ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⴳ ⴰⵣⵣⵓⵍⴰⵏ

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني

رياض المعرفة
RYAD AL MAARIFA

SIMILI 2

Mai 2019

Matière : Physique - chimie	Coefficient : 7
Option : science math A et B	Durée : 4H

L'usage des calculatrices programmables n'est pas autorisé

Ce sujet comporte 4 exercices:

Exercice Chimie: (7pts)

Exercice de physique 1: nucléaire (3pts)

Exercice de physique 2: Electricité (5pts)

Exercice de physique 3: Mécanique (5pts)

Exercice de chimie: (7pts)

2/

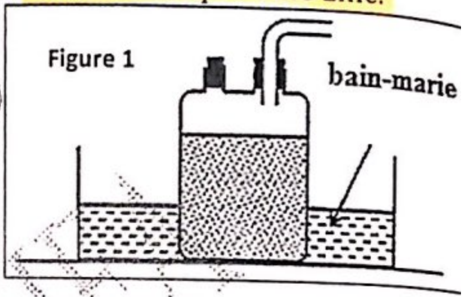
Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Suivi d'une transformation chimique

Le gaz dihydrogène est un combustible qui fournit une très grande énergie; et on peut le préparer au laboratoire par l'intermédiaire des réactions entre des acides et certains métaux.

L'objectif de cet exercice est le suivi de l'évolution de la réaction entre l'acide nitrique et le zinc.

Donnés : La masse molaire du Zinc : $M(Zn) = 65,4g.mol^{-1}$

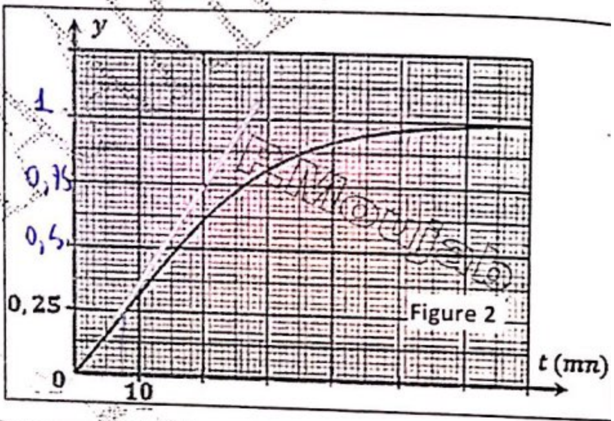


On modélise la réaction du zinc Zn(s) avec une solution d'acide nitrique $H_3O^+_{(aq)} + NO^-_{3\,(aq)}$ par l'équation chimique suivante :

$$Zn_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2\,(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

Pour étudier la cinétique de cette réaction, considérée totale, on introduit dans un récipient une masse m=654mg de poudre de zinc $Zn_{(s)}$ sur laquelle on verse à l'instant t_0= 0 un volume V=75 mL d'une solution aqueuse d'acide nitrique de concentration C. (voir figure 1)

On détermine à différentes instant t la valeur du quotient : $y(t) = \frac{[Zn^{2+}]}{[H_3O^+]}$



L'étude expérimentale a permis d'obtenir la courbe de la figure (2) représentant la variation de $y(t)$ en fonction du temps.

1. Soit $n_i(H_3O^+)$ la quantité de matière initiale des ions oxonium et $n_i(Zn)$ la quantité de matière initiale du Zinc. Dresser le tableau d'avancement de cette réaction chimique. 0,5pt
2. Exprimer $y(t)$ en fonction de C , V et l'avancement $x(t)$. 0,5pt
3. A l'aide de la figure (2):
   a. Montrer que le réactif limitant est le Zinc, en déduire l'avancement maximal x_{max} de la réaction. 0,5pt
   b. Déterminer la valeur de la concentration C. 0,5pt
   c. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. 0,5pt
4. Montrer que l'expression de la vitesse de la réaction s'écrit : $v = \frac{C}{(1+2.y(t))^2}\frac{dy(t)}{dt}$, calculer sa valeur à t= $t_{1/2}$. 0,5pt
5. Donner la composition molaire du mélange réactionnel lorsque $y = \frac{1}{2}$ 0,5pt

Partie 2 : Réaction acido-basique

Données:

