

امتحان وطني تجريبي رقم 3
للبيكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2023
- الموضوع -

Royaume du Maroc



Ministère de l'Éducation Nationale,
du Préscolaire et des Sports

3	مدة الإنجاز	الفيزياء و الكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

INSTRUCTIONS GENERALES

www.coursfacile.com

- L'utilisation de la calculatrice non programmable est autorisée ;
- Le candidat peut traiter les exercices de l'épreuve suivant l'ordre qui lui convient ;
- L'utilisation de la couleur rouge lors de la rédaction des solutions est à éviter.

COMPOSANTES DU SUJET

L'épreuve est composée de quatre exercices indépendants entre eux et répartis suivant les domaines comme suit :

Exercice 1	Chimie	7 points
Exercice 2	Ondes et Nucléaire	3 points
Exercice 3	Electricite	4.75 points
Exercice 4	Mecanique	5.25points

Etude de la réaction entre les ions hydrogénocarbonate et l'acide acétylsalicylique

L'équation de la réaction chimique entre les ions hydrogénocarbonate $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ et l'acide acétylsalicylique s'écrit :



Afin de suivre l'évolution de cette réaction, on introduit dans un ballon, un volume $V = 10\text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ dont la concentration initiale effective des ions hydrogénocarbonate est : $[\text{HCO}_3^-]_0 = C = 0,5\text{ mol.L}^{-1}$ puis à un instant choisi comme origine des dates ($t = 0$), on ajoute à la solution une quantité d'acide acétylsalicylique de masse $m = 0,5\text{ g}$. (On considère que le volume du mélange réactionnel reste constant $V = 10\text{ mL}$).

La courbe de la figure ci-dessous représente l'évolution temporelle de l'avancement de la réaction x .

1. Montrer que les quantités de matière initiales des réactifs sont :

$$n_0(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4) \approx 2,8\text{ mmol et}$$

$$n_0(\text{HCO}_3^-) = 5\text{ mmol}.$$

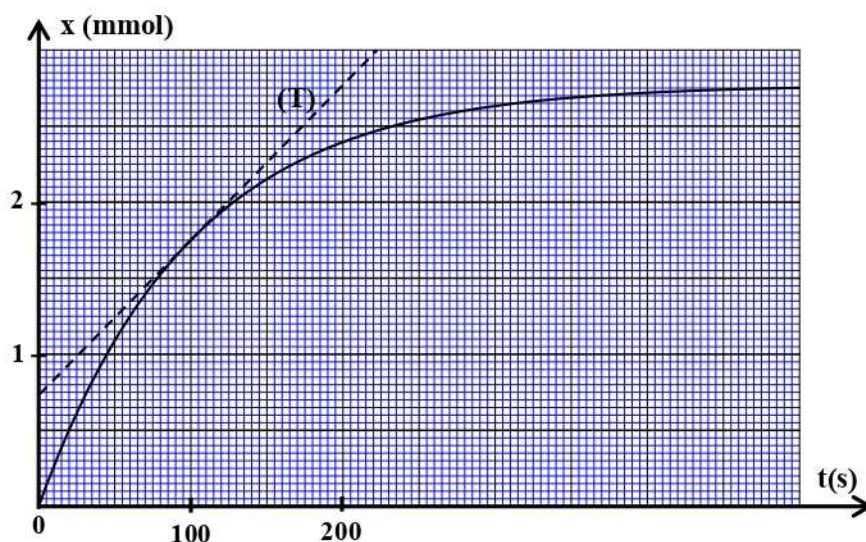
2. Dresser le tableau descriptif d'avancement de la réaction.

3. Trouver la valeur de l'avancement maximal x_{max} .

4. Calculer la vitesse volumique de la réaction, en $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$, à l'instant

$t = 100\text{ s}$. (T) représente la tangente à la courbe à l'instant $t = 100\text{ s}$.

5. Déterminer graphiquement le temps de demi réaction $t_{1/2}$.


Donnée :

- La masse molaire de l'acide acétylsalicylique : $M(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4) = 180\text{ g.mol}^{-1}$.

Suivi temporel d'une transformation chimique

On étudie la cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque avec un alcool primaire R-OH .

L'équation de la réaction qui se produit s'écrit : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{R-OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOR} + \text{H}_2\text{O}$.

