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 11		

NS 28F		الموضوع	
3س	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)	الشعبة والمسلك

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.

On donnera les expressions litterales avant de passer aux applications numériques.
Les exercices peuvent être traités selon l'ordre choisi par le candidat.

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

Exercice 1 : (7 points)

- Etude d'une solution aqueuse d'acide butanoïque

- Etude de la réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol

Exercice 2 : (2,5 points)

- Désintégration d'un radioélément

Exercice 3 : (5 points)

- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

- Transmission et réception d'un signal

Exercice 4 : (5,5 points)

- Saut sans parachute

- Etude d'un système oscillant

Exercice 1 : Chimie (7 points)

L'acide butanoïque est utilisé dans l'industrie alimentaire pour ses propriétés aromatisantes, en parfumerie et en cosmétique pour ses bienfaits sur la peau. Il possède des propriétés anti-inflammatoires.

On se propose dans cet exercice d'étudier une :

- solution aqueuse d'acide butanoïque ;
- réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol.

1- Réaction de l'acide butanoïque avec l'eau

On prépare une solution aqueuse S_A d'acide butanoïque C_3H_7COOH, de volume V et de concentration $C_A = 5,40.10^{-3}\, mol.L^{-1}$. La mesure de son pH donne : $pH = 3,55$.

0.5 pt	**1-1-** Écrire l'équation de la réaction de l'acide butanoïque avec l'eau.	
0.25 pt	**1-2/1-2-1-** Écrire l'expression de la constante d'acidité K_A associée à l'équation de la réaction de l'acide butanoïque avec l'eau .	
0.75 pt	**1-2-2-** Montrer que $K_A = \dfrac{10^{-2pH}}{C_A - 10^{-pH}}$ et vérifier que le pK_A du couple $C_3H_7COOH_{(aq)}/C_3H_7COO^-_{(aq)}$ est $pK_A \simeq 4,81$.	
0.75 pt	**1-3-** Justifier que la réaction de l'acide butanoïque avec l'eau est limitée.	

2- Réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol

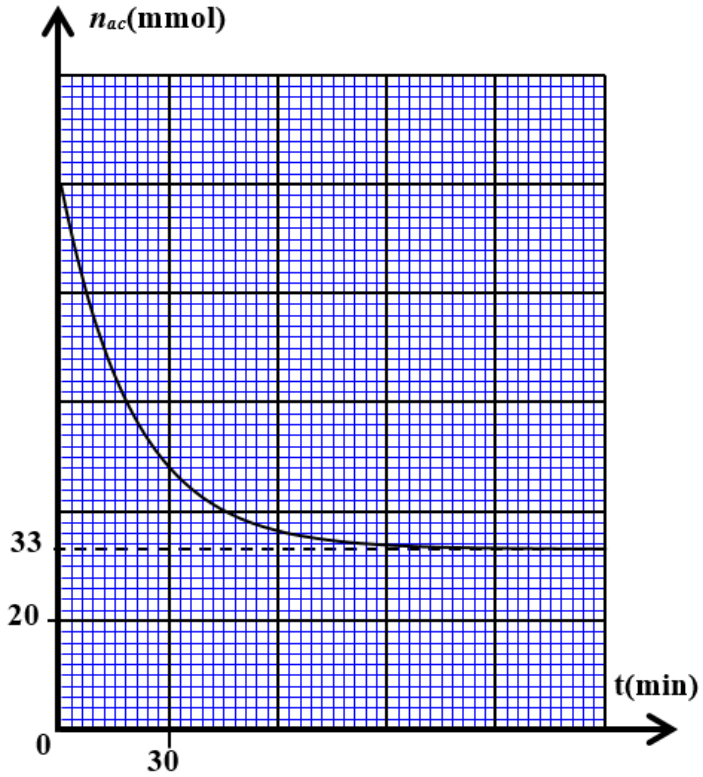
La réaction de l'acide butanoïque avec le méthanol CH_3OH permet d'obtenir en plus de l'eau, un composé organique E caractérisé par son odeur et son goût agréables.

1 pt	**2-1-** Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation modélisant la réaction entre l'acide butanoïque et le méthanol. Nommer le composé E.	

