

الصفحة 1 13	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 - المسالك الدولية		الجمهورية المغربية ROYAUME DU MAROC  وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة ROYAUME DU MAROC المركز الوطني للامتحانات المدرسية وتقييم التعليمات
RS 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 quatre exercices : un exercice de chimie et trois exercices de physique.

Exercice 1: Chimie (7 points)

- **Partie 1** : Détermination de la classe d'un alcool ;
- **Partie 2** : Etude d'une solution aqueuse d'un indicateur coloré.

Exercice 2: Transformations nucléaires (2,75 points)

- La datation de l'âge de la Terre.

Exercice 3: Electricité (5 points)

- **Partie 1** : Etude énergétique de la charge et de la décharge d'un condensateur ;
- **Partie 2** : Modulation d'amplitude et réception d'un signal modulé.

Exercice 4: Mécanique (5,25 points)

- Mouvement d'un système oscillant.

Exercice 1 : Chimie (7points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Détermination de la classe d'un alcool

On réalise une réaction d'estérification en utilisant un mélange équimolaire contenant un volume

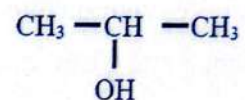
$V_1 = 14,3 \text{ mL}$ d'acide éthanóique CH_3COOH de densité $d_1 = 1,05$ et un volume $V_2 = 19,2 \text{ mL}$ d'un alcool A de formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$. On note S le mélange obtenu.

L'alcool de formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ possède deux isomères:

- propan-1-ol qui est un alcool de classe primaire de formule semi-développée :



- propan-2-ol qui est un alcool de classe secondaire de formule semi-développée :



La constante d'équilibre K associée à la réaction d'estérification dépend de la classe de l'alcool utilisé :

- pour l'alcool primaire : $K = 4$;
- pour l'alcool secondaire : $K = 2,25$.

Cette partie vise à déterminer la classe de l'alcool A .

Données :

- Les masses molaires : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$;
- La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1 \text{ g.mL}^{-1}$.

On prépare 10 tubes à essai propres et secs, puis on introduit dans chaque tube un volume $V = 3,35 \text{ mL}$ du mélange S . On place, à $t_0 = 0$, les dix tubes dans un bain marie où la température est constante.

Pour déterminer la composition du mélange à un instant t dans un tube, on le retire du bain marie, on le refroidit avec de l'eau glacée et on dose l'acide éthanóique restant avec une solution aqueuse d'hydroxyde

de sodium $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

On obtient l'équivalence pour un volume V_{BE} de la solution d'hydroxyde de sodium versé.

La courbe de la figure 1 représente l'évolution temporelle du volume V_{BE} :

$$V_{BE} = f(t).$$

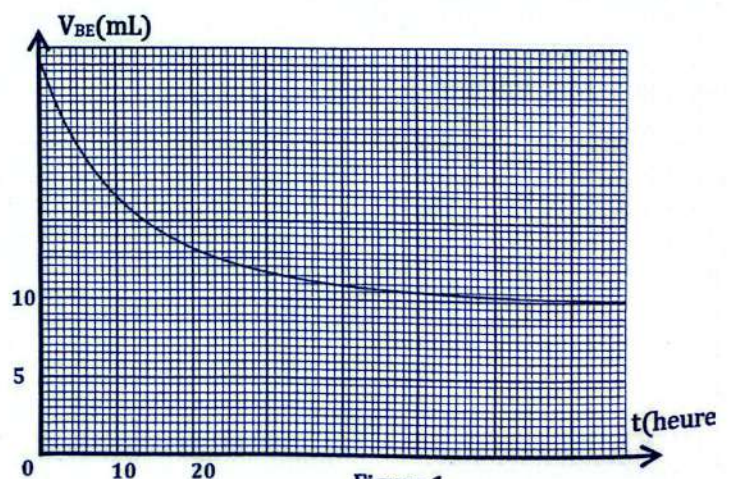


Figure 1

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026	RS 30F
13 / 3	المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	

