Sujet Bacc série C avec corrigé – Session 2017

1. Chimie organique

L'éthanoate de 3-méthyl butyle, que l'on désignera par E, est utilisé en solution alcoolique, comme arôme de poire, dans certains sirops, ce liquide a une masse volumique a = $870 kg.m^{-3}$.

1- Écrire la formule semi-développée de 3-méthyl butan-1-ol , puis celle de E. Quelle est la fonction chimique de E.

2- Pour préparer E au laboratoire, on fait réagir, à ébullition pendant une heure, 53g d'acide éthanoïque, avec 33g de 3-méthyl butan-2-ol, en présence d'acide sulfurique.

a) Pourquoi cette préparation a-t-elle lieu à chaud ?

b) Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?

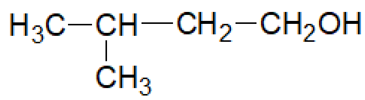
c) Après purification, on recueille $36 cm^3$ de E. Quelle est la masse de E obtenue ?

La comparait à celle qu'aurait donnée la transformation totale de l'alcool utilisé.

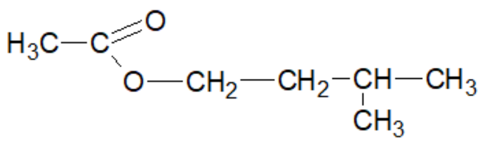
On donne : $M(C) = 12 g.mol^{-1}$; $M(H) = 1 g.mol^{-1}$; $M(O) = 16 g.mol^{-1}$.

1- FSD :

3 – méthyl butan-2-ol



E :



2- a) La préparation a lieu à chaud pour un rendement maximal puis pour accélérer la réaction.

b) Le rôle de l'acide sulfurique est catalyseur.

c) Masse de E obtenue : $m_{E1} = a.V_E = 870.36.10^{-6} = 31 g$

Comparaison si la transformation est totale : $m_{E2} = n_E . M_E$ avec $n_E = n_{al} = \frac{33}{88} = 0,375$

$m_{E2} = 0,375.130 = 48,75 g$ donc $m_{E1} < m_{E2}$

2. Chimie minérale

A 25°C, une solution aqueuse (S) d'acide éthanoïque de concentration molaire $Ca = 10^{-2} mol/L$ a un pH = 3,4.

1- a) Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible

b) Écrire l'équation bilan traduisant la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.

2- Le coefficient d'ionisation de cet acide est $\alpha = 0,04$.

a) Démontrer que : $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{\alpha}{1-\alpha}$

b) En déduire le pKA du couple CH_3COOH / CH_3COO^-.

3- Maintenant, on prend un volume $10^{-2}\ell$ de la solution (S) précédente. On veut obtenir une nouvelle solution (S') de pH = 4 en ajoutant dans (S) un volume d'eau distillée Ve.

a) Déterminer le volume Ve

b) En déduire le volume de la solution (S')

1- a) si l'acide est fort pH = - log C_A = 2 or pH = 3,4 donc l'acide est faible.

Ou $[H_3O^+] = 10^{-3,4} = 4.10^{-4}$ mol/L < $C_A = 10^{-2}$ mol/L.

b) Réaction d'acide éthanoïque avec l'eau

$$CH_3-COOH + H_2O \leftrightarrow CH_3COO^- + H_3O^+$$

2- a) $\alpha=\frac{[CH_3COO^-]}{C}$ → $[CH_3COO^-]=C\alpha$

$[CH_3COOH]+[CH_3COO^-]=C$ → $[CH_3COOH]=C-C\alpha=C(1-\alpha)$

d'où $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}=\frac{C\alpha}{C(1-\alpha)}=\frac{\alpha}{1-\alpha}$ cqfd

b) $pK_A=pH-\log\frac{\alpha}{1-\alpha}$ AN : pK_A = 3,4 – log 0,042 = 4,78

3- a) pH = 4 C'V' = CV $V_e=\frac{CV}{[A]+[B]}-V$

avec $\frac{[A]}{[B]}=10^{pK_A-pH}$ [A] = $6,02.10^{-4}$ mol/L [B] = $[H_3O^+] = 10^{-4}$mol/L