- ***Produit ionique de l'eau dans les conditions d'expérience : Ke = 10^{-14} ;***
- **La *masse* volumique de l'eau : ρ_e=1.0g.cm^{-3}**
- ***les masses molaires atomiques : M(H)=1g.mol^{-1} ; M(C)=12g. mol^{-1} ; M(O)=16g. mol^{-1} ; M(N)=14g. mol^{-1} ; M(Na)=23g. mol^{-1}***

1. On dispose d'une solution aqueuse commerciale S_0 d'acide nitrique HNO_3 de densité $d = 1,4$ et de pourcentrage massique en acide X=35%

1.1. Montrer que la concentration de la solution S_0 est : $C_0 = 7,78\ mol.L^{-1}$. 0,5pt

1.2. On veut préparer 10L d'une solution aqueuse S_1 de concentration $C_1 = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ à partir de la solution S_0. Calculer le volume nécessaire V_0 prélevé de la solution S_0 pour réaliser cette opération. 0,25pt

1.3. La mesure du pH de la solution S_1 donne la valeur $pH_1 = 1{,}3$.
Montrer que la réaction de l'acide nitrique avec l'eau est totale. 0,5pt

2. On dissout m=0,68g de cristaux d'éthanoate de sodium hydraté (CH_3COONa, xH_2O) , tel que x est un nombre entier, dans l'eau distillée pour obtenir $500\ cm^3$ d'une solution S_2 de concentration C_2.
L'éthanoate de sodium hydraté se dissocie totalement dans l'eau. il est considéré comme source des ions éthanoate CH_3COO^-.
La mesure du pH de la solution S_2 donne : $pH_2 = 8{,}4$.
On prélève un volume $V_2 = 40cm^3$ de la solution S_2 et on le dose avec la solution S_1.
Pour obtenir l'équivalence, il faut verser un volume $V_{1E} = 8cm^3$ de la solution S_1.

2.1. Calculer la concentration C_2 et déduire la valeur de x. 0,5pt

2.2. Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S_2. 0,5pt

2.3. Déduire la valeur de la constante pK_A du couple $CH_3COOH_{aq}/CH_3COO^-_{aq}$. 0,25pt

3. On veut préparer un volume V=100mL d'une solution de $pH = pK_A(CH_3COOH_{aq}/CH_3COO^-_{aq})$ en mélangeant un volume V'_1 de la solution S_1 avec un volume V'_2 de la solution (S_2).

3.1. Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu dans le mélange, considérée totale. 0,5pt

3.2. Déterminer les volumes V'_1 et V'_2. 0,5pt

Exercice physique 1 : (3pts)

Les deux parties sont indépendantes

Données:

- ***Extrait de la classification périodique:*** $_{51}Sb$; $_{52}Te$; $_{53}I$; $_{54}Xe$; $_{55}Cs$
- ***Divers :*** $1MeV=1{,}6.10^{-13}J$; $1MW=10^6W$
- ***Masse du noyau d'uranium 235 :*** $m(^{235}_{92}U) = 3{,}9036.10^{-22}g$

partie I : la radioactivité d'iode $^{131}_{53}I$

L'iode est parmi les éléments chimiques utilisés dans le traitement des maladies cancéreuses qui affecte la thyroïde. On utilise l'isotope d'iode radioactif $^{131}_{53}I$ de constante radioactive λ .Au cours de sa désintégration, il émet un électron.

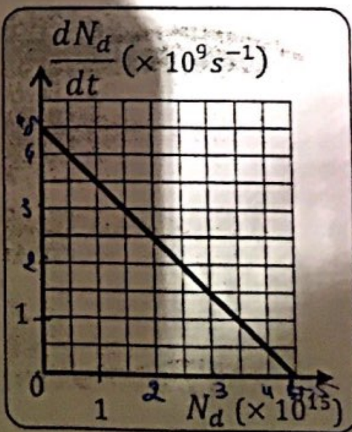
1.1. Donner la composition du noyau $^{131}_{53}I$. 0,25pt

1.2. Ecrire l'équation de la désintégration du noyau $^{131}_{53}I$. 0,25pt

1.3. Montrer que l'équation différentielle que vérifie le nombre de noyaux $^{131}_{53}I$ désintégrés N_d , s'écrit sous la forme :

$$\frac{dN_d}{dt} + \lambda . N_d = \lambda . N_o$$

Avec N_o le nombre initial de noyaux $^{131}_{53}I$ contenus dans l'échantillon radioactif. 0,5pt