On réalise quatre expériences dont les conditions expérimentales sont décrites dans le tableau ci-dessous. $n_0(\text{CH}_3\text{COOH})$ et $n_0(\text{R-OH})$ représentent respectivement les quantités de matière initiales à l'instant $t=0$ de l'acide éthanoïque et de l'alcool.

L'expérience	$n_0(\text{CH}_3\text{COOH})$ (mol)	$n_0(\text{R-OH})$ (mol)	Température	Catalyseur
(a)	0,6	0,6	θ_1	Aucun
(b)	0,6	0,6	$\theta_2 > \theta_1$	Aucun
(c)	0,6	0,6	θ_2	Quelques gouttes d'acide sulfurique
(d)	0,3	0,6	θ_1	Aucun

On réalise quatre expériences dont les conditions expérimentales sont décrites dans le tableau ci-dessous. $n_0(\text{CH}_3\text{COOH})$ et $n_0(\text{R-OH})$ représentent respectivement les quantités de matière initiales à l'instant $t=0$ de l'acide éthanóïque et de l'alcool.

L'expérience	$n_0(\text{CH}_3\text{COOH})$ (mol)	$n_0(\text{R-OH})$ (mol)	Température	Catalyseur
(a)	0,6	0,6	θ_1	Aucun
(b)	0,6	0,6	$\theta_2 > \theta_1$	Aucun
(c)	0,6	0,6	θ_2	Quelques gouttes d'acide sulfurique
(d)	0,3	0,6	θ_1	Aucun

Les courbes (1), (2), (3) et (4) de la figure ci-dessous représentent l'évolution temporelle de la quantité de matière n_e de CH_3COOR formé.

3-1- Indiquer, en justifiant, la courbe correspondant à l'expérience (c).

3-2- Indiquer, en justifiant, si la proposition suivante est vraie ou fausse :

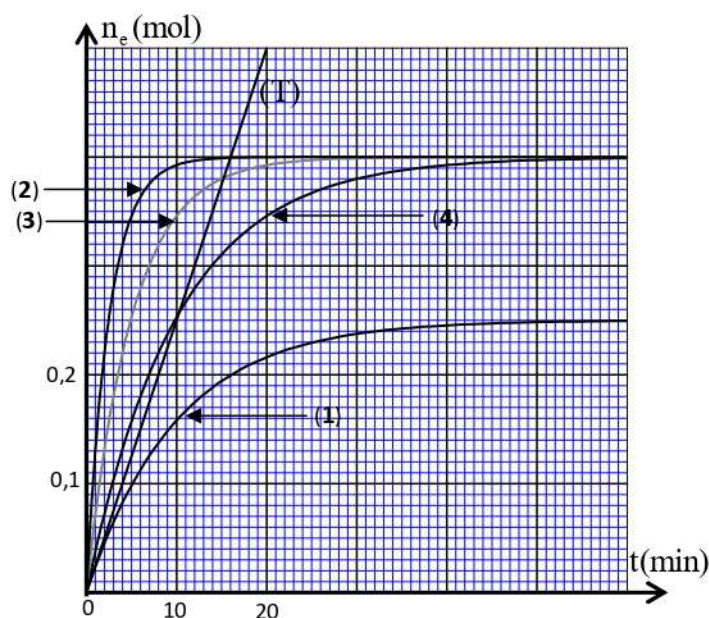
Le temps de demi-réaction correspondant à

l'expérience (b) est : $t_{1/2} = 13 \text{ min}$.

3-3- Pour la courbe (1) correspondant à l'une des expériences, déterminer, en unité $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$, la vitesse volumique de la réaction à l'instant $t=0$ ((T) représente la tangente à la courbe (1) à $t=0$).

On prendra le volume du mélange réactionnel $V = 62 \text{ mL}$.

3-4- Pour l'expérience correspondant à la courbe (1), trouver l'instant où le quotient de réaction $Q_r = 1,6$.



Étude d'une réaction d'estérification

On réalise expérimentalement l'estérification de l'acide éthanóïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ avec l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

1. Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de cette estérification. Nommer l'ester formé.

