علوم فيزيائية

المجموعة عدد 03

République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique
Université de Monastir
Concours de Réorientation Session mars 2023

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المنستير
مناظرة إعادة التوجيه الجامعي دورة مارس 2023

Épreuve de Sciences Physiques (groupe N°3)

Date de l'épreuve :31/03/2023 **Durée :3 Heures (de 09.00 à 12.00)**

Coefficient : 2

L'épreuve comporte 4 exercices indépendants, répartis sur 4 pages numérotées de1à 4.

Chimie (7 points)

Exercice 1 : (3,5 points)

Le propanoate de méthyle (CH_3-CH_2-COO-CH_3) , est un ester synthétisé par l'action de l'acide propanoïque (CH_3-CH_2-COOH) sur le méthanol (CH_3-OH) selon la réaction modélisée par l'équation suivante :

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + CH_3\text{-}OH \rightleftharpoons CH3\text{-}CH_2\text{-}COO\text{-}CH_3 + H_2O$$

Dans un ballon fermé par un bouchon muni d'un long tube capillaire (**figure 1**), on introduit 3.10^{-2} **mol** d'acide propanoïque, 3.10^{-2} **mol** de méthanol. Sur ce mélange on ajoute deux gouttes d'une solution d'acide sulfurique concentrée On chauffe le mélange pendant une durée suffisante pour que l'équilibre chimique soit atteint.

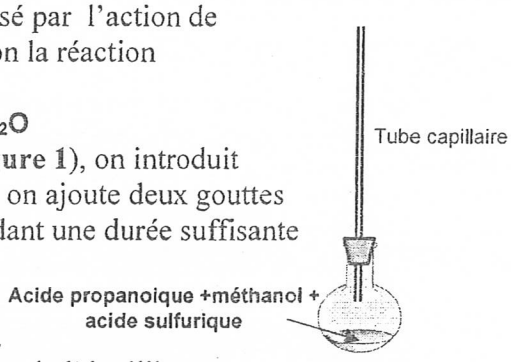


Figure 1

1) a- Donner le nom de la réaction ayant lieu dans le mélange.
   b- Préciser le rôle du long tube capillaire utilisé dans cette expérience.
2) La quantité d'acide propanoïque restant dans le mélange après l'atteinte de l'équilibre chimique, est dosée par une solution de soude de concentration molaire C_B= **1mol.L^{-1}** et en présence de quelques gouttes de phénol phtaléine. Ce dosage montre qu'il reste 10^{-2} **mol** d'acide propanoïque.
   a- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre chimique.
   b- Calculer le taux d'avancement final τ_f et la constante d'équilibre K de la réaction.
3) Déterminer le volume V_{eq} de la solution de soude qu'il a fallut verser pour atteindre l'équivalence précédente, sachant que le volume nécessaire pour neutraliser les deux gouttes de la solution d'acide sulfurique est V_0= **2,5 mL**.
4) Il est possible d'augmenter le taux d'avancement final de la réaction précédente en mélangeant initialement n_A moles d'acide éthanoïque et n_B moles de méthanol ; tel que $n_A < n_B$.
   a. Soit τ'_f le nouveau taux d'avancement final de la réaction. Montrer que la constante d'équilibre s'écrit :

$$K = \frac{(\tau'_f)^2}{(1-\tau'_f).(\frac{n_B}{n_A}-\tau'_f)}$$

   b. Déterminer le rapport $\frac{n_B}{n_A}$ donnant un taux d'avancement final τ'_f = **0,88**.