1.4. La courbe de la figure ci-contre représente la variation de la dérivée $\frac{dN_d}{dt}$ en fonction de N_d.

a. Déterminer graphiquement les valeurs de λ et N_o. 0,5pt

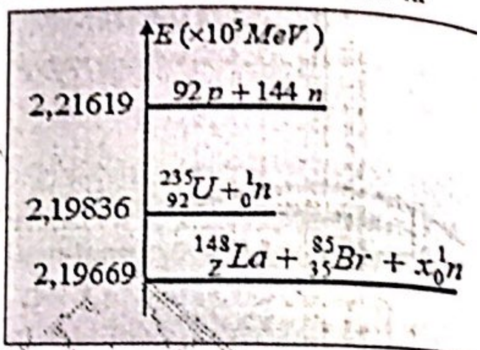
b. Définir la demi-vie $t_{1/2}$ et montrer que dans le cas de $^{131}_{53}I$ on a $t_{1/2} = 8jours$. 0,5pt

1.5. le jour 10 mai 2018 à l'heure 8h de l'après-midi, on injecte une personne hospitalisée avec une quantité de l'isotope $^{131}_{53}I$ qui a une activité a_o. Elle rentre sous surveillance médicale pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que la valeur de l'activité atteigne 40% de sa valeur initiale, ou il quitte l'hôpital. déterminer le jour et l'heure de sortie de ce malade de l'hôpital. 0,25pt

…Fission nucléaire

L'uranium 235 est utilisé comme combustible pour produire de l'énergie électrique dans un réacteur nucléaire.

Le diagramme énergétique de l'une des réactions produite dans ce réacteur est représenté sur la figure ci-contre.



2.1. A l'aide de ce diagramme :

a. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire en précisant les valeurs de x et Z . 0,25pt

b. Déterminer, en MeV , l'énergie libérée par cette réaction nucléaire. 0,25pt

c. Déterminer, en MeV , l'énergie de liaison par nucléon du noyau d'uranium 235. 0,25pt

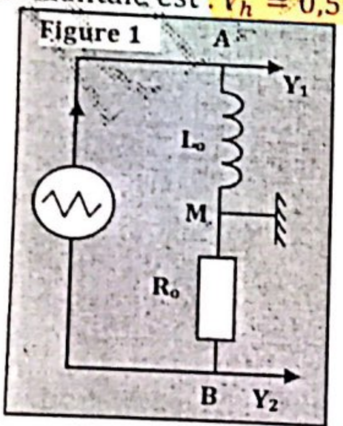
2.2. Sachant que le réacteur nucléaire fournit une puissance électrique moyenne de valeur $P_e = 900MW$ avec un rendement énergétique $r = 30\%$: déduire la valeur de la masse d'uranium 235 consommée par le réacteur pendant un jour. 0,5pt

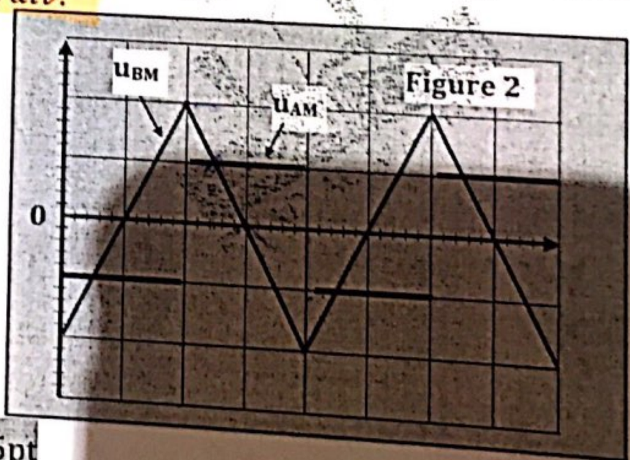
Exercice physique 2: (5pts)