2. Le mélange initial est constitué de $n_0 = 1 \text{ mol}$ d'acide et $n_0 = 1 \text{ mol}$ d'alcool et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré à température constante. Une fois l'équilibre chimique atteint, la quantité de matière d'ester formé est $n_{eq}(\text{ester}) = 0,67 \text{ mol}$.

2.1. Déterminer le rendement de cette synthèse.

2.2. Calculer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation chimique de cette estérification.

2.3. À l'état d'équilibre précédant, on ajoute au système chimique 1 mol d'acide éthanóïque. On obtient un nouvel état initial du système chimique dont la composition est: $n_i(\text{acide}) = 1,33 \text{ mol}$; $n_i(\text{alcool}) = 0,33 \text{ mol}$; $n_i(\text{ester}) = n_i(\text{eau}) = 0,67 \text{ mol}$.

2.3.1. Calculer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,i}$ à cet état initial.

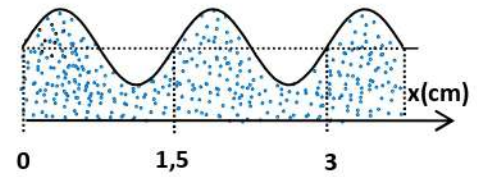
2.3.2. Déterminer le sens d'évolution de cette réaction. Justifier.

2.3.3. Proposer une autre méthode permettant de déplacer l'état d'équilibre du système dans le sens direct.

Partie I : Ondes : Propagation d'une onde à la surface de l'eau

On provoque, à l'instant $t=0$, une onde rectiligne sinusoïdale de fréquence $N=50\text{ Hz}$ à la surface libre de l'eau contenue dans une cuve à ondes. La profondeur de l'eau dans la cuve est h .

Le schéma de la figure ci-contre représente la coupe verticale de la surface de l'eau à un instant t_1 .



1/1-1-Définir la longueur d'onde pour une onde progressive sinusoïdale.

1-2- Déterminer graphiquement la longueur d'onde de cette onde rectiligne.

1-3- Calculer la célérité v de cette onde.

2-On peut considérer que la célérité des ondes à la surface de l'eau varie avec la profondeur h de l'eau dans la cuve comme suit : $v=\sqrt{g.h}$ avec g intensité de la pesanteur.

On ajoute dans la cuve de l'eau de telle façon que la profondeur d'eau devienne $h_1=4h$. Trouver la longueur d'onde λ_1 de l'onde.

Partie II : Transformations nucléaires : Radioactivité de l'astate 211

L'astate est un élément radioactif qui existe en faible quantité dans la croûte terrestre. L'isotope $^{211}_{85}\text{At}$ de l'astate se désintègre en un noyau de bismuth $^{207}_{83}\text{Bi}$ en émettant une particule ^b_aX .

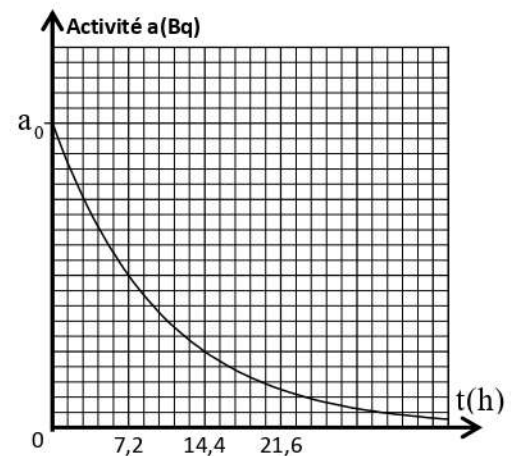
1-Donner la composition du noyau $^{211}_{85}\text{At}$.

2- Ecrire l'équation de désintégration de l'astate 211 en identifiant la particule X parmi les particules suivantes : $^0_{-1}\text{e}$, ^4_2He et ^0_1e .

3- La courbe de la figure ci-contre représente l'évolution au cours du temps de l'activité d'un échantillon d'astate contenant $N_0=4.10^{22}$ noyaux de $^{211}_{85}\text{At}$ à l'instant $t=0$.

3-1- Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du noyau $^{211}_{85}\text{At}$ en expliquant la méthode utilisée.

3-2-Trouver le nombre de particules ^b_aX émises à partir de $t=0$ jusqu'à l'instant $t=2t_{1/2}$.