Exercice 2 :(3,5points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $Ke = 10^{-14}$

On désire préparer, par dilution, une solution aqueuse (S) d'acide éthanoïque CH_3COOH, de concentration molaire $C = 0,01\ mol.L^{-1}$ et de volume $V = 100\ mL$. Pour cela, on dispose du matériel et des produits suivants :

- une solution aqueuse (S_1) d'acide éthanoïque de concentration molaire $C_1 = 2.10^{-3}\ mol.L^{-1}$;
- une solution aqueuse (S_2) d'acide éthanoïque de concentration molaire $C_2 = 0,2\ mol.L^{-1}$;
- de l'eau distillée ;
- des fioles jaugées de 50 mL ; 100 mL et 500 mL ;
- des pipettes jaugées de 1 mL, 5 mL et 10 mL .

1) a- Indiquer la solution, parmi (S_1) et (S_2), qui convient à cette préparation.

b- Calculer le volume V_p à prélever de la solution choisie, parmi (S_1) et (S_2), pour préparer la solution (S).

c- Décrire, en précisant la verrerie utilisée, le protocole expérimental de préparation de la solution (S) en un minimum d'étapes.

2) La mesure du **pH** de la solution (S) déjà préparée donne **pH = 3,40.**

a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique du système chimique étudié.

b- Etablir l'expression du taux d'avancement final τ_f, relatif à la réaction, en fonction du **pH** et **C**, en précisant l'approximation faite. Calculer sa valeur et en déduire que l'acide éthanoïque est un acide faiblement ionisé.

c- Etablir l'expression pKa_1 du couple CH_3COOH/CH_3COO^- en fonction de **C** et τ_f. Vérifier que la valeur de pKa_1 est $pKa_1 = 4,80$.

3) L'acide éthanoïque réagit avec l'ion benzoate $C_6H_5COO^-$ selon la réaction d'équation :

$$CH_3COOH + C_6H_5COO^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + C_6H_5COOH$$

de constante d'équilibre $K = 4$

a- Comparer les pouvoirs acides des couples CH_3COOH/CH_3COO^- et $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

b- Exprimer la constante d'équilibre K en fonction de Ka_1 et Ka_2 avec Ka_2 la constante d'acidité du couple $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

c- Déduire la valeur du pKa_2 du couple $C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$.

Physique : (13 points)

Exercice 1 :(8 points)

On dispose de trois dipôles de nature inconnue, D_1 , D_2 et D_3. Chaque dipôle peut être soit un conducteur ohmique de résistance $R = 100\ \Omega$, soit une bobine d'inductance **L** et de résistance interne négligeable , soit un condensateur de capacité **C**.

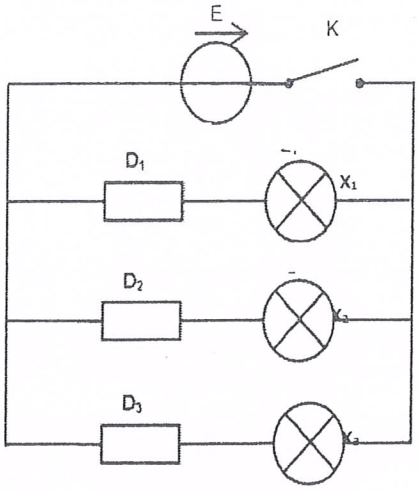


Figure 2

I- Afin d'identifier les trois dipôles, on réalise le circuit schématisé sur **figure 2**. Les trois lampes X_1 , X_2 et X_3 sont identiques

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K :

- La lampe X_1 s'allume instantanément.
- La lampe X_2 s'allume avec un retard temporel.
- La lampe X_3 s'allume pendant une courte durée puis s'éteint.

Identifier, en le justifiant, les dipôles D_1 , D_2 et D_3.

II- Après avoir identifié les trois dipôles, on réalise un montage série comportant, la bobine, le résistor ainsi qu'un générateur basse fréquence (**figure 3**) dont la masse est isolée de la terre délivrant une tension triangulaire alternative d'amplitude constante. Sur l'écran de l'oscilloscope bicourbe on visualise les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$ respectivement aux bornes du résistor et de la bobine.