Les trois parties sont indépendantes

partie I : Détermination de l'inductance L_o d'une bobine

On réalise le circuit de la Figure (1) formé d'un conducteur ohmique de résistance $R_o=5.10^3\ \Omega$; d'une bobine idéale d'inductance L_o ; d'un GBF qui alimente le circuit d'une tension triangulaire. A l'aide d'un oscilloscope on visualise la tension u_{AM} aux bornes de la bobine sur l'entrée Y_1 dont la sensibilité verticale est $S_{v1} = 0,4V/div$ et la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique sur l'entrée Y_2 dont la sensibilité verticale est $S_{v2} = 1V/div.$ On obtient l'oscillogramme de la Figure (2) la sensibilité horizontale est : $V_h = 0,5ms/div.$



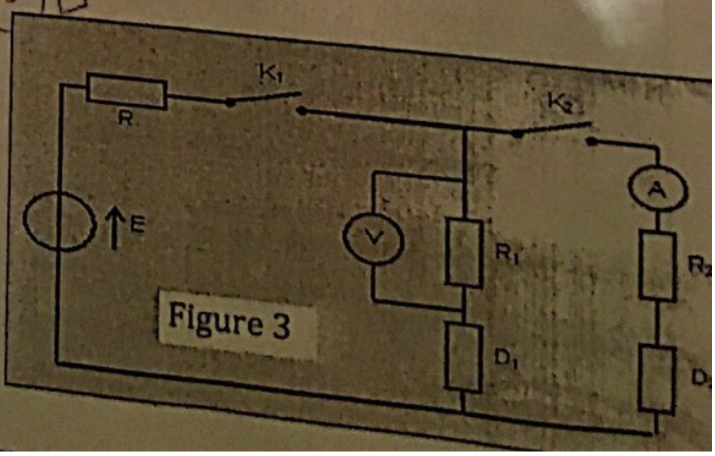


1. Montrer que : $u_{AM} = -\frac{L_o}{R_o}\cdot\frac{du_{BM}}{dt}$ 0,25pt
2. Déduire la valeur de L_o . 0,25pt
3. Calculer l'énergie magnétique maximale emmagazinée par la bobine. 0,25pt

…rtie II : étude des oscillations électriques libres

…réalise le montage représenté dans la figure …), comportant :

- Un générateur idéal de tension de force …ctromotrice E.
- Trois conducteurs ohmiques de résistances R, …et R_2.
- …eux dipôles D_1 et D_2 l'un est un condensateur …capacité C et l'autre est une bobine d'inductance … de résistance r.



eux interrupteurs K_1 et K_2.

n ampèremètre (A) et un voltmètre (V) branchés comme l'indique le schéma de la figure (3).

donne : $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 40\Omega$; $r = 10\Omega$; $L = 1\,H$

Identification des Deux dipôles D_1 et D_2

s interrupteurs K_1 et K_2 sont fermés. lorsque le courant électrique s'établit dans le circuit on marque que l'ampèremètre (A) indique une intensité constante non nulle et le voltmètre (V) dique une tension nulle.

ontrer que le dipôle D_1 est un condensateur et que le dipôle D_2 est une bobine. Justifier. 0,25pt

I. étude des oscillations électriques libres

On ouvre l'interrupteur K_2 pour une longue durée (K_1 reste fermé). Puis on ouvre K_1 et on ferme K_2 à un instant pris comme origine de temps.

1. Etablir l'équation différentielle régissant les variations de u_{R2}. 0,5pt
2. le graphe de la figure (4) représente l'évolution de la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique (R_2) en fonction du temps.