C ' = [A] + [B] = $7,02.10^{-4}$ mol/L = $\frac{CV}{V_e+V}$

$V_e=\frac{CV}{C'}-V$ → $V_e=\frac{10^{-2}.10^{-2}}{7,02.10^{-4}}-10^{-2}=13,24.10^{-2}L$

b) V ' = Ve + V = $13,24.10^{-2}$ + 10^{-2} = $14,24.10^{-2}$ L

3. Physique nucléaire

L'isotope du potassium ${}^{40}_{19}K$ est un radioactif émetteur β+ . Il se transforme en argon Ar stable.

1) Écrire l'équation de désintégration du noyau de potassium 40.

2) a- Définir la période radioactive T.

b- Montrer que le nombre N de noyau de potassium 40, à l'instant t, peut s'écrire : $N=N_0 2^{\frac{-t}{T}}$ avec N_0 est le nombre de noyau de potassium 40 à t = 0.

3) On se propose d'utiliser le potassium 40 contenu dans une roche pour déterminer son âge. En effet, tant que la roche est liquide, l'argon formé par radioactivité s'échappe de cette roche. Lorsque la roche se

solidifie, l'argon gazeux reste enfermer dans la roche. Il est alors possible de mesurer r définie par : $r=\frac{nombre\ de\ noyaux\ d'argon}{nombre\ de\ noyaux\ de\ potassium\ 40}$.

Écrire r en fonction de T et de t et calculer t sachant que r = 7.10^{-4} ; T = 1,3.10^{-9}s

1) $^{40}_{19}K \longrightarrow ^{40}_{18}Ar + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\nu$

2) a- Période radioactive : temps mis au bout duquel la moitié de noyaux initialement présents sont désintégrés.

b- $N=N_0 e^{-\lambda t}$ et $\lambda=\frac{\ln 2}{T}$ $\rightarrow$ $N=N_0 e^{\frac{-\ln 2.t}{T}}=N_0 e^{\frac{-t}{T}\ln 2}$ $\rightarrow$ $N=N_0 2^{\frac{-t}{T}}$ cqfd

3) $r=\frac{N_0-N_0 e^{-\lambda t}}{N_0 e^{-\lambda t}}$ $\rightarrow$ $r=e^{\lambda t}-1=e^{\frac{t.\ln 2}{T}}-1$ $\rightarrow$ $r=2^{\frac{t}{T}}-1$

Calcul de t : $\frac{t}{T}=\frac{\ln(r+1)}{\ln 2}$ $\rightarrow$ $t=\frac{T.\ln(r+1)}{\ln 2}$ AN : **r = 1,31.10^{6}ans**

4. Optique géométrique

On considère une lentille mince de centre optique O et de distance focale $f'=\overline{OF'}=-\overline{OF}$ (F et F ' sont les foyers objet et image de la lentille). Un objet AB est placé perpendiculairement sur l'axe optique tel que $\overline{OA}=k\overline{OF}$ où k est un nombre réel différent de 1 (k ≠ 1).

1) Montrer que le grandissement peut s'écrire : $\gamma=\frac{1}{1-k}$

2) D'abord, on prend $k=\frac{2}{3}$. L'objet AB est réel, placé à 15cm d'une lentille mince notée L.

a- Où se trouve l'image A'B' de AB.

b- Calculer la distance focale f ' de la lentille L . En déduire la nature de cette lentille.

3) On prend maintenant $k=\frac{1}{2}$

a- Déterminer alors la distance focale d'une nouvelle autre lentille L' correspondant à la valeur k.

En déduire sa nature.

b- Faire la construction graphique de l'image A'B' de l'objet virtuel AB de hauteur 3cm , situé à 15cm de la lentille L', Échelle : $\frac{1}{5}$ sur l'axe optique, en vraie grandeur pour AB.