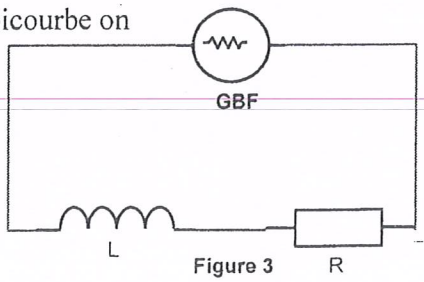
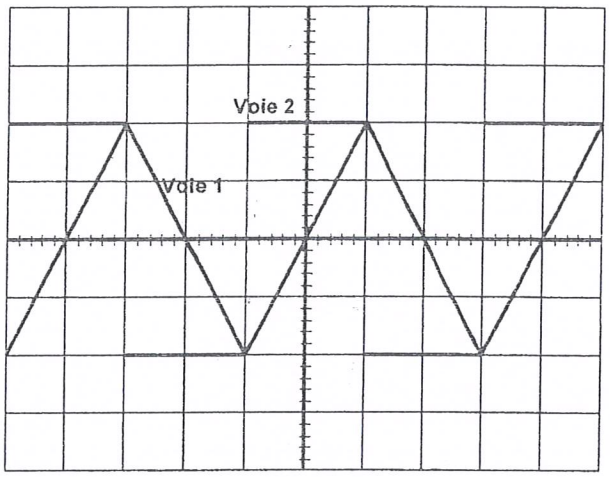


Figure 3

1) a- Reproduire le schéma du montage en précisant les branchements à effectuer pour visualiser la tension $u_1(t)$ aux bornes du résistor sur la voie Y_1 et la tension $u_2(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_2.

d- L'une des deux voies de l'oscilloscope doit- être inversée. Préciser laquelle.

2) Les oscillogrammes de **la figure 4** donne les différentes tensions observées.



Sensibilité verticale : **Voie Y_1 1Volt/div**
Voie Y_2 2Volt/div

Balayage horizontal : **0,5 ms/div**

Figure 4

Calculer la fréquence **N** du GBF.

3) a- Montrer que la tension aux bornes de la bobine peut s'écrire : $u_2(t) = \frac{L}{R}\frac{du_1(t)}{dt}$

b- Déterminer la valeur **L**.

4) On modifie la fréquence de la tension aux bornes du GBF sans varier son amplitude. Pour une autre fréquence **N'**=2N, déterminer la nouvelle valeur de la tension $u_2(t)$ aux bornes de la bobine.

III- Les trois dipôles sont utilisés pour réaliser le circuit série de la **figure 5**. Le condensateur de capacité **C** est initialement chargé puis on ferme l'interrupteur à l'instant **t = 0**.

On prendra dans la suite d'inductance de la bobine **L = 50 mH** et la résistance du résistor **R = 100Ω** .

Un oscilloscope permet de visualiser la tension u_c (t) aux bornes du condensateur. Il donne la courbe ci-dessous (**figure 6**) :