0.25 pt	1- Ecrire l'équation modélisant la réaction du dosage.	
---------	--	---

0.5 pt	2- Montrer que la quantité de matière n_E d'ester formée dans le mélange S à un instant t s'écrit : $n_E(t) = \frac{d_1 \cdot \rho_e \cdot V_1}{M(C_2 H_4 O_2)} - 10 C_B \cdot V_{BE}(t)$.	
--------	---	---

0.5 pt	3- Calculer $n_E(t_f)$ la quantité de matière de l'ester formé à l'état final.	
--------	--	--

0.75 pt	4- Montrer que : $V_{BE}(t_{1/2}) = \frac{V_{BE}(t_0) + V_{BE}(t_f)}{2}$, avec $t_{1/2}$ le temps de demi réaction. Déduire la valeur de $t_{1/2}$.	
---------	---	---

0.5 pt	5- Déterminer la classe de l'alcool A utilisé.	
--------	--	---

0.5 pt	6- Ecrire, en utilisant les formules semi développées, l'équation de la réaction d'estérification étudiée.	
--------	--	---

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 - المسالك الدولية	RS 30F
13 / 4	مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	

0.25 pt	7- Choisir parmi les procédés suivants, celui qui permet d'améliorer le rendement de cette réaction.	
---------	--	---

- a- On utilise un catalyseur approprié.
- b- On élimine l'eau au fur et à mesure de sa formation.
- c- On utilise un excès d'eau.
- d- On élève la température du bain marie.

Partie 2 : Etude d'une solution aqueuse d'un indicateur coloré

Le bleu de bromothymol, souvent noté B.B.T, est un acide selon Bronsted, sa formule brute est

$C_{27}H_{28}Br_2O_5S$, sa solution aqueuse change de teinte en fonction du pH, elle est jaune lorsque le $pH \leq 6,0$ et bleue si $pH \geq 7,6$.

On représente dans ce qui suit sa forme acide par HIn et sa forme basique par In^- .

La mesure du pH d'une solution aqueuse S de cet indicateur coloré donne : $pH = 6$.

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à $25^\circ C$;
- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- Les conductivités molaires ioniques :

$$\lambda(NH_4^+) = 7,35 mS.m^2.mol^{-1} ; \lambda(HO^-) = 19,83 mS.m^2.mol^{-1}.$$

0.25 pt	1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction entre l'indicateur coloré $HIn_{(aq)}$ et l'eau.	
---------	---	---

2- La figure 2 représente la courbe de distribution de la forme acide du couple HIn/In^- .

On définit la proportion de l'acide $HIn_{(aq)}$ dans une solution aqueuse par :

$$p(HIn) = \frac{[HIn]_{\text{éq}}}{[In^-]_{\text{éq}} + [HIn]_{\text{éq}}}.$$

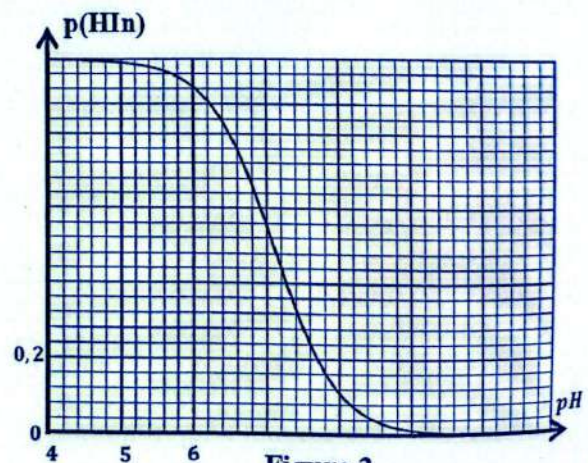


Figure 2

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	RS 30F
13 / 5		

0.75 pt	2-1- Montrer que τ le taux d'avancement final de la réaction s'écrit : $\tau = 1 - p(HIn)$. Déterminer sa valeur dans la solution S .	
---------	--	---

