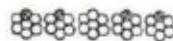


RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session principale 2023
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences expérimentales
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4

N° d'inscription

--	--	--	--	--



Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

Chimie (9 points)

Exercice 1 (5 points)

L'acétate d'éthyle, de formule $\text{CH}_3\text{—COO—CH}_2\text{—CH}_3$, est un liquide utilisé comme solvant pour les vernis à ongles et certaines colles, il est aussi utilisé dans l'industrie agroalimentaire dans certains arômes fruités.

I- La synthèse de l'acétate d'éthyle peut être réalisée à partir d'un acide carboxylique (A) et d'un alcool (B).

- Nommer la réaction qui conduit à la formation de l'acétate d'éthyle à partir de l'acide (A) et de l'alcool (B).
- Parmi les composés cités ci-dessous, reconnaître les composés (A) et (B).



II- On se propose de synthétiser au laboratoire l'acétate d'éthyle à partir de l'acide (A) et de l'alcool (B) et de réaliser un suivi cinétique de cette réaction. Pour cela, on introduit dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée, un volume $V_A = 10,3 \text{ mL}$ de l'acide (A) et un volume $V_B = 10,5 \text{ mL}$ de l'alcool (B) ainsi que quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On suppose que le volume total du mélange est $V = V_A + V_B$. Après agitation, on prélève à cinq reprises un volume $V_0 = 2 \text{ mL}$ de ce mélange, que l'on introduit dans cinq tubes à essais numérotés de 1 à 5, placés préalablement dans un bain d'eau glacée.

- a- Indiquer pourquoi place-t-on initialement l'rlenmeyer dans un bain d'eau glacée.
b- Préciser le rôle joué par l'acide sulfurique.
- Vérifier que le mélange initial (acide (A) + alcool (B)) est équimolaire et que chaque tube renferme une quantité $n_0 = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de chaque réactif.

On donne : Masses molaires ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : C = 12 ; O = 16 ; H = 1.

Masses volumiques des composés (A) et (B) ($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$) : $\rho_{(A)} = 1,05$; $\rho_{(B)} = 0,79$.

3- À un instant pris comme origine des temps, on place les tubes dans un bain thermostaté à une température adéquate θ , après les avoir équipés chacun d'un réfrigérant à air. Puis, on dose à des instants t déterminés, les acides présents dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration molaire $C = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré approprié.

Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont rassemblés dans le tableau ci-dessous ; où V_E désigne le volume de la solution de soude ajoutée à l'équivalence.

Tube n°	1	2	3	4	5
t (min)	0	20	40	60	80
V_E (mL)	17,5	10,1	7,3	6,0	6,0

- Indiquer pourquoi chacun des tubes à essais est équipé d'un réfrigérant à air.
- Justifier la différence entre la valeur de n_0 et celle de CV_{E_0} ; V_{E_0} désigne le volume de la solution de soude versée dans le tube n°1 à l'instant $t = 0$.
- Montrer qu'à un instant t donné, l'avancement x de la réaction dans un tube s'écrit : $x = C(V_{E_0} - V_E)$.
- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction étudiée. En déduire une propriété caractéristique de cette réaction.
- Dégager à partir du tableau précédent, une autre propriété caractéristique de la réaction étudiée.

- 4- Il est possible de synthétiser l'acétate d'éthyle par d'autres transformations chimiques, et ce en remplaçant l'acide carboxylique (A) par un de ses dérivés.
- Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de la réaction modélisant une de ces transformations.
 - Citer deux propriétés caractéristiques de cette transformation.

Exercice 2 (4 points)

À 25 °C, on réalise une pile (P) en utilisant les solutions et le matériel suivants : une lame de cobalt (Co), une lame de nickel (Ni), un pont salin et deux bêchers (1) et (2) contenant respectivement un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de cobalt(II) (CoSO_4) de concentration molaire $C_1 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V_2 = 100 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de nickel(II) (NiSO_4) de concentration molaire C_2 .

L'équation chimique associée à la pile (P) ainsi réalisée est : $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$.

À 25 °C, la constante d'équilibre relative à cette équation est : $K = 4,64$.

- Donner le symbole de la pile (P).
- a- Calculer la valeur de la fem standard E° de cette pile.
b- Comparer en le justifiant, le pouvoir réducteur des deux couples redox mis en jeu dans la pile (P).
- On place la pile (P) dans un circuit électrique comportant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. À l'instant de date $t = 0$, on ferme le circuit. Lors du fonctionnement de la pile, on observe la formation d'un dépôt métallique sur la lame de nickel.
 - Écrire l'équation de la transformation chimique qui se déroule au niveau de chaque lame au cours du fonctionnement de la pile.
 - En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu spontanément dans la pile.
 - À un instant ultérieur de date t_1 , l'ampèremètre indique une intensité nulle. À partir de cet instant, l'avancement volumique de la réaction prend une valeur égale à $8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
Déterminer la valeur de C_2 .
On supposera que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des lames.
- À un instant $t_2 > t_1$, on ouvre l'interrupteur et on ajoute à l'un des deux bêchers, un volume V_e d'eau distillée. La mesure de la fem de la nouvelle pile ainsi réalisée indique une valeur égale à - 9 mV.
 - Indiquer en le justifiant, dans quel bêcher l'eau a été ajoutée.
 - Déterminer la valeur de V_e .

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,25 points)

On dispose d'un générateur réel (G) qui peut être modélisé par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r .

Pour déterminer les caractéristiques E et r de ce générateur, on réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1. Il comporte, montés en série, le générateur (G), un condensateur de capacité C initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance $R = 40 \Omega$ et un interrupteur (K).

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle des tensions $u_{AM}(t)$ et $u_{BM}(t)$, on relie les entrées Y_A et Y_B d'un oscilloscope à mémoire numérique respectivement aux points A et B du circuit, tandis que sa masse est reliée au point M. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K). L'oscilloscope enregistre alors les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure 2.

- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension $u_{AM}(t)$ s'exprime par : $\tau \frac{du_{AM}(t)}{dt} + u_{AM}(t) = E$; avec τ la constante de temps du circuit, que l'on exprimera en fonction de R , r et C .
- a- Identifier parmi les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 , celle qui traduit l'évolution de la tension $u_{AM}(t)$. Justifier.
b- Déduire la valeur de la fem E du générateur (G).
- Montrer que la tension $u_{BM}(t)$ à l'instant $t = 0$, s'exprime par : $U_{BM_0} = \frac{R}{R+r}E$.
- En exploitant les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure 2, déterminer la valeur de :
 - la résistance interne r du générateur (G) ;
 - la constante de temps τ et déduire celle de la capacité C du condensateur.

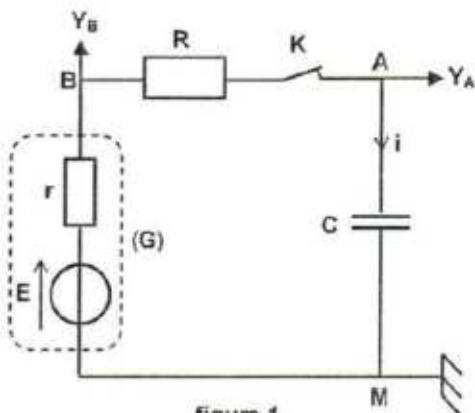
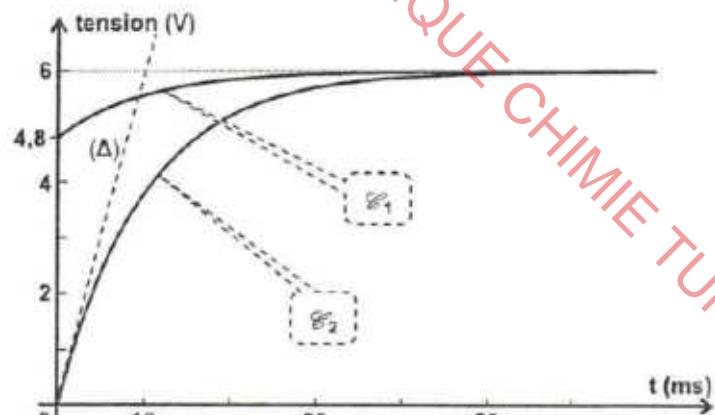


figure 1



(Δ) est la droite tangente à la courbe B_1 à l'instant $t = 0$.

figure 2

Exercice 2 (4,5 points)

Le circuit de la figure 3 comporte, montés en série, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance r , un conducteur ohmique de résistance $R = 30 \Omega$, un interrupteur (K) et un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ de valeur efficace constante $U = 8 \text{ V}$ et de fréquence N réglable.

À l'aide de ce circuit, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 :

La fréquence N du (GBF) est ajustée à une valeur $N_1 = 90 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur, un courant électrique oscillant à la fréquence N_1 s'établit dans le circuit. Deux voltmètres, l'un branché aux bornes du conducteur ohmique et l'autre aux bornes de la bobine indiquent respectivement les valeurs efficaces $U_R = 4,2 \text{ V}$ et $U_b = 8,4 \text{ V}$.

- 1- Dire si les oscillations du courant électrique dans le circuit sont libres ou forcées. Justifier.
- 2- Déterminer la valeur efficace I_1 de l'intensité du courant électrique traversant le circuit.
- 3- La figure 4 de la page 5/5 correspond à une construction de Fresnel inachevée, relative au circuit étudié à la fréquence N_1 . Dans cette construction, les vecteurs \vec{OP} et \vec{OQ} sont associés respectivement à la tension $u(t)$ et à la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.
 - a- Préciser en le justifiant, le caractère (capacitif, inductif ou résistif) du circuit.
 - b- Compléter, en respectant l'échelle adoptée, la construction de la figure 4 de la page 5/5, en représentant les vecteurs de Fresnel associés aux tensions $u_b(t)$ et $u_c(t)$ aux bornes respectivement, de la bobine et du condensateur.
 - c- Déduire les valeurs de r , L et C .

Expérience 2 :

On branche maintenant un voltmètre aux bornes du condensateur. En faisant varier la fréquence N du (GBF), on constate que la tension indiquée par le voltmètre prend une valeur maximale U_2 pour une valeur particulière N_2 de la fréquence N .

- 1- Nommer le phénomène dont le circuit est le siège à la fréquence N_2 .
- 2- Dire en le justifiant, si la fréquence N_2 est supérieure, inférieure ou égale à la fréquence propre N_0 du circuit.
- 3- On refait cette expérience en remplaçant le conducteur ohmique de résistance R par un autre de résistance $R' < R$. Suite à cette modification, le voltmètre indique une valeur maximale U'_2 pour une valeur N'_2 de la fréquence N du (GBF). Comparer N'_2 et U'_2 respectivement à N_2 et U_2 .

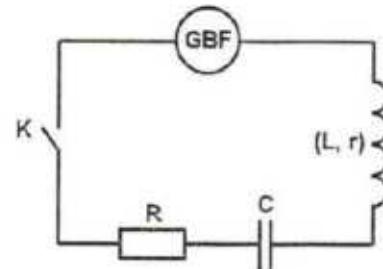


figure 3

Exercice 3 (3,25 points)

Étude d'un document scientifique

De la chimie au nucléaire, le bond de l'énergie

Lorsque quelques noyaux lourds (uranium 233, uranium 235, plutonium 239 ...) absorbent un neutron, ils sont tellement déstabilisés qu'ils se coupent, la plupart du temps, en deux fragments : c'est la fission nucléaire. On dit que ces noyaux sont fissiles. Le seul noyau fissile existant dans la nature est l'uranium 235, il est donc très souvent utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires. Lors du processus de fission, un certain nombre de neutrons sont éjectés et la somme des masses des fragments de fission et des nouveaux neutrons est inférieure à la somme des masses du noyau initial et du neutron qu'il a absorbé. À cette petite perte de masse correspond un énorme dégagement d'énergie : la fission d'un gramme d'uranium 235 produit ainsi plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole !

Après une fission, si les nouveaux neutrons rencontrent d'autres noyaux fissiles, ceux-ci peuvent à leur tour se fissioneer, donnant ainsi naissance à une réaction en chaîne. Si cette chaîne se développe exponentiellement, elle dégage très vite une énergie énorme : c'est le principe des bombes atomiques. Si le nombre de neutrons est maintenu constant, la réaction en chaîne est maîtrisée et l'énergie dégagée est stable : c'est ce que l'on réalise au sein du réacteur d'une centrale nucléaire.

Certains autres noyaux lourds ne sont pas fissiles mais, après absorption d'un neutron, ils se désintègrent par radioactivité bêta et leurs « petits-fils » qui en résultent sont fissiles. Ces noyaux, dits fertiles, sont le thorium 232 qui devient uranium 233, et l'uranium 238 qui devient plutonium 239. Bien que radioactifs, le thorium 232, de demi-vie $1,4 \cdot 10^{10}$ ans, et l'uranium 238, de demi-vie $4,5 \cdot 10^9$ ans, existant sur Terre depuis sa formation il y a 4,5 milliards d'années, sont toujours présents aujourd'hui.

D'après « www.encyclopedie-environnement.org »

1- En se référant au texte :

- a- indiquer la différence entre un noyau fissile et un noyau fertile ;
- b- préciser comment maîtrise-t-on la réaction de fission au sein du réacteur d'une centrale nucléaire ;
- c- expliquer pourquoi, bien que radioactifs, le thorium 232 et l'uranium 238, existant sur Terre depuis sa formation, sont toujours présents aujourd'hui.

2- Dans le réacteur d'une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium 235 (^{235}U) subissent différentes fissions : parmi lesquelles, l'une des plus fréquentes, donne le strontium 94 (^{94}Sr) et le xénon 140 (^{140}Xe).

- a- Déterminer le nombre de neutrons émis lors de cette réaction de fission.
- b- Calculer en Joule, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.
- c- En supposant que chacune des autres réactions de fission, qui peuvent avoir lieu dans le réacteur, libère une énergie égale à celle obtenue dans la question 2-b, vérifier que la fission d'un gramme d'uranium 235 produit plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole.

On donne :

Masses des noyaux : $m(^{235}\text{U}) = 234,99332 \text{ u}$; $m(^{94}\text{Sr}) = 93,89446 \text{ u}$; $m(^{140}\text{Xe}) = 139,88909 \text{ u}$.

masse d'un neutron : $m(n) = 1,00866 \text{ u}$.

Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

La combustion d'une tonne de pétrole libère une énergie : $W_{tp} = 42 \cdot 10^9 \text{ J}$.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

X

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2023)
Annexe à rendre avec la copie