1) $\overline{OA}=-kf'$ et $\gamma=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ D'après la relation de conjugaison :

$\overline{OA'}=\frac{f'\overline{OA}}{\overline{OA}+f'}=\frac{f'.(-kf')}{-kf'+f'}=\frac{-kf'}{1-k}$ donc $\gamma=\frac{-kf'}{(-kf').(1-k)}=\frac{1}{1-k}$ cqfd

2) a- $\gamma=\frac{1}{1-\frac{2}{3}}=3$ $\rightarrow$ $\overline{OA'}=3\overline{OA}$ AN : $\overline{OA'}=3.(-15)=-45\,cm$

A'B' se trouve à 45cm devant la lentille.

b- Distance focale f '

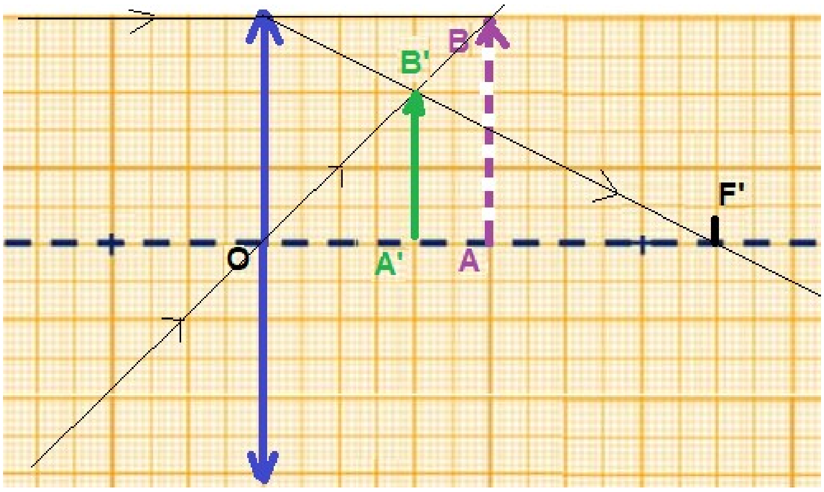
$$\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f'} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{f'}=\frac{-2}{3\overline{OA}} \quad \rightarrow \quad f'=\frac{-3}{2}\overline{OA} \quad \rightarrow$$ f ' = 22,5cm >0

L est une lentille convergente.

3) a- distance focale de L'

$$f'=\frac{-\overline{OA}}{k}$$ AN : $$f'=\frac{-(-15).2}{1}=30\,cm$$ >0 donc L' convergente.

b- l'objet est maintenant virtuel pour L', construction de l'image



5. Électromagnétisme

A. On néglige le poids de chaque ion par rapport aux forces électrostatiques et force magnétiques. Pour obtenir la séparation de deux isotopes de ${}^{3}_{2}He$ et ${}^{4}_{2}He$; on utilise le dispositif expérimental représenté par la figure 1 des deux particules précédentes des vitesse initiales nulles, des masses m_1 et m_2 (m_1 est la masse de noyau ${}^{3}_{2}He$ et m_2 est la masse de noyau ${}^{4}_{2}He$) sont soumises à l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal aux vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_2$ et normal au plan de la figure.

1) Exprimer les vitesses v_1 en fonction de e, U_0 et m_1 ; v_2 en fonction de e, U_0 et m_2.

Que vaut le rapport $\frac{v_1}{v_2}$? (On considérera que la masse d'un neutron $m_n \approx m_P = 1{,}67.10^{-27}$kg.)

2) Montrer que sous l'action du champ magnétique, les noyaux d'hélium décrivent des trajectoires circulaires dont on déterminera les rayons R_1 et R_2. Évaluer le rapport $\frac{R_1}{R_2}$.

3) AA' étant le diamètre de la trajectoire des ions ${}^{4}_{2}He^{2+}$.

Calculer la distance A'A '' des deux points d'impact.