On réalise le montage représenté sur la figure 1 comportant :

- un générateur de tension G de f.e.m. $U_0=10\text{ V}$;
- un conducteur ohmique de résistance $R=1\text{ k}\Omega$;
- un condensateur de capacité $C=10\text{ }\mu\text{F}$ initialement déchargé ;
- deux interrupteurs K_1 et K_2 ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

1- K_2 étant ouvert et K_1 fermé :

A un instant choisi comme origine des dates ($t=0$), on ferme l'interrupteur K_1 . K_2 reste ouvert.

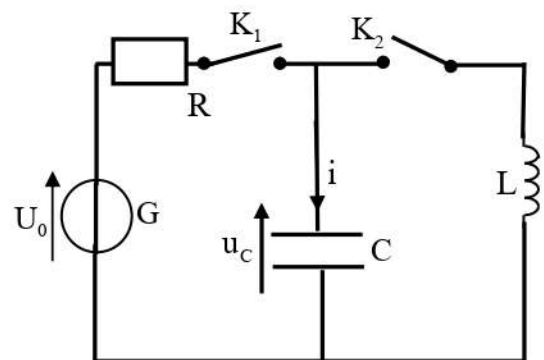


Figure 1

1-1- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ s'écrit : $\frac{du_c(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_c(t) = \frac{U_0}{\tau}$. **(0,5 pt)**

1-2- Calculer la valeur de la constante de temps τ pour le dipôle RC. **(0,25 pt)**

1-3- Calculer l'énergie maximale E_0 emmagasinée dans le condensateur une fois chargé totalement. **(0,5 pt)**

2- K_1 étant ouvert et K_2 fermé :

Le condensateur étant totalement chargé, on ouvre K_1 et on ferme K_2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates ($t=0$).

A un instant t la charge du condensateur est $q(t)$.

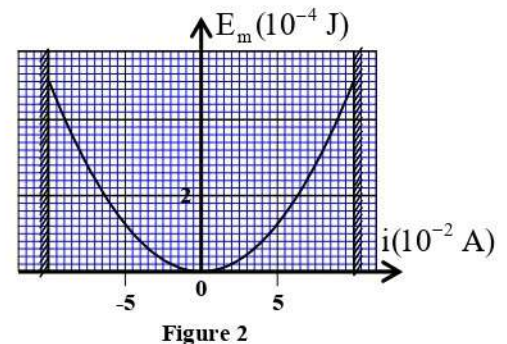
2-1- Exprimer à un instant t , l'énergie totale $\mathcal{E}$ du circuit LC en fonction de $q(t)$, L , C et i l'intensité du courant. **(0,5 pt)**

2-2- Sachant que l'énergie totale $\mathcal{E}$ est constante, trouver l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$. **(0,5 pt)**

2-3- Une étude expérimentale a permis d'obtenir la courbe de la figure 2 représentant la variation de l'énergie E_m emmagasinée par la bobine en fonction de l'intensité i du courant.

2-3-1- En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de L . **(0,75 pt)**

2-3-2- Vérifier que la valeur de la période propre du circuit LC est $T_0 \approx 6,3$ ms. **(0,5 pt)**



Modulation d'amplitude d'un signal

Pour obtenir un signal modulé en amplitude, on réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1 où le multiplieur X est un circuit intégré possédant deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S .

On applique :

- sur l'entrée E_1 une tension $u_1(t)$ ayant pour expression

$$u_1(t) = P_m \cos(2\pi F_p \cdot t)$$

- sur l'entrée E_2 une tension $u_2(t)$ ayant pour expression

$u_2(t) = U_0 + s(t)$ où $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s \cdot t)$ est la tension modulante et U_0 est la composante continue de cette tension.

On obtient à la sortie S du multiplieur X une tension $u_s(t)$ modulée en amplitude.

On visualise la tension $u_1(t)$ sur la voie A de l'oscilloscope et la tension $u_2(t)$ sur la voie B (figure 2).