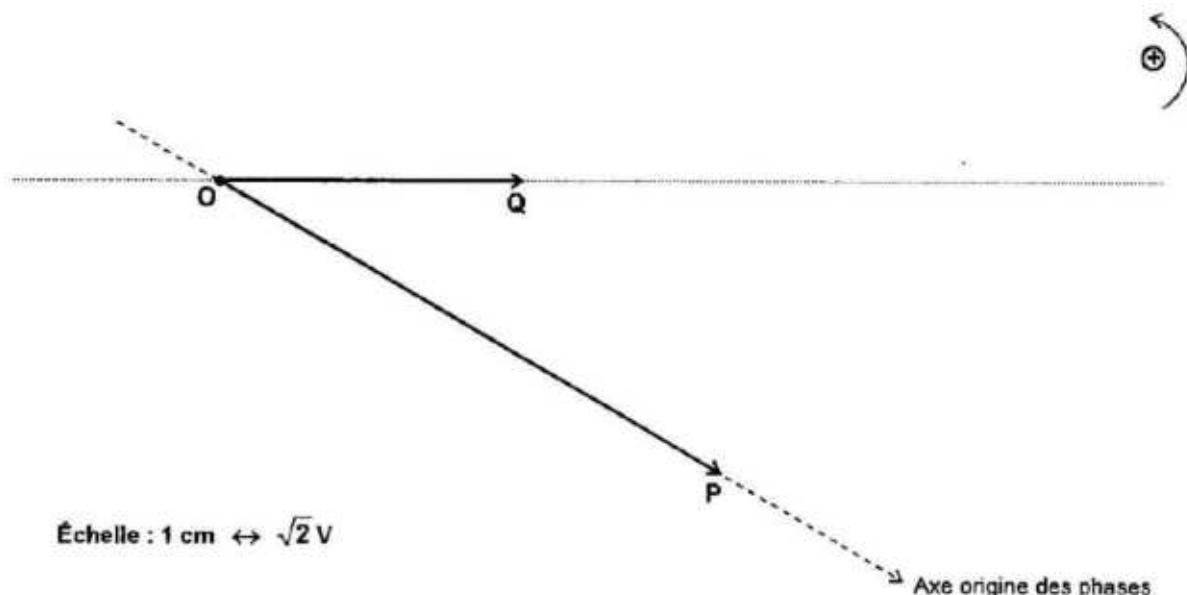


figure 4

Corrigé et barème de notation

CHIMIE (9 points)		
Exercice 1 (5 points)	Barème	
I- 1- Estérfication (0,25)	0,25	
2- (A) : $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$ (0,25) (B) : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (0,25)	0,5	2x0,25
II- 1-a- Pour inhiber la réaction (0,25) (0,25)	0,25	
b- Il joue le rôle de catalyseur (0,25) (Pour accélérer la réaction)	0,25	
2- $n_{\text{DA}} = \frac{P_{(\text{A})} V_{\text{A}}}{M_{(\text{A})}}$; AN: $n_{\text{DA}} = 0,18 \text{ mol}$; $n_{\text{DB}} = \frac{P_{(\text{B})} V_{\text{B}}}{M_{(\text{B})}}$; AN: $n_{\text{DB}} = 0,18 \text{ mol}$ (0,10)	0,75	0,5 + 0,25
$n_{\text{DA}} = n_{\text{DB}} = n$: le mélange initial est équimolaire; (0,25)		
$n_0 = \frac{n}{V}$; AN: $n_0 = 0,0173 \text{ mol}$ (0,25)		
3- a- Condenser les vapeurs des constituants du mélange afin d'éviter les pertes. (0,25)	0,25	
b- La différence est due à la présence de l'acide sulfurique (0,25)	0,25	
c- (0,10)	0,5	Un peu moins.
$(n_{\text{acides}})_0 = n_0 + n_{\text{acide sulfurique}} = CV_{E_0}$ (0,10)		
$(n_{\text{acides}})_t = (n_0 - x) + n_{\text{acide sulfurique}} = CV_{E_t} \Rightarrow CV_{E_0} - x = CV_{E_t}$	0,5	
soit: $x = C(V_{E_0} - V_{E_t})$ (0,25)		
d- $\tau_t = \frac{x}{x_{\text{max}}} = \frac{C(V_{E_0} - V_{E_t})}{n_0}$; AN: $\tau_t = 0,66$ (0,25)	0,75	3x0,25
$\tau_t < 1$ donc la réaction d'estérfication est limitée. (0,25)		
e- La réaction est lente. (0,25)	0,25	
4- a- (0,25) <i>double flèche</i>		
$\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{Cl} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \longrightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{O-CH}_2\text{-CH}_3$ (0,5)		
ou		
$\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{O-C}(=\text{O})\text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{O-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{OH}$ (0,5)		
b- Totale et rapide. (0,5)	0,5	2x0,25

Exercice 2 (4 points)	Barème	
1- $\text{Co}|\text{Co}^{2+}(\text{C}_1)||\text{Ni}^{2+}(\text{C}_2)|\text{Ni}$ (0,25) <i>donnez les</i> <i>potentiels</i> <i>à</i> <i>l'unité</i> <i>Volt</i>	0,25	
2- a- $E^{\circ} = 0,03 \log K$ A.N : $E^{\circ} = 0,02 \text{ V}$ (0,1) <i>donc Co est plus réducteur que Ni</i>	0,5	2x0,25
b- $E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} - E^{\circ}_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} > 0 \Rightarrow E^{\circ}_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} > E^{\circ}_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}$; d'où Co est plus réducteur que Ni (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	
3- a- $\text{Ni}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ni}$ et $\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e$ (0,1)	0,5	2x0,25
b- $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$ (0,1)	0,25	
c- $\begin{array}{ccccc} \text{Co} & + & \text{Ni}^{2+} & \xrightarrow{\text{ }} & \text{Co}^{2+} + \text{Ni} \\ t=0 & & \text{C}_2 & & \text{C}_1 \\ & & & & \text{mol.L}^{-1} \end{array}$ <i>double flèche acceptée</i>		
$t_1 \quad \begin{array}{ccc} \text{C}_2 - y_1 & & \text{C}_1 + y_1 \\ & & \text{mol.L}^{-1} \end{array}$ (0,1) <i>donc</i> $K = \frac{[\text{Co}^{2+}]_{t_1}}{[\text{Ni}^{2+}]_{t_1}} = \frac{\text{C}_1 + y_1}{\text{C}_2 - y_1}$; donc $\text{C}_2 = \frac{\text{C}_1 + (K+1)y_1}{K}$ (0,1) ; A.N: $\text{C}_2 = 9,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,75	0,5+0,25
4- a- $E < 0 \Rightarrow \pi_{t_2} = \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]} \text{ (initiallement égale à K) a augmenté, donc } [\text{Ni}^{2+}] \text{ a diminué ;}$ <i>donc</i> <i>on a ajouté de l'eau dans le bêcher (2).</i> (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	
b- $E = E^{\circ} - 0,03 \log \pi_{t_2} \Rightarrow \pi_{t_2} = 10^{\frac{E-E^{\circ}}{0,03}} = 9,26 = 2K$ (0,1) <i>donc</i> $[\text{Ni}^{2+}]_{t_2} = \frac{1}{2} [\text{Ni}^{2+}]_t \Rightarrow V_t = V_2 + V_e = 2V_2 \Rightarrow V_e = V_2 = 100 \text{ mL}$	0,75	0,5+0,25
ou encore: $\pi_{t_2} = \frac{[\text{Co}^{2+}]_{t_2}}{[\text{Ni}^{2+}]_{t_2}} = \frac{\text{C}_1 + y_1}{(\text{C}_2 - y_1)V_2} ; \text{ soit: } V_e = \left(\pi_{t_2} \cdot \frac{\text{C}_2 - y_1}{\text{C}_1 + y_1} - 1 \right) V_2 ; \text{ A.N: } V_e = 99,6 \text{ mL}$ (0,1) <i>à l'unité</i>		
PHYSIQUE (11 points)		
Exercice 1 (3,25 points)	Barème	
1- Schéma fléché (0,1)		
$u_{\text{BM}}(t) = u_{\text{AM}}(t) + u_{\text{BA}}(t) \Rightarrow u_{\text{AM}}(t) + (R+r)i(t) = E$, or $i(t) = C \frac{du_{\text{AM}}(t)}{dt}$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,75	3x0,25
d'où $(R+r)C \frac{du_{\text{AM}}(t)}{dt} + u_{\text{AM}}(t) = E$; soit: $\tau \frac{du_{\text{AM}}(t)}{dt} + u_{\text{AM}}(t) = E$; avec $\tau = (R+r)C$. (0,1) <i>à l'unité</i>		
2- a- Le condensateur étant initialement déchargé, donc c'est la courbe C ₂ qui traduit l'évolution de $u_{\text{AM}}(t)$. (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	2x0,25
b- En régime permanent, $\frac{du_{\text{AM}}(t)}{dt} = 0 \Rightarrow u_{\text{AM}}(t) = E = 6 \text{ V}$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	2x0,25
3- À $t = 0$, $u_{\text{BM}}(0) = u_{\text{AM}}(0) + u_{\text{BA}}(0) = Ri_0$; avec $i_0 = \frac{E}{R+r}$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	
soit: $u_{\text{BM}}(0) = U_{\text{BM}} = \frac{R}{R+r}E$ (0,1) <i>à l'unité</i>		
4- a- $U_{\text{BM}} = \frac{R}{R+r}E$; d'où $r = \frac{E - U_{\text{BM}}}{U_{\text{BM}}R}$; A.N: $r = 10 \Omega$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	2x0,25
b- $\tau = 10 \text{ ms} ; C = \frac{\tau}{R+r} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ F}$ (0,1) <i>à l'unité</i>	0,5	2x0,25