Application numérique : $U_0 = 10^4$V, B = 1T.

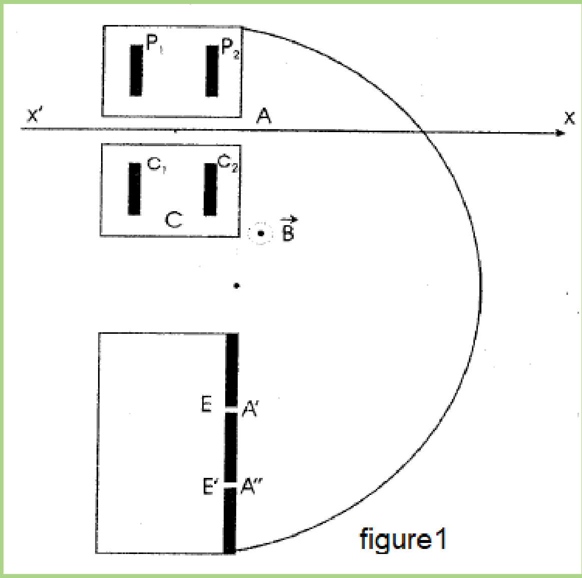


figure1

1) TEC : $\frac{1}{2}m_1 v_1^2 = 2eU_0$ $\rightarrow$ $v_1 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_1}}$ et $v_2 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_2}}$ $\rightarrow$ $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$ avec

$m_1 = 3x1{,}67.10^{-27}kg$; $m_2 = 4x1{,}67.10^{-27}kg$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{1}{3}} = 1{,}15$$

2) Dans un champ magnétique, chaque ion est soumis à une force magnétique $\vec{F}$ toujours orthogonal au vecteur induction magnétique $\vec{B}$. La trajectoire de cet ion est donc dans le plan passant par A, perpendiculaire à la direction de $\vec{B}$: plan de figure. D'autre part, cette force magnétique $\vec{F} = m\vec{a}$ est toujours orthogonal au vecteur vitesse $\vec{v}$ de l'ion.

Donc son mouvement est uniforme, de vitesse numérique égale à sa vitesse d'entrée dans le champ magnétique et son accélération est $a_n = \frac{v^2}{R}$ où R est le rayon de courbure de la trajectoire.

Or on a F = 2evB , donc le TCI s'écrit $2evB = \frac{mv^2}{R}$ $\rightarrow$ $R = \frac{mv}{2eB}$ = constant la trajectoire dans le champ magnétique est circulaire.

Le rayon de la trajectoire pour ^3_2He : $R_1 = \frac{m_1 v_1}{2eB}$ AN : $R_1 = 0{,}01769m = 17{,}69mm$.

Le rayon de la trajectoire pour ^4_2He : $R_2 = \frac{m_2 v_2}{2eB}$ AN : $R_2 = 0{,}02358m = 23{,}58mm$.

Le rapport $\frac{R_1}{R_2} = \frac{17{,}69}{23{,}58} = 0{,}75$

3) A'A'' = AA'' – AA' $\rightarrow$ A'A'' = $2R_2 - 2R_1 = 2(R_2 - R_1)$

AN : **A'A'' = 11,76mm**. Voir figure1.

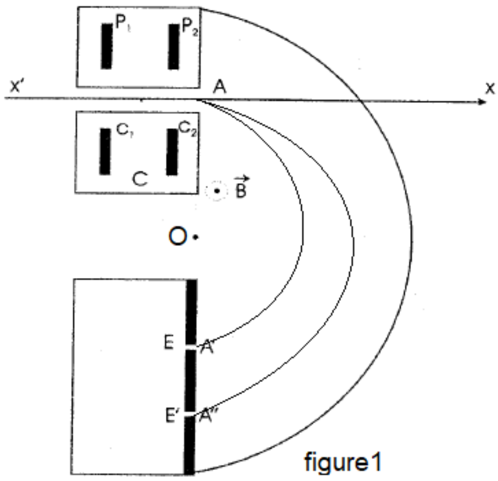


figure1

B- Un circuit comprend un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L de résistance interne R = 70,7Ω. L'ensemble du circuit est soumis à une tension sinusoïdale u telle que $u(t)=U\sqrt{2}\sin(\omega t+\varphi_u)$ avec U est la tension efficace de valeur U = 150V.