0.5 pt	2-2- Trouver, à l'aide de la courbe, la valeur de la constante pK_A du couple HIn/In^- .	
--------	--	---

0.5 pt	2-3- Déterminer $p_{max}(HIn)$ la proportion maximale de l'acide pour que la solution prenne la teinte de la forme basique.	
--------	---	---

3- On ajoute quelques gouttes de cet indicateur coloré à une solution aqueuse d'ammoniac NH_3 de concentration molaire $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de conductivité $\sigma = 11,36 \text{ mS.m}^{-1}$. On néglige l'influence des ions $H_3O^+_{(aq)}$ et des ions $In^-_{(aq)}$ sur la conductivité de la solution.

0.5 pt	3-1- Calculer τ' le taux d'avancement finale de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.	
--------	--	---

0.75 pt	3-2- Exprimer la constante d'acidité K_A du couple NH_4^+/NH_3 en fonction de C_B , K_e et τ' . Vérifier que $pK_A \simeq 9,25$.	
---------	--	---

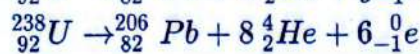
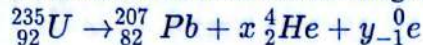
0.5 pt	3-3- Déterminer la teinte de la solution obtenue.	
--------	---	---

Exercice 2 : La datation de l'âge de la Terre (2,75points)

L'uranium, métal lourd et radioactif, est principalement utilisé comme combustible dans les réacteurs nucléaires pour produire l'électricité. Il est naturellement présent dans la croûte terrestre sous formes de deux isotopes principaux :

- l'uranium 238 qui est faiblement radioactif, sa proportion actuelle en masse est 99,29 %;
- l'uranium 235 est un élément radioactif et fissile, sa proportion actuelle en masse est 0,71%.

On modélise le bilan des désintégrations des deux isotopes par les équations :



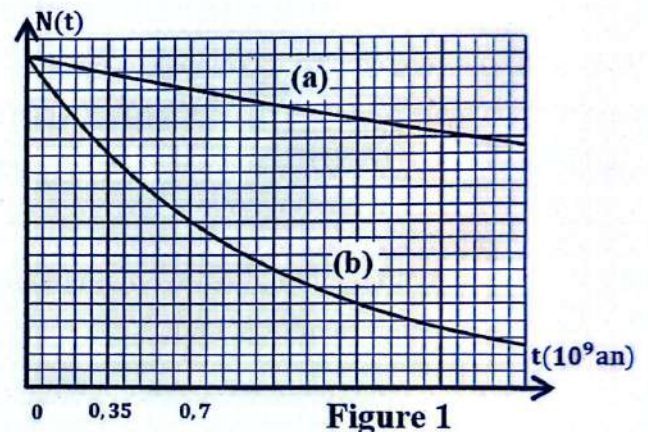
Dans une étude théorique visant à estimer l'âge de la Terre, un chercheur pose l'hypothèse suivante :

“ les deux isotopes se trouvaient en nombres égaux ($N_0({}_{92}^{238}\text{U}) = N_0({}_{92}^{235}\text{U})$) dans la Terre à l'instant de sa formation ($t_0 = 0$) ”.

Les courbes de la figure 1 représentent l'évolution au cours du temps du nombre de noyaux dans un échantillon contenant le même nombre initial N_0 de noyaux d'uranium 238 et de noyaux d'uranium 235.

On désigne par :

- $N({}_{92}^{238}\text{U})$: le nombre de noyaux ${}_{92}^{238}\text{U}$ dans l'échantillon à un instant t et m_1 leur masse.
- $N({}_{92}^{235}\text{U})$: le nombre de noyaux ${}_{92}^{235}\text{U}$ dans l'échantillon à un instant t et m_2 leur masse.