2-2- Pour synthétiser le composé E, on prépare 10 tubes à essais et on introduit à un instant t=0 dans chacun d'eux $n_0 = 0,10\,mol$ de l'acide butanoïque et $n_0 = 0,10\,mol$ du méthanol avec quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On trempe les tubes dans un bain marie à la température constante θ.

L'évolution de la réaction est suivie par dosage, à des instants bien déterminés, de l'acide butanoïque restant dans chaque tube à essai. A chaque instant on retire un tube du bain marie, on le trempe dans l'eau glacée, puis on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration $C_b = 2,0\,mol.L^{-1}$. Pour chaque tube on détermine le volume V_{BE} d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence. Les résultats obtenues ont permis de tracer la courbe de la figure représentant l'évolution temporelle de n_{ac} la quantité de matière de l'acide butanoïque restant.

Lors de dosage on ne considère que la réaction entre l'hydroxyde de sodium et l'acide restant.



0.5 pt	**2-2-1-** Écrire l'équation de la réaction de dosage de l'acide butanoïque restant par la solution d'hydroxyde de sodium.	
0.75 pt	**2-2-2-** On prend la valeur du produit ionique de l'eau $K_e = 10^{-14}$. Calculer la constante d'équilibre K associée à la réaction de dosage.	
0.75 pt	**2-2-3-** Déterminer, en se basant sur la courbe de la figure, le volume V_{BE} de la solution d'hydroxyde de sodium nécessaire pour doser l'acide butanoïque restant à l'instant t= 30min.	

0.75 pt	**2-3-** Déterminer, en utilisant la courbe de la figure, la valeur de $t_{1/2}$ le temps de demi-réaction de la réaction entre l'acide butanoïque et le méthanol dans les conditions de l'expérience.	

0.5 pt	**2-4-** Répondre par vrai ou faux, en justifiant, à l'affirmation suivante: « Le rôle de l'acide sulfurique est de diminuer $t_{1/2}$ le temps de demi-réaction. »	

0.5 pt	**2-5-** Calculer le rendement de la réaction de la synthèse de E.	

Exercice 2 : Désintégration du soufre 35 (2,5 points)

Le soufre 35 est un isotope radioactif du soufre. Il est utilisé en recherche médicale et biologique. Ses caractéristiques sont déterminantes pour le traitement des déchets contenant du soufre 35.

On a un échantillon de soufre 35 de masse initiale m_0 à un instant $t = 0$.

Le soufre $^{35}_{16}S$ est radioactif β^-. Il se désintègre en donnant le noyau $^{A}_{Z}Y$ et une particule $^{A'}_{Z'}e$.

Données :

* Extrait de la classification périodique des éléments chimiques:

$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$

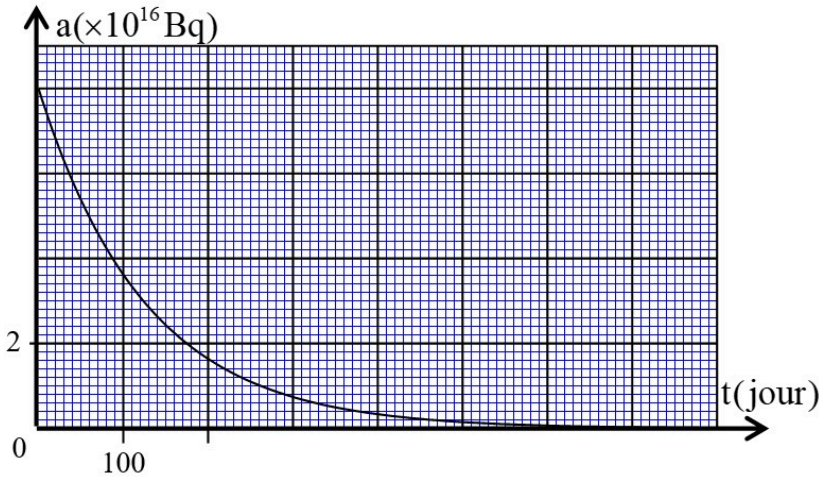
* Masses : $m(^{35}_{16}\mathrm{S}) = 34,96027\,\mathrm{u}$; $m(^{A}_{Z}\mathrm{Y}) = 34,95954\,\mathrm{u}$; $m(^{A'}_{Z'}\mathrm{e}) = 5,48560.10^{-4}\,\mathrm{u}$;

* $1\mathrm{u} = 931,5\ \mathrm{MeV.c^{-2}}$.