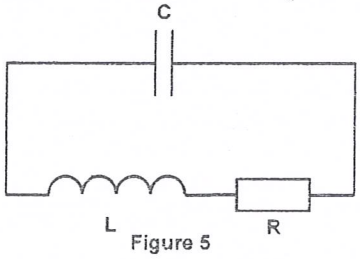


Figure 5

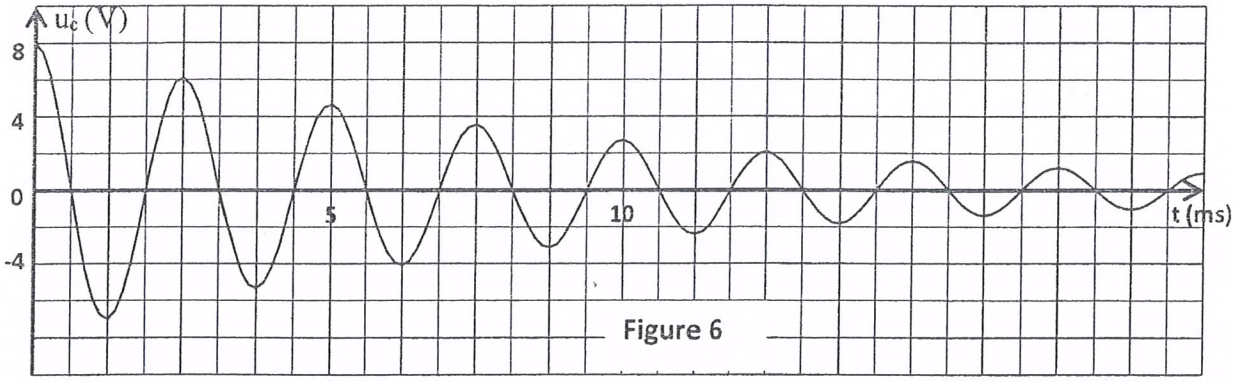


Figure 6

1) a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_c (t) aux bornes du condensateur.

Montrer qu'on peut l'écrire sous la forme : $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_c}{dt} + \omega_0^2\, u_c = 0$ (ω_0 étant la pulsation propre du circuit)

b- Rappeler l'expression de l'énergie totale E (électromagnétique) du circuit RLC à une date t quelconque et montrer que : $\frac{dE}{dt} = -RC^2\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$

En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations libres du système.

2) a- Déterminer graphiquement la pseudo période de la décharge du condensateur.

b- En assimilant la pseudo période **T** à la période propre de l'oscillateur, vérifier que la capacité du condensateur est $C = 6{,}4.10^{-7}F$.

c- Calculer l'énergie dissipée par effet joule pendant la première pseudo période **T**.

d- Préciser sous quelle forme (magnétique ou électrostatique) se trouve l'énergie restante dans le circuit à la date $t_1 = 2{,}25T$?

3) Dans le dernier circuit on intercale un générateur basse fréquence (**GBF**) de fréquence N variable et de tension efficace **U=20V**. Pour une certaine valeur de la fréquence (N_1) du (**GBF**), deux voltmètres branchés aux bornes du condensateur et de la bobine (**figure 7**) indiquent la même valeur.

a- Préciser l'état du circuit (inductif, capacitif ou résistif), pour $N=N_1$,

b- Déterminer :

- La valeur de la fréquence N_1
- Déterminer la valeur de la tension aux bornes du résistor.
- Calculer la valeur de la tension aux bornes de la bobine.

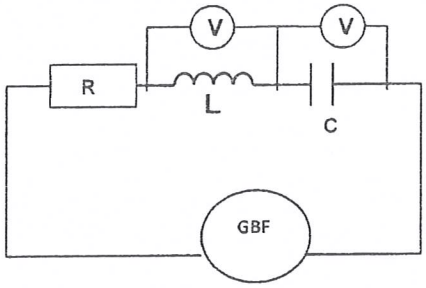


Figure 7

Exercice 2 : (5 points)

L'extrémité S d'une lame vibrante est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal, de fréquence N et d'amplitude a (**N** et **a** restent inchangées dans tout l'exercice).

On attache en **S** l'extrémité d'une corde élastique de longueur **L** dont l'autre extrémité est fixée à un dispositif approprié empêchant la réflexion des ondes.

La lame débute son mouvement à partir de sa position d'équilibre dans le sens positif choisi.

Les courbes C_1 et C_2 de la **figure 8** représentent respectivement les variations au cours du temps des élongations de deux points de la corde M_1 et M_2 distants de $d = M_1M_2 = 5$ **cm**.