Données :

- La constante radioactive de l'uranium 238 : $\lambda_1 = 1,55 \times 10^{-10} \text{an}^{-1}$;
- La masse molaire de l'uranium 238 : $M_1 = 238 \text{g.mol}^{-1}$;
- La masse molaire de l'uranium 235 : $M_2 = 235 \text{g.mol}^{-1}$;
- L'énergie de liaison du noyau du plomb 206 : $E_{l2} = 1600,4 \text{ MeV}$;
- L'âge de la terre est : $4,5 \cdot 10^9 \text{an}$;
- $1u = 931,5 \text{MeV} \cdot c^{-2}$;
- Les masses:

Noyau ou particules	${}_1^1\text{p}$	${}_0^1\text{n}$	${}_{92}^{238}\text{U}$
Masse en u	1,0073	1,0087	238,0508

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	RS 30F
13 / 7		

0.5 pt	1- Calculer l'énergie de liaison E_{l1} du noyau de l'uranium 238 et déduire le noyau le plus stable parmi les noyaux ${}^{238}_{92}\text{U}$ et ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.	
--------	---	---

0.5 pt	2- Déterminer la valeur de x et celle de y .	
--------	--	---

0.5 pt	3- Montrer que la courbe (a) correspond à l'évolution temporelle de $N({}^{238}_{92}\text{U})$.	
--------	--	--

0.5 pt	4- Déterminer, en an^{-1} , la constante radioactive λ_2 de l'uranium 235.	
--------	---	---

0.25 pt	5- Ecrire l'expression du rapport $\frac{N({}^{238}_{92}\text{U})}{N({}^{235}_{92}\text{U})}$ en fonction de λ_1 , λ_2 et le temps t .	
---------	--	---

0.5 pt	6- Déterminer, selon le chercheur, l'âge t_T de la Terre. Conclure à propos de son hypothèse.	
--------	---	---

Exercice 3 : Electricité (5points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Etude énergétique de la charge et de la décharge d'un condensateur.

Pour étudier la charge d'un condensateur et sa décharge dans un dipôle D, on réalise le montage expérimental de la figure 1 qui se compose de :

- un générateur idéal de courant électrique qui débite un courant d'intensité constante $I = 200\text{mA}$;
- un conducteur ohmique de résistance R_1 ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un dipôle D modélisé par un conducteur ohmique de résistance R qui ne fonctionne normalement que si la tension u_D entre ses bornes est telle que : $u_D \geq U_f = 8,95\text{V}$;
- un interrupteur K .

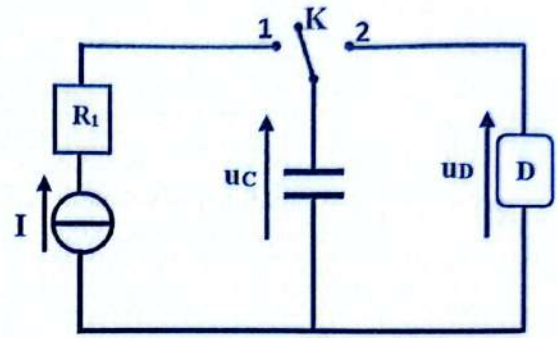


Figure 1

1- Charge du condensateur

A un instant pris comme origine des dates $t = 0$, on bascule l'interrupteur K en position 1.

L'étude expérimentale a permis d'obtenir la courbe de la figure 2 représentant l'évolution temporelle de l'énergie électrique $E_e(t)$ emmagasinée dans le condensateur lors de sa charge.