0.75 pt	**1-** Écrire l'équation de désintégration d'un noyau de soufre $^{35}_{16}S$ en identifiant $^{A'}_{Z'}\mathrm{e}$ et $^{A}_{Z}\mathrm{Y}$.	

0.5 pt	**2-** Calculer, en unité MeV, E_{lib} l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de soufre 35.	

0.5 pt	**3-** La courbe de la figure suivante représente l'évolution temporelle de l'activité de l'échantillon. Les déchets à vie très courtes (VTC) sont caractérisés par une demi-vie $t_{1/2}$ inférieure à $100\,jour$. Ils sont stockés pendant une durée suffisante pour que leur activité décroisse avant leur élimination comme déchets ordinaires. Justifier, en se basant sur la courbe de la figure, que le soufre 35 est un déchet à vie très courte(VTC).	



0.75 pt	**4-** On considère qu'un échantillon de soufre 35 peut être traité comme un déchet ordinaire si son activité est inférieure à $10^8 Bq$. En prenant $t_{1/2} = 87,4\,jour$ la demi-vie du soufre 35, trouver l'instant t_d où l'échantillon devient un déchet ordinaire**.**	

Exercice 3 : Électricité (5 points)

Les parties I et II sont indépendantes

On se propose, dans la partie I de cet exercice, de déterminer quelques grandeurs caractéristiques des éléments d'un circuit électrique, en étudiant la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension. On étudiera dans la partie II, la transmission et la réception d'un signal.

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

Le montage de la figure 1 comporte un générateur idéal de tension de f.e.m. E, un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance r et un interrupteur K. Les valeurs de E, R et L sont ajustables.

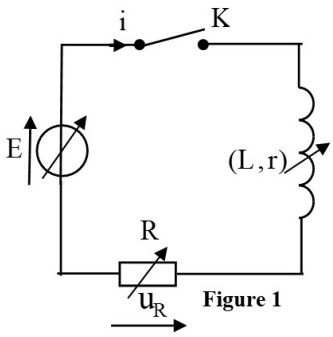


Figure 1

A un instant choisi comme origine des dates $(t = 0)$, on ferme K. Un système d'acquisition adéquat a permis d'obtenir les courbes représentant l'évolution temporelle de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique (figure 2) selon les valeurs de E, R et L indiquées dans le tableau ci-dessous. (T) représente la tangente à la courbe (b) au point d'abscisse $t = 0$.

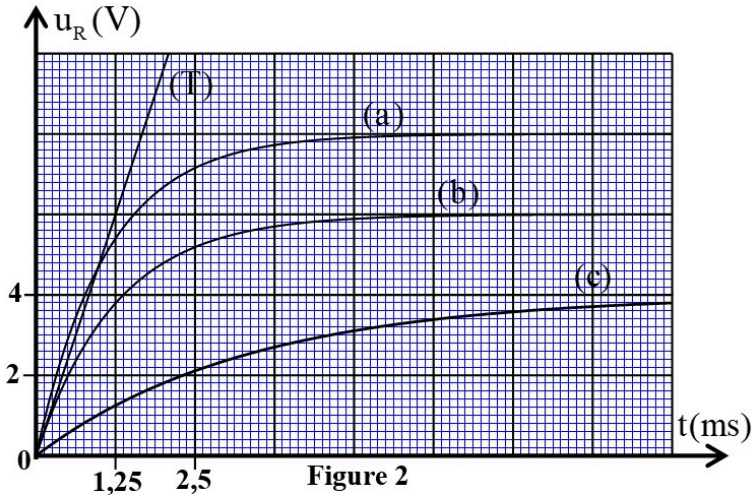


Figure 2

	$E(V)$	$R(\Omega)$	$L(H)$
Expérience (1)	9	80	L_1
Expérience (2)	4,5	80	L_2
Expérience (3)	6,4	150	L_3

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

0.5 pt	**2-** Déduire l'expression de u_{R_p} la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent en fonction des paramètres du circuit.	