Ce circuit est parcouru par un courant d'intensité efficace I = 1,5A. La tension efficace aux bornes du condensateur vaut U_C = 77,62V.

1) Calculer l'impédance Z du circuit.

2) Sachant que l'impédance du condensateur est inférieur à celle du bobine .

a- Calculer le déphasage entre la tension u(t) et l'intensité i(t).

b- En déduire l'expression de l'intensité i(t) en fonction de t, ω et φ_u .

3) On désigne par φ_B la phase de la tension aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité du courant I.

Démontrer par calcul à l'aide de diagramme de Fresnel que $\varphi_B=\frac{\pi}{3}$.

1) $Z=\frac{U}{I}=\frac{150}{1,5}=100\,\Omega$

2) a- $\cos\varphi=\frac{R}{Z}$ → $\cos\varphi=\frac{70,7}{100}=0,707$ le circuit est inductif → φ >0 $\varphi=\frac{\pi}{4}rad$

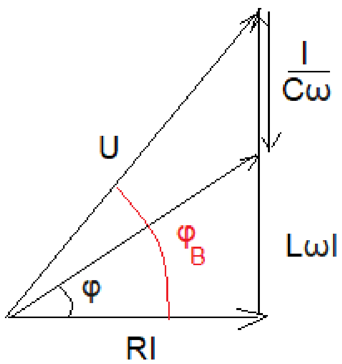
b- Expression de i(t)

u (t) en avance de φ par rapport à i (t) donc $i(t)=1,5\sqrt{2}\cos(\omega t+\varphi_u-\frac{\pi}{4})$

3) Diagramme de Fresnel du circuit

$\tan\frac{\pi}{4}=\frac{U_L-U_C}{U_R}$ → $1=\frac{U_L-U_C}{U_R}$

$U_L = U_R + U_C$



$$\tan\varphi_B = \frac{U_L}{U_R} = \frac{U_R + U_C}{U_R}$$ AN : $$\tan\varphi_B = \frac{(70{,}7\,x\,1{,}5) + 77{,}62}{(70{,}7\,x\,1{,}5)} = 1{,}73$$

d'où $\varphi_B = \frac{\pi}{3} rad$

6. Mécanique

Dans tous les problèmes les frottements sont négligeables et on prendra g = 10m.s^{-2} .

Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A.

On considère un corps (S) supposé ponctuel de masse m = 100g. On fixe le corps (S) à l'extrémité inférieur d'un ressort de longueur à vide ℓ_0 = 12cm et de constante de raideur k = 50N.m^{-1}. L'extrémité supérieur est fixé en un point I de l'axe vertical (Δ). Ce dernier tourne avec une vitesse de rotation N (tours/s). Lorsque N est constante, le ressort s'écarte d'un angle θ par rapport à la verticale et le corps (S) décrit un cercle dans un plan horizontal (figure2). Dans cette condition, la longueur du ressort devient ℓ = 16cm.

1) Déterminer la valeur de l'angle θ

2) Calculer la fréquence N du mouvement

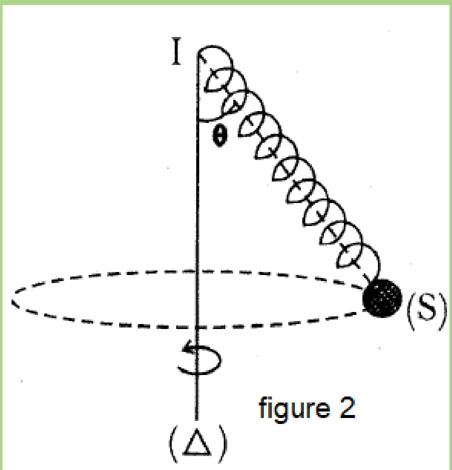


figure 2

1) Valeur de l'angle θ

TCI : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$ suivant l'axe Oy : Tcosθ – mg = 0 et T = kΔℓ

$$\cos\theta = \frac{mg}{k\Delta\ell}$$ AN : $$\cos\theta = \frac{1}{2}$$ → **θ = 60°**

