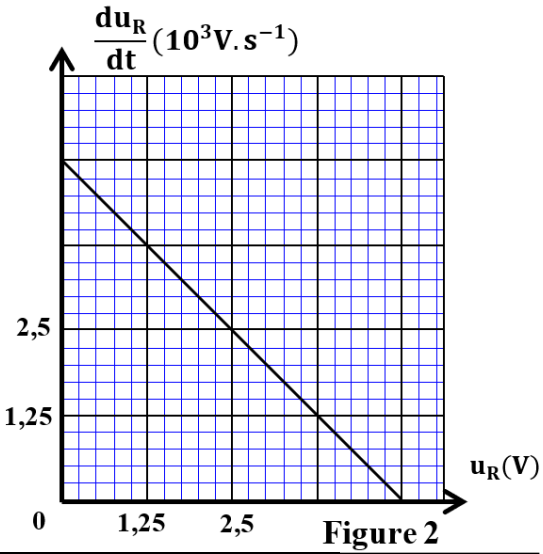


Figure 2

0.5 pt	**1-1-** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_R s'écrit: $\frac{du_R}{dt} = -\frac{R+r}{L}.u_R + \frac{R.E}{L}$	

0.5 pt	**1-2-** En exploitant la courbe de la figure 2, vérifier que $L = 60mH$ et trouver la valeur de r.	

2- Les oscillations électriques libres dans le circuit RLC série

On ferme les interrupteurs K_1 et K_2 (K_3 étant ouvert), le condensateur se charge totalement sous la tension E, puis on ouvre l'interrupteur K_1. A un instant choisi comme nouvelle origine des dates $(t = 0)$ on ferme K_3.

On visualise, à l'aide d'un dispositif adéquat, l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps, (T) étant la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_1 = 4,8ms$. (Figure3)

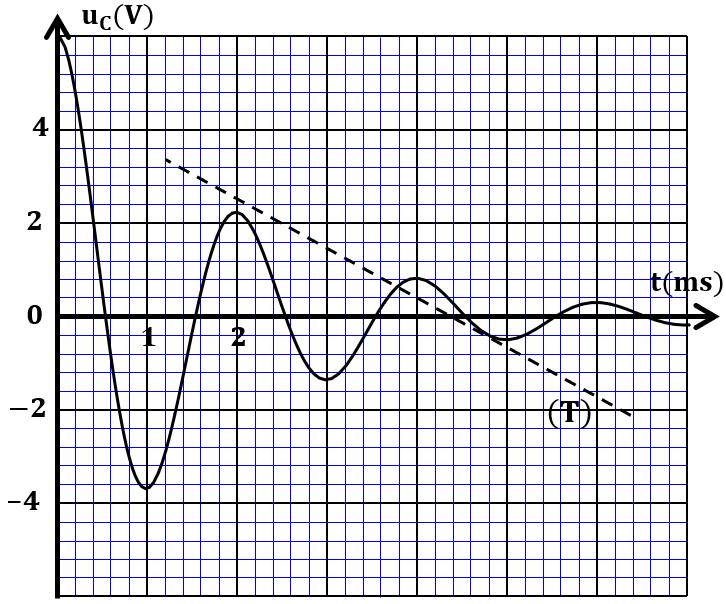


Figure 3

0.5 pt	**2-1-** Etablir l'équation différentielle vérifie par la tension u_C.	
0.25 pt	**2-2-** En assimilant la pseudo-période à la période propre du circuit, calculer la valeur de la capacité C.	
0.25 pt	**2-3-** Montrer que l'énergie totale stockée dans le circuit RLC à un instant t s'écrit sous la forme : $E_T(t) = \frac{1}{2}C\left[u_C^2 + L.C.\left(\frac{du_C}{dt}\right)^2\right]$.	
0.75 pt	**2- 4 -** Calculer ΔE_T, la variation de l'énergie totale du circuit entre les instants $t = 0$ et $t_1 = 4,8ms$, puis expliquer ce résultat.	

0.5 pt	**2-5-** On monte en série avec la bobine, le conducteur ohmique et le condensateur chargé initialement, un générateur délivrant une tension $u_g(t) = 60.i(t)$. Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :	

a - le régime des oscillations obtenues est apériodique.

b - l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur est constante au cours du temps.

c - l'énergie totale emmagasinée dans le dipôle RLC est constante au cours du temps.

d - l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit est nulle.