3- Sachant que la courbe (b) correspond à l'expérience (3) :

0.5 pt	**3-1-** Déterminer r et L_3.	
0.5 pt	**3-2-** Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en régime permanent pour cette expérience.	
0.5 pt	**4-** Indiquer, en justifiant, la courbe qui correspond à l'expérience (1).	

Partie II : Transmission et réception d'un signal

Le montage de la figure 3 permet d'obtenir un signal modulé en amplitude et de le transmettre à travers une antenne.

L'expression de la tension $u_s(t)$ associée à ce signal modulé en amplitude s'écrit : $\mathrm{u_s(t)= A\,[1+m.cos(2\pi f.t)]\ .cos(2\pi F.t)}$ avec f la fréquence du signal informatif, F la fréquence de la porteuse, m le taux de modulation et A une constante positive.

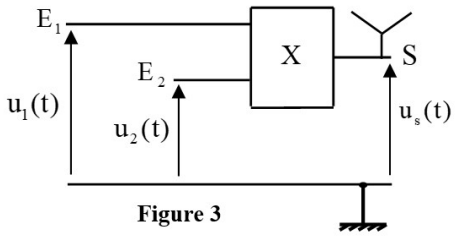


Figure 3

Le circuit du schéma de la figure 4 permet la réception, la sélection du signal modulé ainsi que sa démodulation.

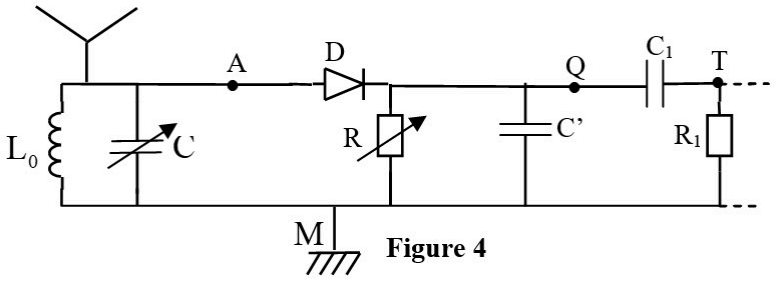


Figure 4

Les oscillogrammes de la figure 5 visualisés correspondent aux tensions u_{AM} , u_{QM} et u_{TM} avec M étant la masse du circuit.

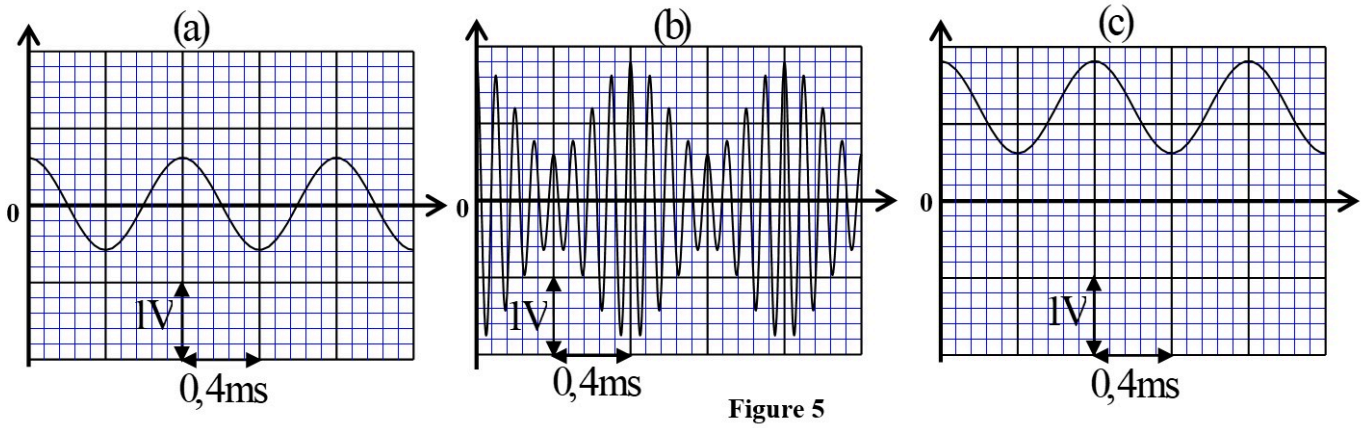


Figure 5

0.75 pt	**1-** Identifier l'oscillogramme correspondant à la tension u_{AM} et déterminer la fréquence F.	
0.5 pt	**2-** Trouver C_0 la valeur à laquelle il faut ajuster la capacité C pour sélectionner le signal de fréquence F sachant que $L_0 = 2\,mH$ (on prend $\pi^2 = 10$).	
0.5 pt	**3-** Indiquer en justifiant l'oscillogramme correspondant à la tension obtenue après la détection de l'enveloppe.	
0.5 pt	**4-** Déterminer m le taux de modulation.	