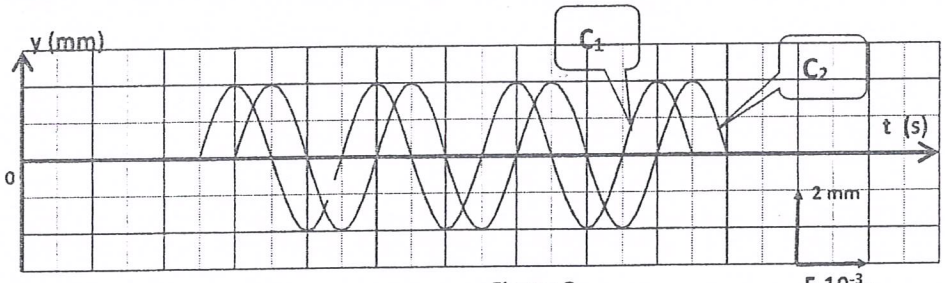


Figure 8

1) Déterminer, à partir des courbes :

a- la fréquence **N** de vibration de la source **S**;

b- la célérité de propagation des ondes le long de la corde ;

c- la longueur d'onde λ .

d- les abscisses x_1 et x_2 des points M_1 et M_2.

2) Ecrire l'équation horaire du mouvement de la source **S**. En déduire la valeur maximale de la vitesse de vibration de ce point source **S**.

3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point **M** quelconque de la corde situé à une distance **x** de la source **S**.

b- Déduire les expressions numériques des élongations des points M_1 et M_2.

c- Préciser l'état vibratoire de chacun de ces points par rapport à la source **S**.

d- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t_1 = 0{,}035$ **s**.

e- Déterminer l'ensemble des points de la corde qui, à l'instant t_1, ont une élongation de **1 mm** et se déplaçant dans le sens positif.

République Tunisienne
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique
Université de Monastir
Concours de Réorientation Session mars 2023

الجمهورية التونسية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة المنستير
مناظرة إعادة التوجيه الجامعي دورة مارس 2023 3

Corrigé de l'épreuve de Sciences Physiques (groupe3)

Durée : 3 Heures **Coefficient : 1**

CHIMIE (7 Points)

1) a- réaction d'estérification. — 0,25

b- Le tube joue le rôle d'un réfrigérant qui assure la conservation de la matière en condensant les quantités évaporées . — 0,25

2) a-

	Acide propanoique +	méthanol	⇌	propanoate de méthyle	+ eau
t = 0	3.10^{-2}mol	3.10^{-2}mol		0	0
t>0	$3.10^{-2} - x$	$3.10^{-2} - x$		x	x

A l'équilibre, la quantité de matière d'acide propanoique est : $3.10^{-2} - x_{éql} = 10^{-2}$ mol.

$x_{éql} = 2.10^{-2}$ mol ق $(n_{Ac})_{éql} = (n_{Al})_{éql} = 10^{-2}$ mol

$(n_{Ester})_{éql} = (n_{Eau})_{éql} = 210^{-2}$ mol

— 0,75

b- $K = \frac{[Ester]_{éql}.[Eau]_{éql}}{[Acide]_{éql}.[Alcool]_{éql}} = \frac{(n_{Ester})_{éql}.(n_{Eau})_{éql}}{(n_{Ac})_{éql}.(n_{Al})_{éql}} = \frac{(2.10^{-2})^2}{(10^{-2})^2} = 4$

$\tau_f = \frac{x_{éql}}{x_{max}} = \frac{2.10^{-2}}{3.10^{-2}} = 0,66$

— 0,25x2

3) Le volume de la solution de soude utilisé pour neutraliser l'acide propanoique restant : $C_b V_b = n_A$ *donc* $V_b = \frac{n_A}{C_b}$ $AN: V_b = 10\,mL$

Donc le volume totale de soude est $V_{bT} = 10 + 2,5 = 12,5mL$ — 0,5

4) a- $n_A < n_B$ donc $x_{max} = n_A$

$K = \frac{(n_{Ester})_{éql}.(n_{Eau})_{éql}}{(n_{Ac})_{éql}.(n_{Al})_{éql}} = \frac{(x'_{éql})^2}{(n_A - x'_{éql}).(n_B - x'_{éql})} = \frac{\left(\frac{x'_{éql}}{n_A}\right)^2}{\left(1-\frac{x'_{éql}}{n_A}\right).\left(\frac{n_B}{n_A}-\frac{x'_{éql}}{n_A}\right)} =$

$\frac{(\tau'_f)^2}{(1-\tau'_f).(\frac{n_B}{n_A}-\tau'_f)}$.