Partie 2 : Oscillateur RLC en régime sinusoïdal forcé

On réalise le montage expérimental schématisé dans la figure 4 comportant :

- un condensateur de capacité $C = 120\,nF$;
- une bobine d'inductance $L = 2,5mH$ et de résistance négligeable ;
- un conducteur ohmique de résistance R;
- un générateur GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale de fréquence N variable et d'amplitude constante $U_m = 100V$.

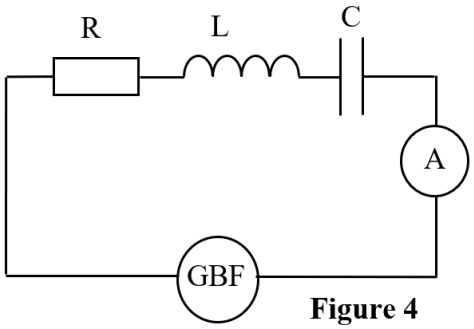


Figure 4

Pour une fréquence N_0, la valeur efficace de l'intensité du courant est maximale : $I_0 \simeq 1,41A$.

Pour les fréquences $N_1 = 6,54kHz$ et N_2, cette intensité devient : $I_{eff} \simeq 1A$.

0.25 pt	**1-** Déterminer N_0.	

0.25 pt	**2-** Vérifier que N_1 et N_2 délimitent la bande passante à -3dB .	

0.25 pt	**3-** Déterminer la valeur de N_2 sachant que la valeur du facteur de qualité de ce circuit est : $Q = 1,44$.	

0.25 pt	**4 -** Calculer la valeur de R.	

Exercice 5 : La mécanique (5,25points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie1 : Mouvement d'un ballon de basket-ball.

Lors d'un match de basket-ball, pour marquer un panier, un joueur doit faire passer le centre G du ballon par le centre C de l'arceau situé dans un plan horizontal à une hauteur $h = 3,05m$ du sol.

D'un point A de l'axe $(O\,;\,\vec{k})$ situé à une hauteur $H = 2m$ de la surface de la Terre, un basketteur, sans adversaire, lance le ballon à un instant pris comme origine des dates $(t = 0)$, avec une vitesse $\vec{v}_0$ contenue dans le plan $(O;\vec{i};\vec{k})$ et faisant un angle $\alpha = 45°$ avec un plan horizontal. Le plan $(O\,;\,\vec{i}\,;\,\vec{k}\,)$ est un plan vertical contenant les points A et C. (Figure 1)

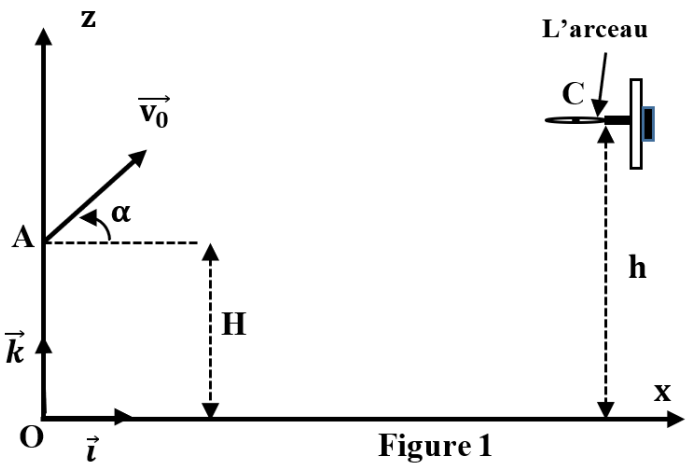


Figure 1

On étudie le mouvement du centre G du ballon dans un référentiel terrestre supposé galiléen et on repère à tout instant sa position par les coordonnées x et z dans le repère $R(O\,;\,\vec{i}\,;\,\vec{k}\,)$.

On néglige les actions de l'air.

Données :

- L'intensité de pesanteur : $g = 9,8m.s^{-2}$;
- Le rayon du ballon : $R = 12,4cm$.

0.5 pt	**1-** Etablir l'équation littérale de la trajectoire du centre G du ballon.	

0.5 pt	**2-** Les verticales passant par A et C sont distantes de $D = 6,75m$. Trouver la valeur de v_0 pour que le panier soit réussi.	

0.5 pt	**3-** Calculer la durée du trajet effectué par le centre G du point A au point C.	