Exercice 4 : Mécanique (5,5 points)

Les deux parties sont independantes

Partie I : Saut sans parachute

Le 30 juillet 2016, un cascadeur accomplit un saut à une altitude $H = 7620\,m$ du sol sans parachute ou combinaison qui peut l'aider. Pour éviter sa collision au sol, un filet de réception a été fixé à une altitude $h = 70\,m$ du sol. Le cascadeur a été guidé vers le filet par des parachutistes. Après sa chute, il a atteint rapidement une vitesse limite de $200\,km.h^{-1}$.

On modélise le cascadeur par un corps (S) de masse m et de centre d'inertie G qui réalise un saut vertical.

L'étude du mouvement de (S) s'effectue dans un repère $R(O, \overrightarrow{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. On repère, à chaque instant t la position de G par sa cote z sur l'axe vertical $(O, \overrightarrow{k})$ orienté vers le bas (figure 1).

A l'instant $t = 0$, on considère que la cote de G et sa vitesse sont nulles.

On néglige la poussée d'Archimède devant les autres forces.

On étudie le mouvement du cascadeur dans les deux cas suivants :

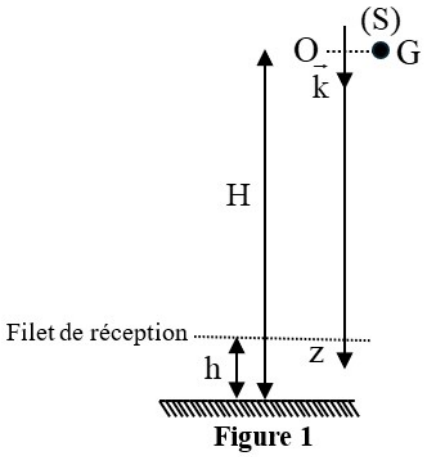


Figure 1

- Les frottements avec l'air sont négligeables (chute libre);
- Les frottements ne sont pas négligeables.

Données :

- Intensité de la pesanteur supposée constante : $g = 9,8\, m.s^{-2}$;
- Masse du cascadeur et de son équipement : $m = 80\, kg$.

1- Cas 1 : Chute libre

Le corps solide (S) est en mouvement de chute libre.

0.5 pt	**1- 1-** En appliquant la deuxième loi de Newton, établir $z(t)$ l'équation horaire du mouvement de G.	
0.5 pt	**1-2-** Vérifier que la durée de la chute jusqu'à l'arrivé au filet est : $t_f \simeq 39,25s$.	
0.75 pt	**1-3-** Calculer, en unité km.h^{-1}, la valeur de la vitesse v_f à l'instant t_f. Déduire si ce modèle explique la réalité du saut du cascadeur.	

2- Cas 2 : Frottements non négligeables

Dans ce deuxième cas, le cascadeur est soumis en plus de son poids $\overrightarrow{P}$ à la force de frottement fluide modélisée par $\overrightarrow{f} = -\mu v^2 . \overrightarrow{k}$, avec μ une constante positive et v la vitesse de G à un instant t.

La courbe de la figure 2 représente les variations de $\frac{dv_z}{dt}$ en fonction de ${v_z}^2$ le carré de la vitesse de G.