— 0,75

b- $\frac{n_B}{n_A} = \tau'_f\left(1+\frac{\tau'_f}{k.(1-\tau'_f)}\right) \rightarrow \frac{n_B}{n_A} = 2,5.$ — 0,5

Exercice 2 : (3,5 points)

1) a- La solution mère doit être plus concentrée que la solution fille donc on part de la solution S_2 — 0,25

b- $V_p = \frac{CV}{C_2}$ $AN: V_p = 5\ mL$ — 0,25

c- A l'aide de la pipette jaugée , de contenance 5mL, on prélève 5mL de la solution S_2 qu'on introduit dans la fiole jaugée de 100 mL, puis on remplit jusqu'au trait de jauge par l'eau distillée — 0,25

b- — 0,5

	AH	+	H_2O	⇌	A^-	H_3O^+
t = 0	C		excès		0	$10^{\frac{-pk_e}{2}}$
t_f	$C - y_f$		excès		y_f	10^{-pH}

c- $[H_3O^+] = [H_3O^+]_{eau} + [H_3O^+]_{acide} \approx [H_3O^+]_{acide} = 10^{-pH}$

$y_{max} = C$ or $\tau_f = \frac{y_f}{y_{max}} = \frac{10^{-pH}}{C}$ AN: $\tau_f = 0,04$ — 0,5

$\tau_f \leq 5\ \%$ Dans S l'acide éthanoïque est faiblement ionisé

d- $k_A = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[AH]} = \frac{y_f^2}{C} = C\tau_f^2$ — 0,75

$pk_A = -logk_A = -(logC + 2log\tau_f) = 4,8$

3) a- K>1 donc l'acide éthanoïque est plus fort que l'acide benzoïque. — 0,25

$b - k = \frac{[CH_3-COO^-].[C_5H_5-COOH]}{[CH_3-COOH].[C_5H_5-COO^-]} = \frac{k_{A1}}{k_{A2}}$ — 0,5

c- $k_{A2} = \frac{k_{A1}}{K}$ donc $pk_{A2} = pk_{A1} + logk$ AN :$pk_{A2} = 5,40$ — 0,25

Physique (13 points)

Exercice1 :(7points)

I- La lampe X1 s'allume instantanément donc D1 est un résistor

La lampe X2 s'allume après un certain retard phénomène d'auto-induction donc D2 est une bobine.

La lampe X3 s'allume brièvement et s'éteint donc D3 est un condensateur — 0,75

II- 1) a- schéma du montage — 0,25

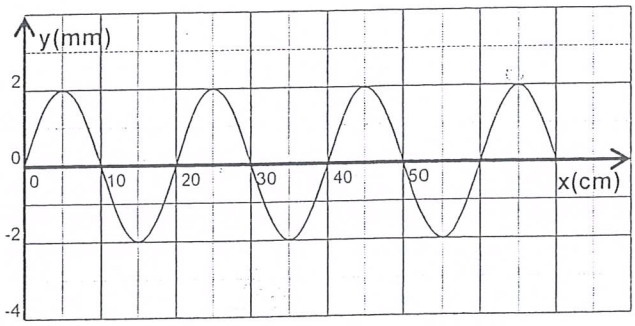
b- la voie inversée — 0,25

2) T= 2ms donc $N = \frac{1}{T} = 500Hz$ — 0,5

3) a- $u_2(t) = l\frac{di}{dt}$ avec $i(t) = \frac{u_{1(t)}}{R}$ donc $u_2(t) = \frac{L}{R}\frac{du_{1(t)}}{dt}$ — 0,5

b- $\frac{du_{1(t)}}{dt} = \frac{4U_{1m}}{T} = 4000V.s^{-1}$; $u_2 = 4000\frac{L}{R}$ donc $L = \frac{Ru_2}{4000} = 0,1\ H$ — 0,5