Exercice 2 (4,5 points)	Barème	
Expérience 1:		
1- Forcées. Le courant électrique oscille à la fréquence imposée par le GBF.	0,5	2x0,25
2- $I_i = \frac{U_i}{R}$ AN: $I_i = 0,14 \text{ A}$.	0,5	2x0,25
3- a- L'intensité du courant électrique i est en avance de phase par rapport à la tension u . D'où le circuit est capacitif.	0,5	1x0,25
b- Voir feuille annexe.	0,5	
c-		
- $ri\sqrt{2} = 2,8\sqrt{2} \text{ V} \Rightarrow r = \frac{2,8}{i} = 20 \Omega$	0,15	1x0,15
- $2\pi N_i L i\sqrt{2} = 7,9\sqrt{2} \text{ V} \Rightarrow L = \frac{7,9}{2\pi N_i i} = 0,1 \text{ H}$	0,15	0,135
- $\frac{i\sqrt{2}}{2\pi N_i C} = 11,9\sqrt{2} \text{ V} \Rightarrow C = \frac{i}{2\pi N_i 11,9} = 20,8 \mu\text{F}$	0,15	21) 0,135
Expérience 2:		
1- Résonance de charge.	0,15	0,25
2- $N_2 < N_0$; la résonance de charge se produit à une fréquence inférieure à celle de la résonance d'intensité.	0,15	0,25
3- $N'_2 > N_2$ et $U'_2 > U_2$.	0,15	2x0,25
Exercice 3 (3,25 points)	Barème	
1- a- Un noyau fissile subit lui-même la fission, alors qu'un noyau fertile, c'est son petit-fils qui subit cette réaction.	0,5	Tout bon
b- Maintenir constant le nombre de neutrons.	0,15	
c- Les valeurs des périodes radioactives de ces deux éléments sont \geq à l'âge de la terre.	0,5	
2- a- ${}_0^1 n + {}^{235}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{94}_{38} \text{Sr} + {}^{140}_{54} \text{Xe} + x {}_0^1 n$: $x=2$	0,5	0,5
b- $W = |\Delta m| \cdot c^2$; avec $|\Delta m| = m(n) + m(U) - (m(Sr) + m(Xe) + 2m(n)) = 0,20111 \text{ u}$ $W = 0,20111 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} = 3 \cdot 10^{-11} \text{ J}$	0,75	0,25+0,5
c- $W_{\text{b}} = 3 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{10^3}{234,99332 \cdot 1,66055 \cdot 10^{-27}} = 7,7 \cdot 10^{10} \text{ J} > W_{\text{p}}$	0,75	0,5+0,25

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance : _____

~~Signatures des surveillants~~

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales

Session principale (2023)

Session principale (2023)

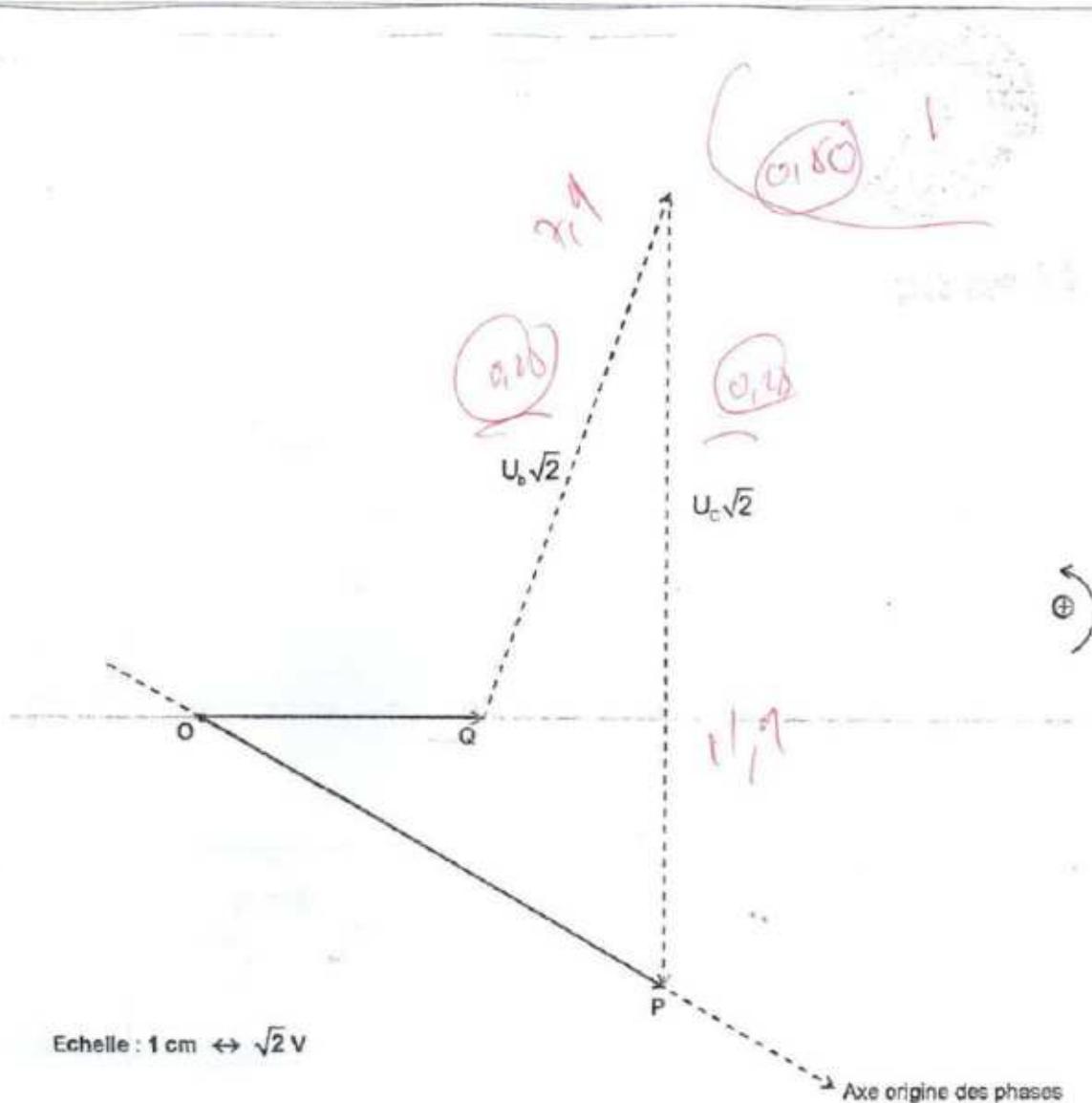
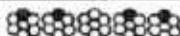