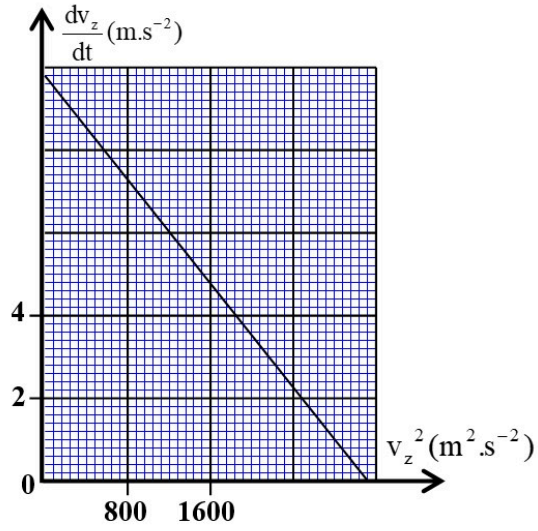


Figure 2

0.75 pt	**2-1-** En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v_z de G s'écrit : $\frac{dv_z}{dt} + \frac{\mu}{m}v_z^2 = g$.	
0.75 pt	**2-2-** En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de v_ℓ la vitesse limite du mouvement de G. Déduire que $\mu \simeq 0,25\ S.I.$.	
0.5 pt	**2-3-** Dire en justifiant si ce modèle explique la réalité du saut du cascadeur.	
0.5 pt	**2-4-** Pour résoudre l'équation différentielle montrée dans la question 2-1, on peut utiliser une méthode de résolution numérique itérative : la méthode d'Euler. En utilisant la méthode d'Euler, déterminer les vitesses v_{z_1} et v_{z_2} indiquées dans le tableau suivant :	

$t_i(s)$	$t_0 = 0$	$t_1 = 0,5$	$t_2 = 1$
$v_{z_i}(m.s^{-1})$	0	v_{z_1}	v_{z_2}
$a_{z_i} = \frac{dv_z}{dt}(m.s^{-2})$	$a_{z_0} = 9,8$	a_{z_1}	a_{z_2}

Partie II : Etude d'un système oscillant

Cette partie a pour but l'étude énergétique d'un système oscillant (solide - ressort) .

Le pendule élastique étudié est composé d'un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m, lié à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K. L'autre extrémité du ressort est liée à un support fixe.

On néglige les frottements et on étudie le mouvement de G dans un repère $R(O, \vec{i})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. On repère la position de G à un instant t par son abscisse x. A l'équilibre l'abscisse de G est nulle (figure3).

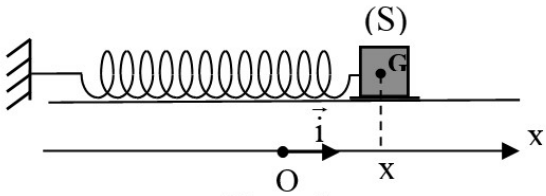


Figure 3

On choisit le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur $(E_{pp} = 0)$ et l'état dans lequel le ressort n'est pas déformé comme référence de l'énergie potentielle élastique $(E_{pe} = 0)$.

On écarte (S) de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance $X_m = 2\,cm$ et on le lâche sans vitesse initiale à un instant choisi comme origine des dates (t=0).

A l'aide d'un système d'acquisition adéquat, on a obtenu les courbes représentant les variations temporelles de l'énergie potentielle élastique $E_{pe}(t)$ et l'énergie cinétique $E_c(t)$ du pendule (Figure 4).

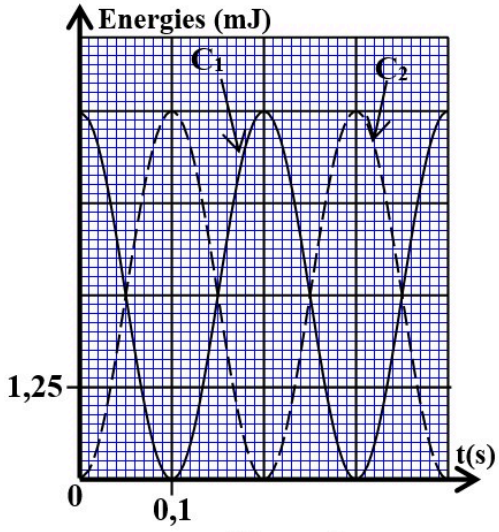


Figure 4

0.5 pt	**1-** Associer, en justifiant, la courbe correspondant à l'énergie $E_c(t)$.	
0.5 pt	**2-** Déterminer E_m la valeur de l'énergie mécanique du système oscillant et déduire celle de K.	
0.25 pt	**3-** Déterminer la valeur de v_1 la vitesse de G à l'instant $t_1 = \frac{T_0}{2}$, avec T_0 la période propre du système oscillant.	