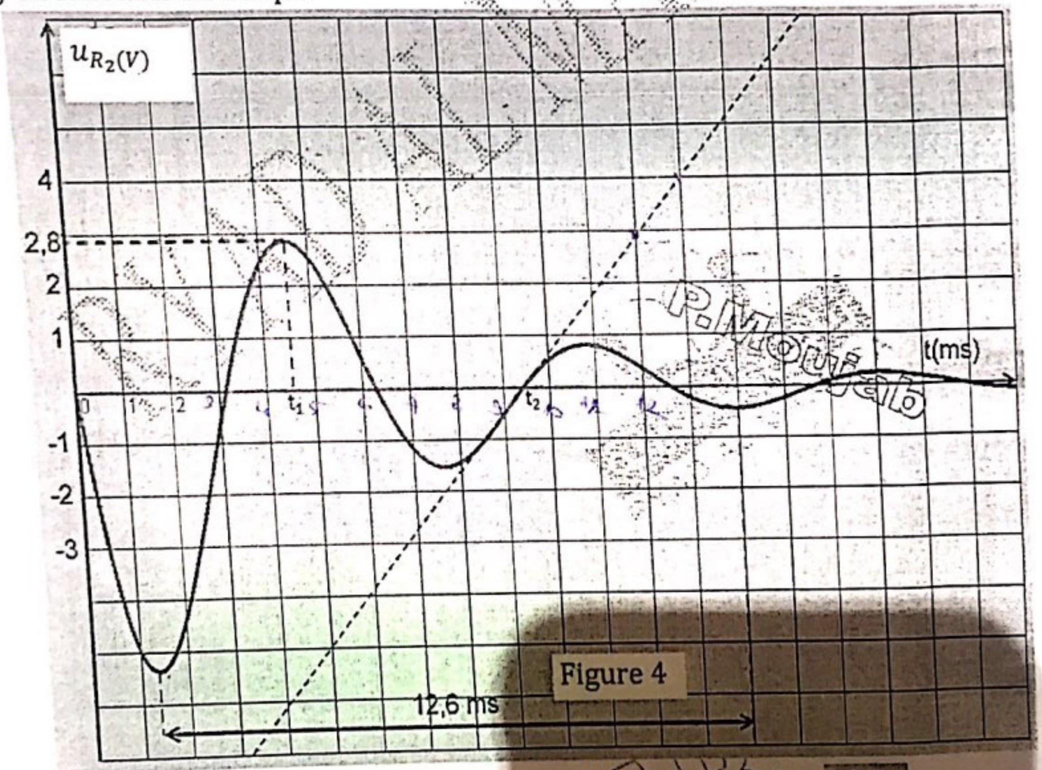


Figure 4

2.1. Donner le nom du régime oscillatoire des oscillations observées. 0,25pt

2.2. En considérant la pseudo-période est égale à la période propre de l'oscillateur LC, Calculer la valeur de la capacité C du condensateur. 0,25pt

3. Montrer que la variation au cours du temps de l'énergie totale E du circuit peut s'écrire :

$$\frac{dE}{dt} = -(R_1 + R_2 + r).i^2 \qquad 0{,}5pt$$

4. On considère les instants t_1 et t_2 indiqués sur les graphes, montrer que l'énergie totale du circuit :

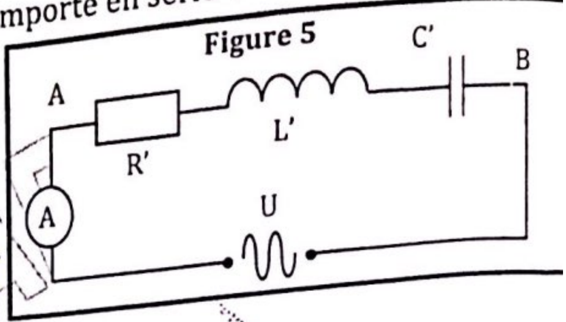
- à l'instant t_1 est : $E_1 = E(t_1) = \frac{u_{R_2}^2(t_1)}{2R_2^2}\left(C(R_1 + R_2 + r)^2 + L\right)$ 0,25pt
- à l'instant t_2 est : $E_2 = E(t_2) = \frac{1}{2}.C.\frac{L^2}{R_2^2}\left(\frac{du_{R_2}}{dt}\right)^2$ 0,25pt

5. Calculer la perte d'énergie $|\Delta E_T|$ par effet joule entre les instants t_1 et t_2 . 0,25pt

partie III : Phénomène de résonance électrique

On considère le montage expérimental de la figure (5) qui comporte en série :

- un GBF qui délivre une tension alternative $u(t) = U.\sqrt{2}.\cos(2\pi Nt)$ de valeur efficace constante U et de fréquence N réglable.
- un conducteur ohmique de résistance $R' = 100\Omega$.
- une bobine d'inductance L' et de résistance négligeable
- Un condensateur de capacité $C' = 0{,}1\ \mu F$.
- Un ampèremètre de résistance négligeable.