Données : Sensibilité verticale : **1 V / div**

Sensibilité horizontale : **2 ms / div**

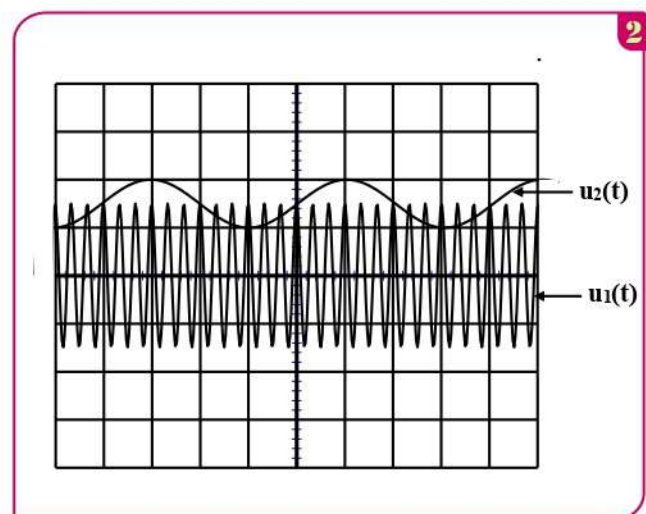
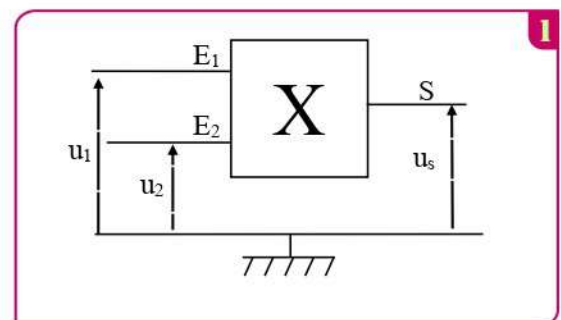
1) Définir la modulation d'amplitude.

2) Déterminer graphiquement :

2.1) les fréquences F_p et f_s .

2.2) la valeur de S_m et celle de U_0 .

3) La modulation réalisée dans ce cas sera-t-elle de bonne qualité ? Justifier votre réponse.



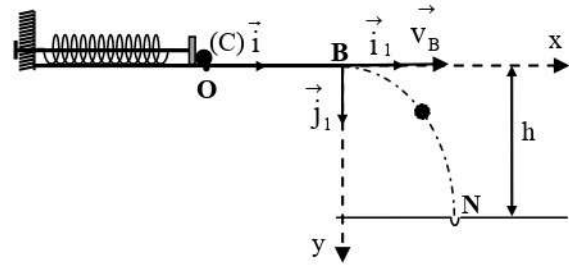
www.coursfacile.com

La figure ci-contre représente le schéma simplifié d'un jeu qui consiste à faire tomber une petite bille (C) de masse m dans un petit trou N.

On comprime un ressort et on pose la bille au point O, puis on lâche le ressort à un instant choisi comme origine des dates $t = 0$. A cet instant, la bille prend une vitesse

initiale $\vec{v}_0$ horizontale et glisse sur une gouttière OB située à une hauteur h par rapport au niveau horizontal passant par le point N.

En arrivant au point B avec une vitesse $\vec{v}_B$, la bille quitte la gouttière et tombe dans le trou N.



Données :

L'accélération de pesanteur: $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;

$m = 0,2 \text{ kg}$; $v_0 = 2 \text{ m.s}^{-1}$; $h = 1,6 \text{ m}$.

1. Etude du mouvement de la bille sur la gouttière horizontale OB

Lors de son mouvement horizontal, la bille subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ de la part de la gouttière. Cette force a une direction horizontale, un sens opposé à celui du mouvement et une intensité constante f .

Pour étudier le mouvement de la bille, on choisit le repère $(O, \vec{i})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

1.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, vérifier que l'équation différentielle du mouvement de

la bille s'écrit ainsi: $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{f}{m}$. 0,7

1.2. Sachant que l'accélération de la bille est $a_x = -3 \text{ m.s}^{-2}$, déterminer l'intensité f de la force de frottement.

1.3. Ecrire l'expression numérique de l'équation de la vitesse $v(t)$.

On rappelle qu'à l'instant $t = 0$, la vitesse de la bille est : $v = v_0$.

1.4. Sachant que $v_B = 1 \text{ m.s}^{-1}$, déduire la durée t_B mise par la bille pour parcourir la distance OB.

2. Etude de la chute libre de la bille

La bille quitte le point B avec une vitesse horizontale $v_B = 1 \text{ m.s}^{-1}$ et tombe dans le trou N. On

étudie le mouvement de chute libre de la bille dans le repère $(B, \vec{i}_1, \vec{j}_1)$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. (voir figure).