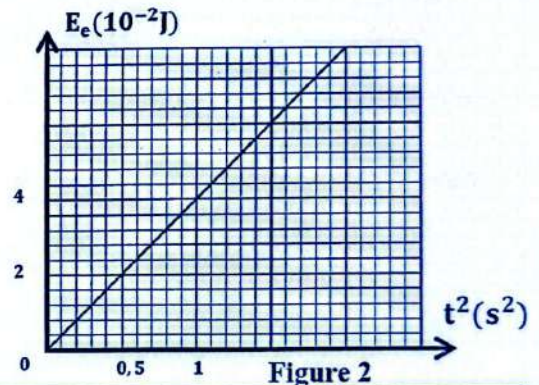


Figure 2

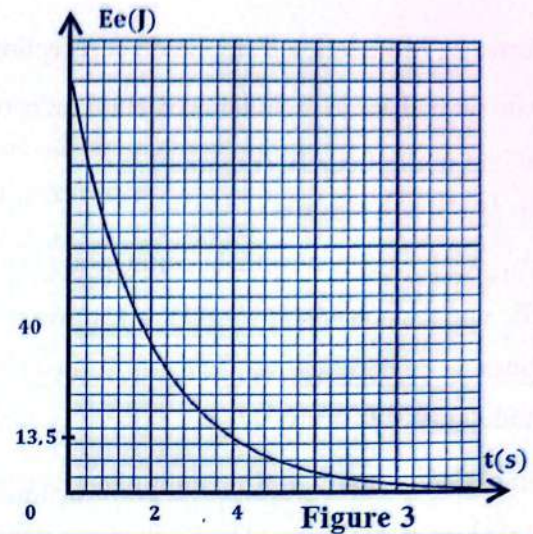
0.5 pt	1-1- Montrer que $C = 0,5\text{F}$	
0.5 pt	1-2- Trouver la durée Δt nécessaire pour que la tension entre les bornes du condensateur atteigne la valeur $U_0 = 20\text{V}$.	

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	RS 30F
13 / 9		

2- Décharge du condensateur

Lorsque la tension u_C prend la valeur U_0 , on bascule l'interrupteur K en position 2 à un instant pris comme nouvelle origine des dates $t = 0$.

La courbe de la figure 3 représente l'évolution au cours du temps de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lors de sa décharge.



0.25 pt	2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.	
0.25 pt	2-2- Dédurre que l'équation différentielle vérifiée par $E_e(t)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur s'écrit : $\frac{dE_e}{dt} + \frac{2}{\tau} \cdot E_e = 0$. Avec τ la constante du temps du dipôle RC .	
0.5 pt	2-3- La solution de cette équation différentielle s'écrit : $E_e(t) = A \cdot e^{-\alpha t}$ Trouver l'expression de A et celle de α en fonction des paramètres du circuit et U_0 .	
0.5 pt	2-4- Calculer $E_e(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant $t = \tau$. En déduire la valeur de R .	
0.5 pt	2-5- Trouver Δt la durée du fonctionnement normal du dipôle D.	

Partie 2 : Modulation d'amplitude et réception d'un signal modulé

Afin de réaliser la modulation d'amplitude, on utilise le circuit intégré multiplieur X. (Figure 4)

On applique à l'entrée :

- E_1 une tension sinusoïdale porteuse $u_1(t) = 6 \cos(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)$;
- E_2 une tension $u_2(t) = s(t) + U_0$ avec U_0 la tension continue de décalage, et $s(t) = S_m \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ la tension modulante. ($f \ll 10^4 \text{ Hz}$)

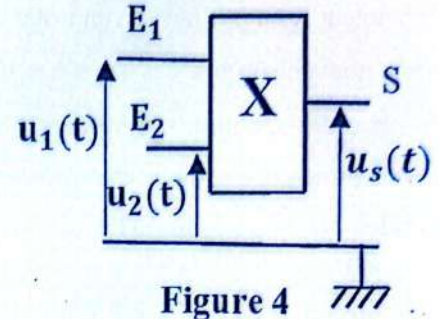


Figure 4

On obtient à la sortie S du multiplieur la tension modulée en amplitude $u_S(t)$ telle que :

$u_S(t) = K \cdot u_1(t) \cdot u_2(t)$, K étant une constante positive qui caractérise le multiplieur.