figure 4

N° d'inscription



Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5

Chimie (9 points)

Exercice 1 (5 points)

On se propose d'étudier la cinétique de l'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$. réaction lente, totale et symbolisée par l'équation chimique : $2 I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2 SO_4^{2-}$ (1).

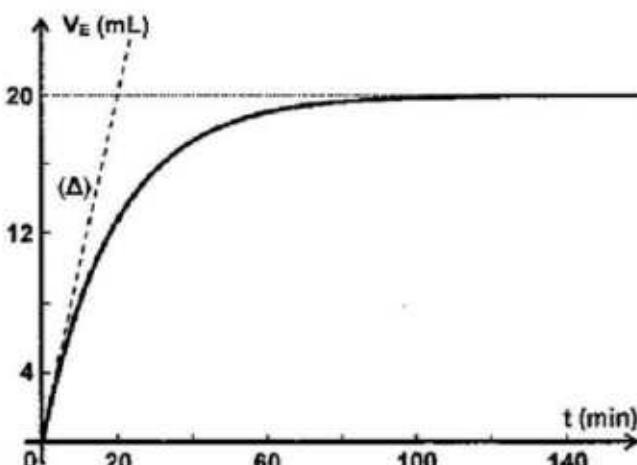
Pour ce faire, on réalise à une température constante θ , un mélange (M) contenant à l'instant $t = 0$:

- un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium KI de concentration molaire C_1 ;
- un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_2) de peroxydisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire C_2 .

À différents instants de dates t , on prélève un volume V_E de ce mélange, que l'on dilue immédiatement avec de l'eau glacée, puis on dose en présence d'empois d'amidon, le diiode formé par une solution aqueuse (S_0) de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$ de concentration molaire $C_0 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. On désigne par V_E , le volume de la solution (S_0) ajoutée à l'équivalence.

La réaction de dosage, rapide et totale, a pour équation : $I_2 + 2 S_2O_3^{2-} \rightarrow 2 I^- + S_4O_6^{2-}$ (2).

Les mesures effectuées ont permis de tracer la courbe de la figure 1 et la courbe de la figure 2, traduisant respectivement, l'évolution du volume V_E au cours du temps et l'évolution de la concentration des ions iodure I^- en fonction de V_E .



(Δ) est la droite tangente à la courbe $V_E = f(t)$ à l'instant $t = 0$.

figure 1

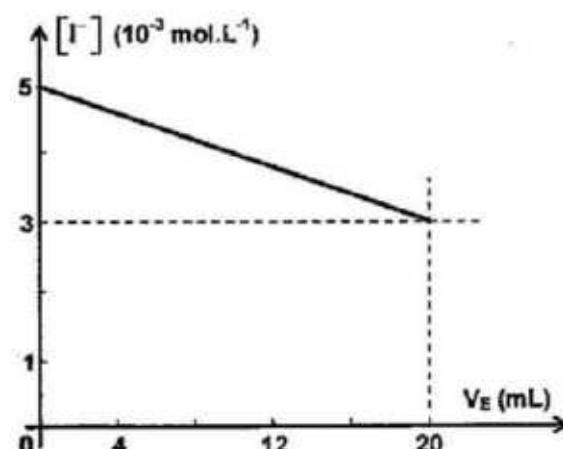


figure 2

1- a- Dire pourquoi dilue-t-on immédiatement le prélèvement avec de l'eau glacée avant de procéder au dosage.

b- Indiquer si l'empois d'amidon permet de catalyser la réaction ou de repérer l'équivalence.

2- Montrer que la concentration du diiode dans le mélange (M) à un instant de date t est donnée par la relation : $[I_2] = \frac{C_0 V_E}{2 V_p}$.

3- a- Déduire qu'à un instant de date t , la concentration des ions iodure I^- dans le mélange (M) s'exprime par

la relation : $[I^-] = \frac{C_1}{2} - \frac{C_0}{V_p} V_E$.

- b- En exploitant les courbes de la figure 1 et de la figure 2 :
- b₁- déterminer la valeur de la concentration C_1 et celle du volume V_p ;
- b₂- montrer que $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant et déduire la valeur de C_2 .
- 4- a- Montrer que la vitesse volumique de la réaction (1) à un instant t est donnée par : $v(t) = \frac{C_0}{2V_p} \frac{dV_E}{dt}$.
- b- Déterminer la valeur de cette vitesse à l'instant $t = 0$.
- 5- On refait l'expérience précédente dans les mêmes conditions mais, en ajoutant au mélange initial (M) un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'eau distillée prise à la même température θ .
- a- Préciser en le justifiant, si la vitesse de la réaction (1) à l'instant $t = 0$ est supérieure, inférieure ou égale à celle trouvée dans la question 4- b.
- b- Déterminer dans cette nouvelle expérience, la concentration des ions iodure I^- à la fin de la réaction.