On prend l'instant de passage de la bille au point B comme nouvelle origine des temps $t = 0$ et le point B comme origine des espaces.

2.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que les équations horaires du mouvement de

la bille s'écrivent ainsi : $x(t) = v_B t$ et $y(t) = \frac{1}{2} g t^2$.

2.2. En déduire l'expression littérale de l'équation $y = f(x)$ de la trajectoire de la bille.

2.3. Trouver la valeur de l'abscisse x_N du point N.

Partie 2 : Étude du mouvement d'oscillations d'un système

On constitue avec le système (S) un pendule pesant. Le système peut tourner sans frottement autour d'un axe (Δ') horizontal passant par son extrémité M (figure 3). On désigne par $J_{\Delta'}$ le moment d'inertie de (S) par rapport à (Δ') .

On écarte (S) de sa position d'équilibre d'un angle θ_m et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. On mesure la durée Δt de 10 oscillations pour différentes valeurs de l'angle θ_m .

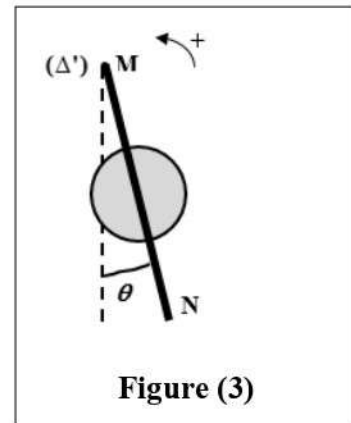


Figure (3)

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau suivant :

θ_m (en degré)	5	8	10	12	15	20	30	40	50	60
Δt (s)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,02	10,04	10,10	10,15	10,24	10,34

1. Que peut-on déduire de ces résultats ?
2. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique de rotation au système (S), montrer que l'équation différentielle du mouvement de (S) s'écrit : $\ddot{\theta} + \frac{MgL}{2J_{\Delta'}} \sin \theta = 0$.
3. Exprimer la période propre T_0 pour des oscillations de faible amplitude.
4. Calculer la valeur de $J_{\Delta'}$ (on prend $\pi^2 = 10$).
5. Le pendule effectue des oscillations de faible amplitude ($\theta_m = \frac{\pi}{20}$). On choisit le plan horizontal contenant le centre d'inertie du système (S) à l'état d'équilibre comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

La figure (4) représente les variations en fonction du temps de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} et de l'énergie cinétique E_c du pendule.

- 5.1. Identifier la courbe qui correspond à E_{pp} . Justifier.
- 5.2. Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m du pendule.
- 5.3. Calculer la valeur de la vitesse angulaire $\dot{\theta}_1$ du pendule à l'instant $t_1 = 1,75$ s. 5

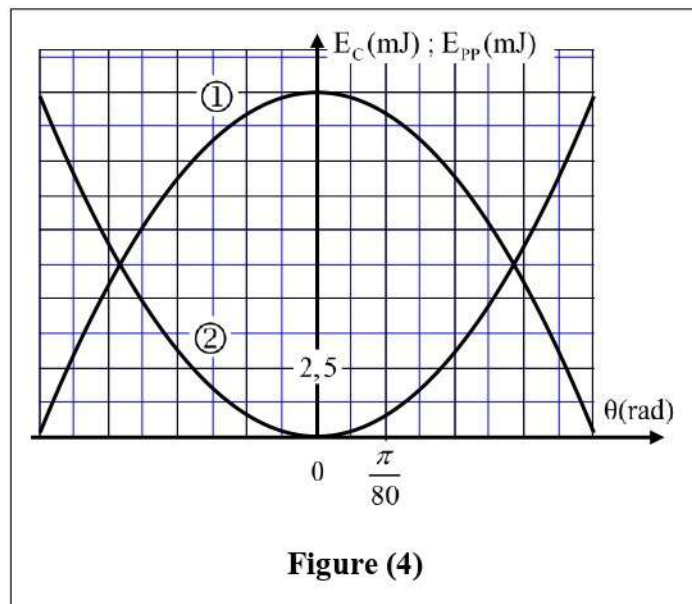


Figure (4)