	4) si la fréquence est multipliée par deux N=1000Hz donc la période T'= 1ms $u_2(t) = \frac{L}{R}\frac{du_1(t)}{dt}$ La nouvelle valeur de la pente de la droite : $k' = \frac{2-0}{\frac{T'}{2}-\frac{T'}{4}} = 2k = 8000V.s^{-1}$ Pour [0 ;T/2] $\mathbf{u_2(t) = 8V}$ Pour [T/2 ;T] $\mathbf{u_2(t) = -8V}$	0,75
	III- a) Equation différentielle $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_c}{dt} + \omega_0^2 u_c = 0$	0,5
	b- $E = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{q^2}{2C}$ $\frac{dE}{dt} = -RC^2\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$	0,75
	2) a- T= 2,5ms	0,25
	b- $T=2\pi\sqrt{LC}$ donc $C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} = 6{,}4.10^{-7}F$	0,5
	c- la perte d'énergie $E_1 - E_2 = \frac{1}{2}C(U_{C1}^2 - U_{C2}^2) = 4{,}8.10^{-5}J$	0,5
	d- A l'instant t=2,25T u_c est maximale et i=0 donc l'énergie est sous forme magnétique	0,25
	3) a- résonance d'intensité circuit résistif	0,25
	b- $N_I = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{T} = 400Hz$ - $U_R = U = 20V$ - $U_B = L\omega I = \frac{2\pi NLU}{R} = 100{,}48\ V$	0,5 0,5 0,5
	<u>EXERCICE 2 :</u> (5 points)	
	1)a- T=0,01s donc N=100Hz	0,25
	b- $V = \frac{d}{\Delta t} = 20m.s^{-1}$	0,5
	$c - \lambda = V.T = 0{,}2\ m = 20cm$	0,5
	d- $x_1 = V.t_1 = 25$ cm $x_2 = V.t_2 = 30$ cm	0,5
	2) a- $y_S(t) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t)$ $v_S = \frac{dy_S}{dt}$ donc $v_{max} = \omega.a = 0{,}4\pi\ m.s^{-1}$	0,5 +0,25
	b-$y_{M1}(t) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t - \frac{2\pi x_1}{\lambda}) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t - \frac{5}{2}\pi)$ $y_{M2}(t) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t - \frac{2\pi x_2}{\lambda}) = 2.10^{-3}\sin(200\pi t + \pi)$	0,25+ 0,25x2

	c) M_1 vibre en quadrature retard par rapport à la S. M_2 vibre en opposition de phase par rapport S.	0,5
	d- distance parcourue par l'onde à l'instant t_1 : d_1=20.0,035=0,70m=3,5λ $y_{t1}(x)=2.10^{-3}\sin(200\pi t_1 - \frac{2\pi x}{\lambda})=2.10^{-3}\sin(\pi - \frac{2\pi x}{\lambda})$ pour $x \leq 3,5\lambda$  	0,75
	e − $\begin{cases} \sin\left(\omega t_1 - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = \frac{1}{2} \\ cos\left(\omega t_1 - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) > 0 \end{cases}$ $x \leq 3,5\lambda$ $\begin{cases} \pi - \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi}{6} + 2k\pi \\ \pi - \frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{5\pi}{6} + 2k\pi \text{ or } \cos\left(\frac{5\pi}{6} + 2k\pi\right) < 0 \end{cases}$ Donc $x = \frac{5\lambda}{12} + k\lambda \text{ avec } x \leq 3,5\lambda$ $x \in \left\{\frac{5\lambda}{12}; \frac{17\lambda}{12}; \frac{29\lambda}{12}; \frac{41\lambda}{12}\right\}$	0,75