Exercice 2 (4 points)

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

À l'aide d'une solution aqueuse (S_A) d'un monoacide faible AH de concentration molaire C et d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium (NaOH), de même concentration molaire C , on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : dans un bêcher contenant un volume $V_A = 12 \text{ mL}$ de la solution (S_A), on verse progressivement la solution (S_B) contenue dans une burette graduée, et à l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) ajoutée.

Expérience 2 : à un volume $V_A = 12 \text{ mL}$ de la solution (S_A), on ajoute un volume V_0 d'eau distillée ; on obtient alors une solution (S'_A) de volume $(V_A + V_0)$. Puis, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel lors de l'ajout de la solution (S_B).

Quelques résultats obtenus lors de ces deux expériences, sont consignés dans le tableau suivant :

	$V_B \text{ (mL)}$	0	6	12	20
Expérience 1	pH	2,90	4,80	8,75	12,40
Expérience 2	pH	3,25	4,80	8,51	12,00

On supposera que l'acide AH est faiblement ionisé dans les solutions (S_A) et (S'_A).

- Justifier que dans les deux expériences, le volume de la solution (S_B) ajoutée à l'équivalence est : $V_{BE} = 12 \text{ mL}$.
- En exploitant le tableau ci-dessus déterminer :
 - la valeur du pK_a du couple AH/A⁺ ;
 - la valeur de C .
- Écrire l'équation de la réaction qui se produit entre l'acide AH et l'hydroxyde de sodium. Montrer que cette réaction est totale.
- a- Nommer dans l'expérience 1, la solution obtenue pour $V_B = 6 \text{ mL}$.
b- Dégager à partir des expériences 1 et 2, une propriété caractérisant cette solution.
- Déterminer de deux manières différentes, la valeur de V_0 .

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,5 points)

Pour étudier l'établissement du courant dans un dipôle RL, on réalise trois expériences avec le circuit schématisé sur la figure 3. Ce circuit comporte, montés en série, un générateur idéal de tension de fem E , un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance L et de résistance r et un interrupteur (K).

Les valeurs de E et R sont réglables.

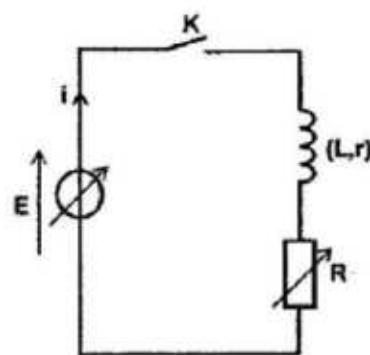


figure 3

Expérience 1 : on prendra : $E = E_1 = 6 \text{ V}$ et $R = R_1 = 85 \Omega$.

À un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur (K) et à l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant électrique traversant le circuit en fonction du temps. La courbe ainsi obtenue est représentée sur la **figure 4 de la page 5/5**.

- 1- Cette expérience montre que l'établissement d'un courant continu dans un dipôle RL n'est pas instantané.
 - Nommer le phénomène physique mis en évidence par cette expérience.
 - Préciser parmi la bobine et le conducteur ohmique, le dipôle qui est responsable de ce phénomène.
- 2- En exploitant la courbe de la **figure 4 de la page 5/5**, déterminer la valeur de :
 - l'intensité I , du courant électrique traversant le circuit en régime permanent ;
 - la constante de temps τ_i du circuit.
- 3- Déduire les valeurs de r et L .

Expériences 2 et 3 :

On refait l'expérience précédente en modifiant dans l'**expérience 2**, la valeur de E (en gardant $R = R_1$) et dans l'**expérience 3**, la valeur de R (en gardant $E = E_1$), et on enregistre à chaque fois, l'évolution temporelle de l'intensité du courant électrique traversant le circuit. Les courbes \mathcal{C}_a et \mathcal{C}_b obtenues sont représentées sur la **figure 5 de la page 5/5**.

- 1- Identifier parmi les courbes \mathcal{C}_a et \mathcal{C}_b , celle qui correspond à l'**expérience 2**. Justifier.
- 2- Déterminer les nouvelles valeurs de E et R .

Exercice 2 (4,5 points)

Le pendule élastique de la **figure 6** est constitué d'un solide (**S**) de masse m , relié à l'une des extrémités d'un ressort (**R**) à spires non jointives, d'axe horizontal, de raideur k et de masse négligeable. L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe.

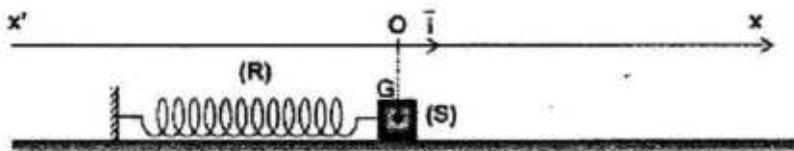


figure 6

À l'équilibre, le centre d'inertie **G** de (**S**) coïncide avec l'origine **O** du repère (O, \vec{i}) de l'axe $x'x$.

On réalise avec le pendule élastique de la **figure 6**, les deux expériences suivantes :

Expérience 1 :

Les forces de frottements sont considérées comme négligeables.

On écarte le solide (**S**) de sa position d'équilibre jusqu'à un point **A** d'abscisse $x_A = 1 \text{ cm}$ puis, on l'abandonne à l'instant $t = 0$ avec une vitesse $v_0 < 0$. Le solide (**S**) se met alors à osciller de part et d'autre du point **O**.

On désigne par $x(t)$ et $v(t)$ respectivement, l'elongation et la vitesse de **G** à un instant de date t .