0.5 pt	1- L'amplitude du signal modulé peut s'écrire sous la forme : $u_{sm}(t) = \alpha \cdot s(t) + \beta$ Déterminer l'expression de la constante α et celle de β.	
--------	---	--

2- Pour vérifier la qualité de la modulation, on représente à l'aide d'un système d'acquisition approprié les variations de l'amplitude $u_{sm}(t)$ en fonction du signal modulant $s(t)$. (Figure 5)

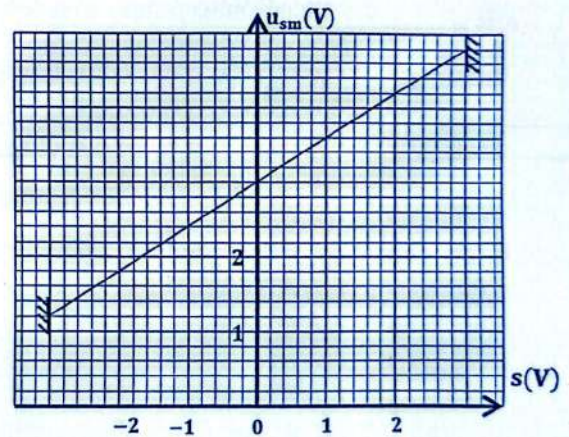


Figure 5

0.5 pt	2-1- Trouver la valeur de K et celle de U_0 .	
0.5 pt	2-2- Calculer le taux de modulation et conclure.	

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026	RS 30F
13 / 11	المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	

0.5 pt	3- Pour une bonne réception du signal modulé, on utilise un circuit bouchon (circuit sélectif) formé d'une bobine, d'inductance $L_0 = 60\text{mH}$ et de résistance négligeable, et de deux condensateurs, montés en série, de capacité respectives $C_0 = 10\text{nF}$ et C_1. Déterminer la valeur de C_1.	
--------	---	---

Exercice 4 : La mécanique (5,25points)

Mouvement d'un système oscillant

La résonance mécanique peut apparaître lorsqu'un système oscillant est soumis à une excitation par un autre système.

L'étude des oscillations libres d'un système mécanique permet de comprendre à quelles conditions ce système peut entrer en état de résonance et comment contrôler ses oscillations.

Soit le système oscillant constitué de :

- un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K dont l'une des extrémités est attachée à un support ;
- un solide S de masse m et de centre d'inertie G ;
- une poulie, de rayon R et de moment d'inertie J_Δ par rapport à l'axe (Δ) , susceptible de tourner sans frottement autour de l'axe horizontal (Δ) passant par son centre I .

L'extrémité libre du ressort et le solide S sont reliés par un fil inextensible, de masse négligeable et passant sans glissement dans la gorge de la poulie (figure1).

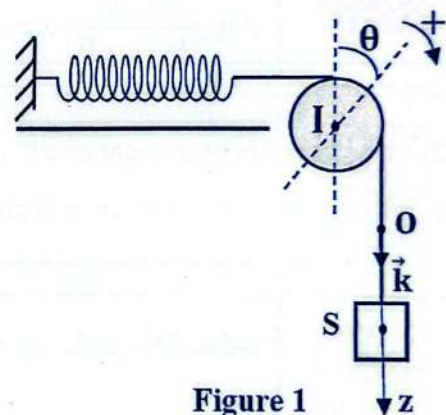


Figure 1

On étudie le mouvement du système dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen.

À l'équilibre, le centre d'inertie G du solide est confondu avec O l'origine du repère $R(O; \vec{k})$

Données :

- L'intensité de pesanteur : $g = 10\text{m.s}^{-2}$;
- La masse de (S) : $m = 100\text{g}$;
- Le rayon de la poulie : $R = 2\text{cm}$.

الصفحة	موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة الاستدراكية 2026 المسالك الدولية مادة : الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (خيار فرنسية)	RS 30F
13 / 12		

0.5 pt	1- Montrer que l'expression de $\Delta\ell_0$ l'allongement du ressort à l'équilibre s'écrit : $\Delta\ell_0 = \frac{m \cdot g}{K}$	
--------	---	---

2- On écarte S de sa position d'équilibre, verticalement vers le bas, d'une distance $d = 2\text{cm}$ et on le lâche sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates $t = 0$.

On repère, à un instant t , la position de G par sa coordonnée z dans le repère $R(O; \vec{k})$ et la position de la poulie par l'abscisse angulaire θ .