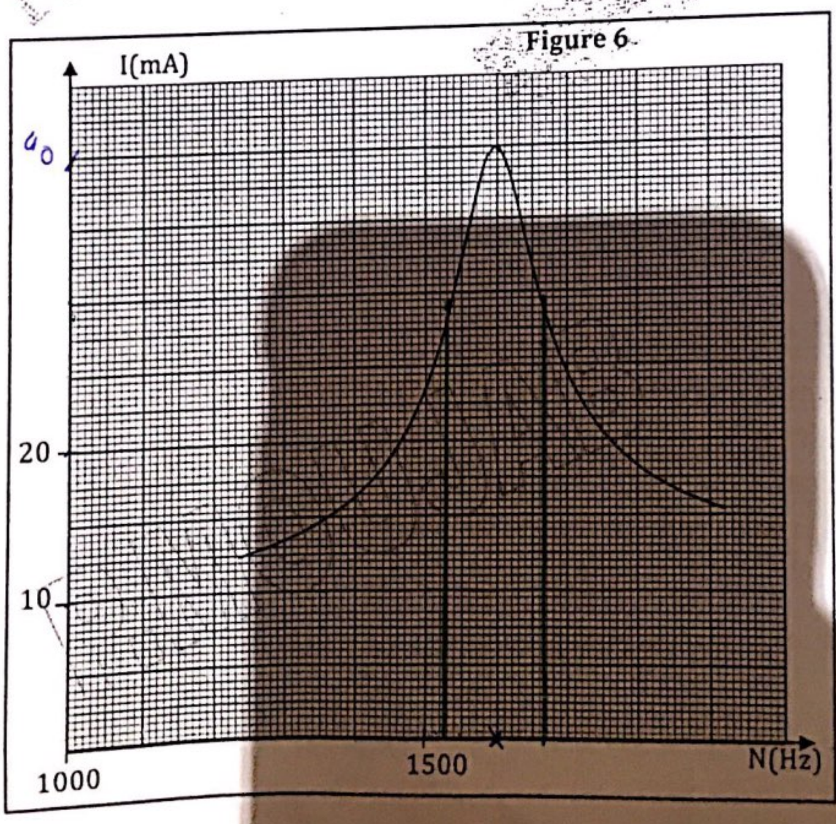


L'intensité du courant qui parcourt le circuit est : $i(t) = I.\sqrt{2}.\cos(2\pi Nt + \varphi)$

On fait varier la fréquence du générateur et on mesure l'intensité efficace I du courant électrique traversant le circuit. la figure (6) représente la courbe de réponse I=f(N).

1. Déterminer graphiquement la valeur N_o de la fréquence du générateur à la résonance électrique, ainsi que la valeur de l'intensité efficace du courant correspondante I_0. 0,5pt V
2. Déduire :
   V a. les valeurs de U et L'. 0,5pt
   b. la valeur efficace U_L de la tension qui apparait aux bornes de la bobine à la résonance. 0,25pt
3. Calculer la valeur de la puissance électrique moyenne consommée dans le dipôle R'L'C' à la résonance. 0,25pt
4. Déterminer les valeurs N_1 et N_2 de la fréquence qui délimitent la bande passante à 3dB du circuit. Déduire la valeur du facteur de qualité Q. 0,5pt
5. Sachant que le déphasage φ vérifie la relation: $\cos\varphi = \frac{R'}{Z}$, avec Z l'impédance du dipôle R'L'C'.

Montrer que si N= N_1 ou N= N_2 on a $|\varphi| = \frac{\pi}{4}$ 0,25pt



Exercice physique 3: (5pts)

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

On considère le système (S) représenté sur la figure (1), qui comprend :

- Une poulie homogène de rayon $r = 5cm$, solidaire avec une tige homogène de longueur $MN = 2L = 40cm$ dont le centre de gravité coïncide avec le centre de gravité G de la poulie. Le système {tige, poulie} est susceptible de tourner dans le plan vertical autour d'un axe (Δ) fixe passant par le centre G. le moment d'inertie de ce système par rapport à l'axe (Δ) est J_Δ .
- Un fil (f) inextensible et de masse négligeable est enroulée autour de la gorge de la poulie. L'une de ses extrémités est fixée à un solide (C) de masse m=0 ,8 kg et de centre de gravité G_1. Le solide (C) peut glisser sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal suivant la ligne de plus grande pente. On considéré que le fil (f) ne glisse pas sur la gorge de la poulie au cours du mouvement.