2) Fréquence N du mouvement

suivant l'axe Ox : Tsinθ = mℓsinθω^2 → T = mℓω^2

→ $m\ell\omega^2 = k\Delta\ell$ → $m\ell\, 4\pi^2 N^2 = k\Delta\ell$ → $N^2 = \frac{k\Delta\ell}{4m\pi^2\ell}$ → $N = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k\Delta\ell}{m\ell}}$

N = 1,78 tour/s

Partie B.

Un ressort de raideur k = 20N.m^{-1}, retient deux solides (S_1) et (S_2) , de masses respectives M_1 = 0,1kg et M_2 = 0,2kg reliés par un fil inextensible de masse négligeable et passant par la gorge d'une poulie. La poulie assimilable à un cerceau, est mobile sans frottement autour de son axe vertical de rotation (Δ) et de masse m = 0,1kg. (figure3).

1- Calculer l'allongement du ressort lorsque le système est à l'équilibre.

2- On tire le solide (S_2) verticalement vers le bas , d'une longueur de 4cm , à partir de sa position d'équilibre puis on l'abandonne à l'instant t = 0s.

a- Montrer que le solide (S_1) est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal suivant l'axe x'Ox, O étant la position d'équilibre des solides (S_1) et (S_2).

b- Établir l'équation horaire de ce mouvement .

3- Montrer que l'énergie mécanique du { S_1, S_2, poulie, ressort} est constante.

En déduire sa valeur . Application numérique : H = 0,25m.

États de référence :

- le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan passant par le point O et c'est aussi l'origine des altitudes.

- l'énergie potentielle élastique du ressort est nulle lorsqu'il est à vide.

4- En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle des mouvements du système { S_1, S_2, poulie et ressort} en fonction de $\ddot{x}$ et x.

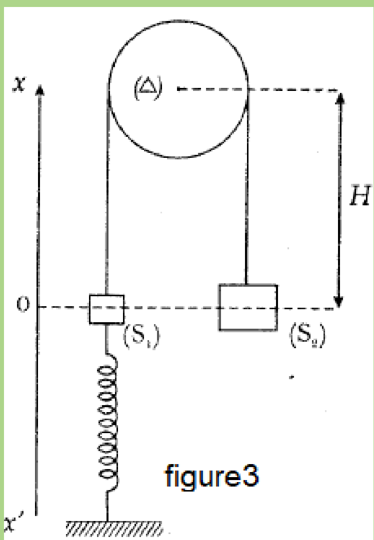


figure3

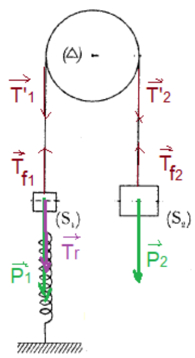
1) Calcul de $\Delta\ell$ à l'équilibre

Système (S_1) : $\vec{P}_1+\vec{T}_r+\vec{T}_{f1}=\vec{0}$

suivant x'Ox : $T_{f1} = T_r + P_1$ (1)

Système (S_2) : $\vec{P}_2+\vec{T}_{f2}=\vec{0}$

suivant x'Ox : $T_{f2} = P_2$ (2)



Système { poulie }

$\mathcal{M}(\vec{P})+\mathcal{M}(\vec{P})+\mathcal{M}(\vec{T}'_1)+\mathcal{M}(\vec{T}'_2)=0$ → $T'_1 = T'_2$ (3)