Une étude expérimentale permet de tracer la courbe de la figure 2 représentant l'évolution de z en fonction de t .

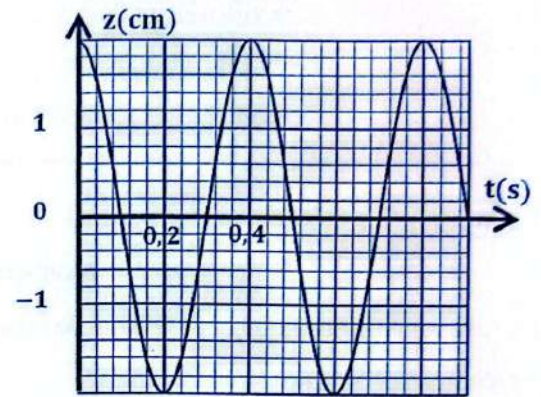


Figure 2

0.75 pt	2-1- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par z s'écrit : $\ddot{z} + \frac{K \cdot R^2}{J_{\Delta} + m \cdot R^2} z = 0.$	
---------	---	---

2-2- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $z(t) = A \cdot \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$, A étant l'amplitude des oscillations et φ la phase à $t = 0$.

0.5 pt	2-2-1- Déterminer la valeur de φ et celle de A .	
--------	--	---

0.5 pt	2-2-2- Trouver l'expression de la période propre T_0 des oscillations.	
--------	--	---

0.5 pt	3- Montrer que l'intensité T_{max} de la tension maximale du fil appliquée sur (S) s'écrit : $T_{max} = m(g + \frac{4\pi^2 \cdot d}{T_0^2})$. Calculer sa valeur.	
--------	--	---

4- On considère l'état où le ressort n'est pas déformé comme état de référence de l'énergie potentielle élastique ($E_{pe} = 0$) et le plan horizontal passant par O , la position de G à l'équilibre, comme plan de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ($E_{pp} = 0$).

L'énergie potentielle de la poulie est $E_{p0} = cte$ et

l'expression de son énergie cinétique s'écrit :

$$E_C(P) = \frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2. \text{ Avec } \dot{\theta} \text{ la vitesse angulaire instantanée}$$

de la poulie.

La courbe de la figure 3 représente la variation de E_p

l'énergie potentielle du système en fonction de z .

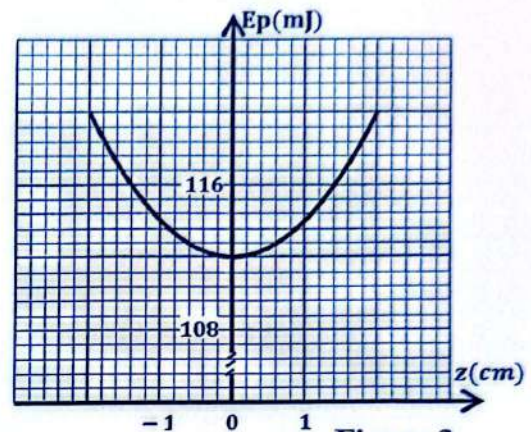


Figure 3

0.75 pt	4-1- Montrer que l'expression de l'énergie potentielle du système oscillant s'écrit : $E_p = \frac{1}{2} K \cdot (z^2 + \Delta l_0^2) + E_{p0}$.	
0.5 pt	4-2- En utilisant les courbes des figures 2 et 3, déterminer la valeur de K et vérifier que $J_{\Delta} \simeq 2,5 \cdot 10^{-5} kg \cdot m^2$.	
0.75 pt	4-3- En exploitant la conservation de l'énergie mécanique du système, calculer v_1 la vitesse de G à l'instant $t_1 = 0,3s$.	
0.5 pt	5- On remplace le solide S par un autre solide S' de masse m' . Un excitateur impose à ce nouveau système des oscillations de fréquence $F_e = 3Hz$. Déterminer la valeur de m' pour que le système soit en état de résonance mécanique.	