On libère le système (S) sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$. A cet instant G_1 coïncide avec l'origine du repère $(O, \vec{i})$.

On repère, à chaque instant t, la position de G_1 par l'abscisse x.

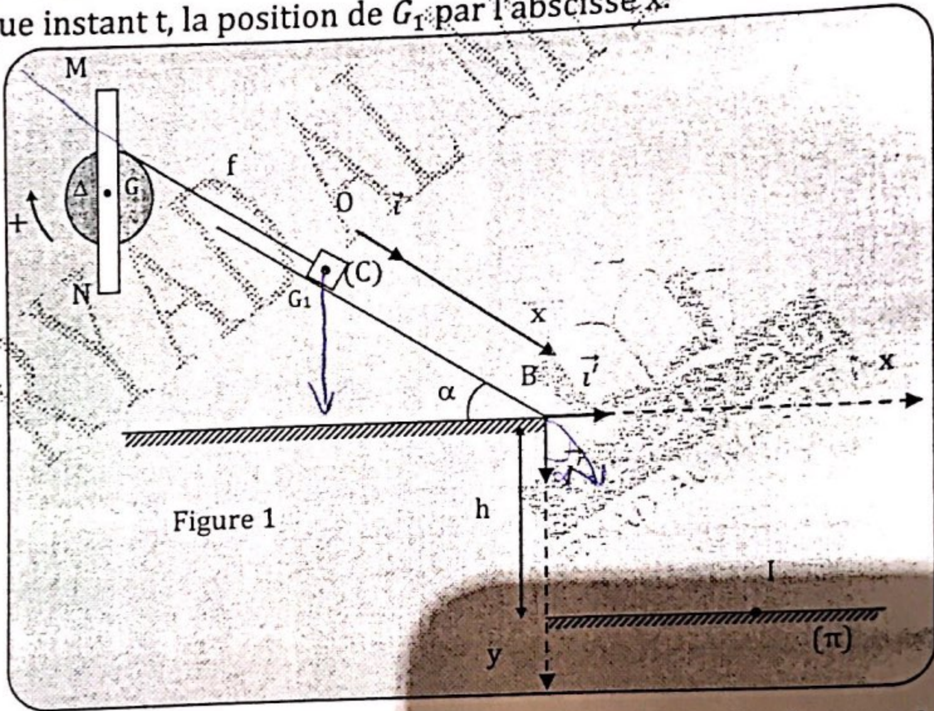


Figure 1

1. En appliquant la 2ème loi de Newton au corps (C) et la relation fondamentale de la dynamique au système {tige, poulie}, trouver l'expression de l'accélération a_{G_1} du mouvement du corps (C) en fonction de m, J_Δ , r, α et g . 0,5pt
2. La courbe de la figure (2) représente la variation de v^2 le carrée de la vitesse du corps (C) en fonction de l'abscisse x .

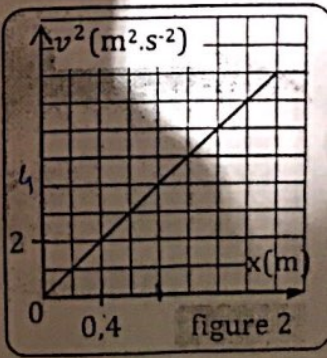


figure 2

2.1. Déterminer la valeur de l'accélération a_{G_1} et déduire la valeur du moment d'inertie J_Δ du système {poulie +tige }. 0,5pt

2.2. A la date t_B du passage de G_1 par le point B d'abscisse $x_B = 0,8\,m$, le solide (S) se détache du fil (f) et tombe en un point I du plan horizontale situe à une hauteur $h = 1m$ du point B.

2.2.1. Calculer l'accélération a_M de l'extrémité M de la tige à l'instant t_B. 0,5pt

2.2.2. Déterminer les coordonnées du point I dans le repère $(\vec{Bx} ; \vec{By})$ 0,75pt

3. On raccroche le corps (C) à l'extrémité du fil (f) et on fixe au point M' de la tige, tel que MM' $= \frac{L}{2}$, un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur $k = 50\ N.m^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support (figure 3).
A l'équilibre, le ressort est horizontale et allongé, la tige MN est verticale et G_1 coïncide avec O' origine du repère $(O'; \vec{k})$.