0.5 pt	**4-** Voulant faire dévier le ballon, un adversaire, situé à $d = 0,90m$ du tireur, saute verticalement en levant les bras. La hauteur, par rapport au sol, atteinte par les bouts de ses doigts à l'instant où le ballon passe au-dessus de sa tête est : $H' = 2,70m$. Verifier si le panier est réussi.	

Partie 2 : Mouvement d'un système mécanique

On étudie, dans cette partie, le mouvement d'un oscillateur mécanique horizontal modélisé par un système (solide- ressort) constitué d'un solide (S) de masse $m = 100g$ de centre d'inertie G et d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur $K = 400\,N.m^{-1}$.

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

On étudie le mouvement de G dans un repère $R(O\,;\,\vec{i})$ lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

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 de G est nulle. (Figure 2)

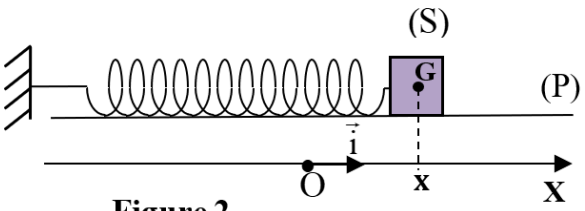


Figure 2

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

1- On comprime le ressort à partir de la position d'équilibre de (S) d'une distance $a = 5\,cm$ et on le libère sans vitesse initiale à un instant considéré comme origine des dates $(t = 0)$.

0.25 pt	**1-1-** En appliquant la deuxième loi de newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x du centre G.	

0.5 pt	**1-2-** La solution de l'équation différentielle s'écrit : $x(t) = X_m.\cos(2\pi N_0.t + \varphi)$, N_0 étant la fréquence propre de l'oscillateur. Déterminer la valeur de N_0 et celle de φ.	

0.25 pt	**1-3-** Déterminer la valeur de la vitesse v_1 de G lors de son premier passage par la position d'équilibre.	

2- On comprime à nouveau le ressort à partir de la position d'équilibre de (S) d'une distance $a = 5\,cm$, puis on place contre le solide (S) un solide (S') de centre d'inertie G' et de masse $m' = 200g$ (Figure 3).

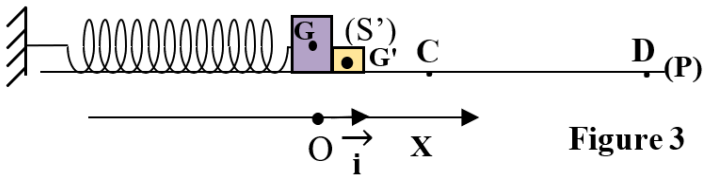


Figure 3

On libère le système (ressort, (S), (S')) sans vitesse initiale à un instant considéré comme nouvelle origine des dates $t = 0$.

Tant que (S') reste en contact avec (S), ils ont le même mouvement.

0.25 pt	**2-1-** Le solide (S') se sépare de (S) lors de son premier passage par la position d'équilibre. Expliquer.	

0.25 pt	**2-2-** Trouver l'expression de v_0' la vitesse de G' à l'instant où (S') se sépare de (S) en fonction de a, m', m et K.	

2-3- Entre les positions C et D, (S') glisse avec frottements sur le plan (P). (Figure 3)

On note $\overrightarrow{R_T}$ et $\overrightarrow{R_N}$ respectivement les composantes tangentielle et normale de l'action du plan (P) sur (S'), avec $R_T = \mu . R_N$. Le coefficient de frottement solide est $\mu = 0,5$.

0.5 pt	**2-3-1**- Déterminer, en utilisant la deuxième loi de Newton, l'intensité R_T	

0.5 pt	**2-3-2**- Etablir l'équation horaire du mouvement de G' dans le repère $R'(C\,;\,\overrightarrow{i})$. On prend comme nouvelle origine des dates $t = 0$, l'instant où G' passe par C avec la vitesse $v_C = v'_0$.	

0.75 pt	**2-3-3-** Soient $d = CD$ et a' la distance avec laquelle on doit compresser le ressort pour que G' arrive en D avec une vitesse nulle. Montrer que l'expression de a' s'écrit : $a' = \sqrt{\dfrac{2R_T.d(m+m')}{K.m'}}$. Calculer a' sachant que $d = 45cm$.	