(1) , (2) et (3) donne $Tr = (M_2 - M_1)\,g$ → $k\ \Delta\ell = (M_2 - M_1)\,g$

$\Delta\ell=\frac{(M_2-M_1)g}{k}$ AN : **$\Delta\ell$ = 0,03m**

2) a- Système (S1) : $\vec{T}_{f1}+\vec{P}_1+\vec{T}_r=M_1\vec{a}$

suivant x'Ox : $T_{f1} = M_1a + k(\Delta\ell + x) + M_1g$ (1)

Système (S_2) : $\vec{T}_{f2}+\vec{P}_2=M_2\vec{a}$ → $T_{f2} = M_2\,(g - a)$ (2)

Système (poulie) : $T'_1r-T'_2r=J_\Delta\ddot{\theta}$ avec $\ddot{\theta}=\frac{a}{r}$ et $a=\ddot{x}$, $J_\Delta = mr^2$

→ $T'_1 - T'_2 = ma$ (3)

(1) , (2) , (3) donne $M_2g - M_2a - M_1a - k(\Delta\ell + x) - M_1g = ma$

d'après condition d'équilibre : $\ddot{x}+\frac{k}{M_1+M_2+m}x=0$ équation différentielle d'un MRS.

b- $\omega=\sqrt{\frac{k}{M_1+M_2+m}}=5\sqrt{2}\,rad/s=7{,}07\,rad/s$ $\varphi=\frac{\pi}{2}rad$

équation horaire du mouvement : $x = 4.10^{-2}\sin(7{,}07\,t + \frac{\pi}{2})$ ou $x = 4.10^{-2}\cos(7{,}07\,t)$

3) Système : { S_1 + S_2 + poulie + ressort }

Énergie cinétique : $E_C=\frac{1}{2}M_1\dot{x}^2+\frac{1}{2}M_2\dot{x}^2+\frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2$ avec $J_\Delta\dot{\theta}^2=mr^2\frac{\dot{x}^2}{r^2}=m\dot{x}^2$

→ $E_C=\frac{1}{2}(M_1+M_2+m)\dot{x}^2$ avec $\dot{x}^2=x_m^2\omega^2\cos^2(\omega t+\varphi)$

→ $E_C=\frac{1}{2}(M_1+M_2+m)x_m^2\omega^2\cos^2(\omega t+\varphi)$

Énergie potentielle : $E_P=M_1gx-M_2gx+mgH+\frac{1}{2}k(\Delta\ell+x)^2$

$E_P=M_1gx-M_2gx+mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2+k\Delta\ell x+\frac{1}{2}kx^2$ or $k\Delta\ell x + M_1gx - M_2gx = 0$ d'après l'équilibre

il vient $E_P=mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2+\frac{1}{2}kx^2$ avec $x^2=x_m^2\sin^2(\omega t+\varphi)$

→ $E_P=mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2+\frac{1}{2}kx_m^2\sin^2(\omega t+\varphi)$

Énergie mécanique du système : $E_m=E_C+E_P$

$$E_m=\frac{1}{2}(M_1+M_2+m)x_m^2\omega^2\cos^2(\omega t+\varphi)+mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2+\frac{1}{2}kx_m^2\sin^2(\omega t+\varphi)$$ or $\omega^2=\frac{k}{M_1+M_2+m}$

$$E_m=\frac{1}{2}kx_m^2(\cos^2(\omega t+\varphi)+\sin^2(\omega t+\varphi))+mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2$$

$\rightarrow$ $E_m=\frac{1}{2}kx_m^2+mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2=cte$ d'où $\frac{dE_m}{dt}=0$ cqfd

4) $E_m=\frac{1}{2}(M_1+M_2+m)\dot{x}^2+mgH+\frac{1}{2}k\Delta\ell^2+\frac{1}{2}kx^2$

$\frac{dE_m}{dt}=(M_1+M_2+m)\dot{x}\ddot{x}+kx\dot{x}=0$ $\rightarrow$ $\ddot{x}+\frac{k}{M_1+M_2+m}x=0$

AN : $\ddot{x}+50x=0$