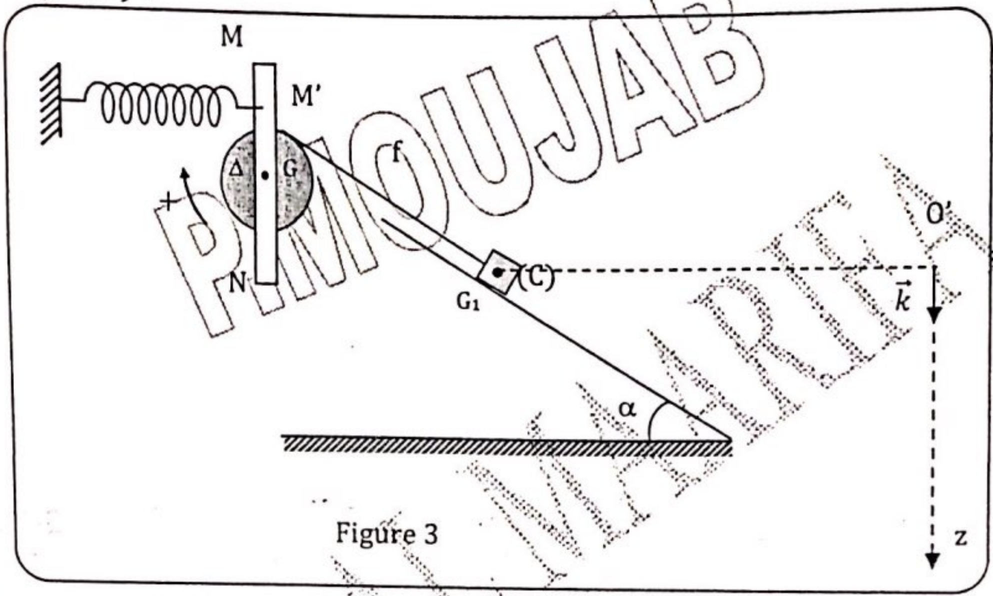


Figure 3

3.1. Déterminer l'expression de l'allongement du ressort $\Delta\ell_o$, à l'équilibre, en fonction des grandeurs adéquates. 0,5pt

3.2. On écarte le corps (C) de sa position d'équilibre vers le bas d'une distance d=1cm suivant la ligne de plus grande pente, le système {tige + poulie} tourne alors d'un angle petit θ_o .
à un instant qu'on considère comme une nouvelle origine des dates (t=0), on libère l'ensemble sans vitesse initiale.

On repère à chaque instant t , la position de G_1 par la côte z dans le repère $(O', \vec{k})$ et la position de la tige MM' par l'abscisse angulaire θ que fait la tige à cet instant avec la verticale.
On suppose que le ressort reste horizontal au cours du mouvement et que : $\sin\theta \approx \theta$.

3.2.1. On choisit comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur ($E_{PP}=0$) le plan horizontal auquel appartient G_1 à l'équilibre et comme référence de l'énergie potentielle élastique ($E_{Pe}=0$) l'état où le ressort est allongé à l'équilibre. Démontrer, à un instant t, que l'expression de l'énergie potentielle de l'oscillateur s'écrit :

$$E_P = \frac{1}{8} \cdot \frac{k.L^2}{r^2.\sin^2\alpha} \cdot z^2 + E_{ppo}$$

Avec E_{ppo} l'énergie potentielle de pesanteur du système {tige + poulie}. 0,75pt

3.2.2. Par étude énergétique, montrer que dans le cas des petites oscillations l'équation différentielle de G_1 s'écrit : 0,5pt

$$\ddot{z} + \frac{k.L^2}{4(m.r^2 + J_\Delta)} \cdot z = 0$$

3.2.3. Ecrire l'équation horaire z(t) du mouvement de G_1, sachant que la durée de dix oscillations est $\Delta t = 5s$. 0,5pt

3.2.4. Déterminer l'intensité de la force appliquée par fil sur le corps (C) à l'instant $t = \frac{T_0}{8}$.
0,5pt