Les oscillations de **G** sont régies par l'équation différentielle : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{k}{m} x(t) = 0$; cette équation admet

une solution de la forme : $x(t) = X_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi_x\right)$; où X_{\max} , ϕ_x et T_0 désignent respectivement l'amplitude, la phase initiale et la période propre du mouvement de **G**.

- 1- Établir l'expression de T_0 en fonction de k et m .
- 2- Les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la **figure 7 de la page 5/5** traduisent l'évolution au cours du temps, de l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ du solide (**S**) et de l'énergie potentielle $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ du système $\{(S) + (R)\}$.
 - Justifier que la courbe \mathcal{C}_2 correspond à E_p .
 - En exploitant les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 :
 - vérifier que $T_0 = 0,5 \text{ s}$;
 - déterminer la valeur de la raideur k du ressort. En déduire celle de la masse m du solide (**S**) ;
 - déterminer les valeurs de v_0 et X_{\max} .
- 3- Déterminer la valeur de la phase initiale ϕ_x du mouvement de **G**.

Expérience 2 :

Dans cette expérience, on équipe le solide (**S**) d'un arceau très léger supportant une palette de masse négligeable qui plonge dans une cuve contenant un liquide visqueux. Au cours de son mouvement, le solide est alors soumis à des frottements de types visqueux dont la résultante est $\vec{f} = -h\vec{v}$; où h est le coefficient de frottement.

Pour trois valeurs de h ($h_1 = 0,15 \text{ kg.s}^{-1}$, $h_2 = 0,4 \text{ kg.s}^{-1}$, $h_3 = 4 \text{ kg.s}^{-1}$), on enregistre dans les mêmes conditions, l'évolution temporelle de l'élargissement $x(t)$ du centre d'inertie **G** de (**S**). On obtient les enregistrements (a), (b) et (c) représentés sur la **figure 8 de la page 5/5**.

- 1- Attribuer à chaque enregistrement la valeur du coefficient de frottement qui lui correspond.
- 2- Indiquer parmi les trois enregistrements (a), (b) et (c), celui (ou ceux) qui correspond (ent) à un régime pseudopériodique.

Exercice 3 (3 points)

Étude d'un document scientifique

Le son... une onde qui se propage

Le son se propage comme une onde : l'air vibre, mais en moyenne, reste sur place, alors que l'onde, c'est-à-dire le mouvement, se propage de proche en proche sur de grandes distances. On compare souvent ce phénomène à la propagation d'une perturbation dans une chaîne de masses et de ressorts : en oscillant, une masse comprime et relâche les ressorts contigus ainsi que les masses suivantes ; ces oscillations se transmettent ainsi de proche en proche. Toutefois, ce modèle est discret, alors que l'air est un milieu continu, au moins à l'échelle macroscopique, et l'image d'un ressort long, ayant une certaine masse par unité de longueur, est plus pertinente.

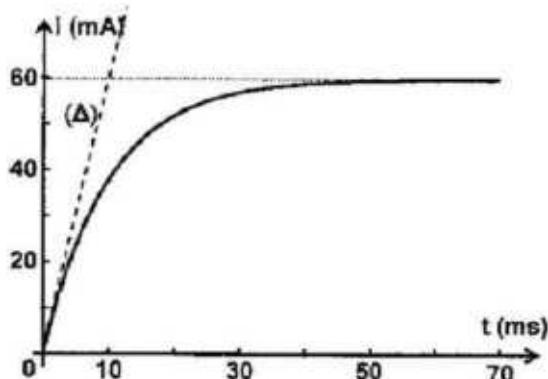
Le son est donc un exemple d'onde, comme la lumière. Pourtant, ils diffèrent par un aspect fondamental : alors que la lumière se propage dans le vide, le son a besoin d'un support matériel pour se propager, fluide (gaz ou liquide) ou solide. C'est pour cette raison que les explosions dans l'espace sont inaudibles... Ajoutons que les mouvements (oscillants) du fluide se font dans la direction de propagation...

Dans l'air, à 20°C , la célérité du son est d'environ 340 m.s^{-1} ; à 30°C elle est d'environ 349 m.s^{-1} . Dans l'eau, le son se propage plus de 4 fois plus vite que dans l'air, c'est-à-dire à environ de 1480 m.s^{-1} à 20°C . Dans les solides, c'est encore plus vite....

Si un son est caractérisé par la ou les fréquences qu'il contient, il l'est aussi par les longueurs d'onde qui leur correspondent et qui ne sont autre chose que la distance parcourue par le son pendant une période.

D'après « Dossier Pour la Science n°32, juillet - octobre 2001 »

- 1- Relever du texte un passage qui montre que :
 - la propagation du son s'effectue sans transport de matière ;
 - le son est une onde mécanique ;
 - le son se propage comme une onde longitudinale.
- 2- Préciser pourquoi les explosions dans l'espace sont-elles inaudibles.
- 3- Dégager à partir du texte, deux facteurs dont dépend la célérité du son.
- 4- a- Déterminer à 20°C , les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , respectivement dans l'air et dans l'eau, d'une onde sonore de fréquence $N = 1000 \text{ Hz}$.
b- Déduire si l'on peut vraiment caractériser un son par sa longueur d'onde comme il est indiqué dans le texte.



(Δ) est la droite tangente à la courbe $i = f(t)$ à l'instant $t = 0$

figure 4

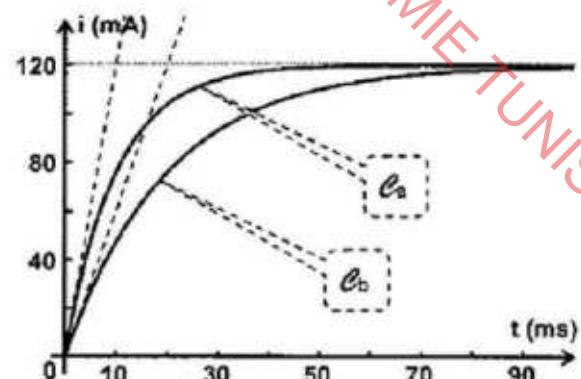


figure 5

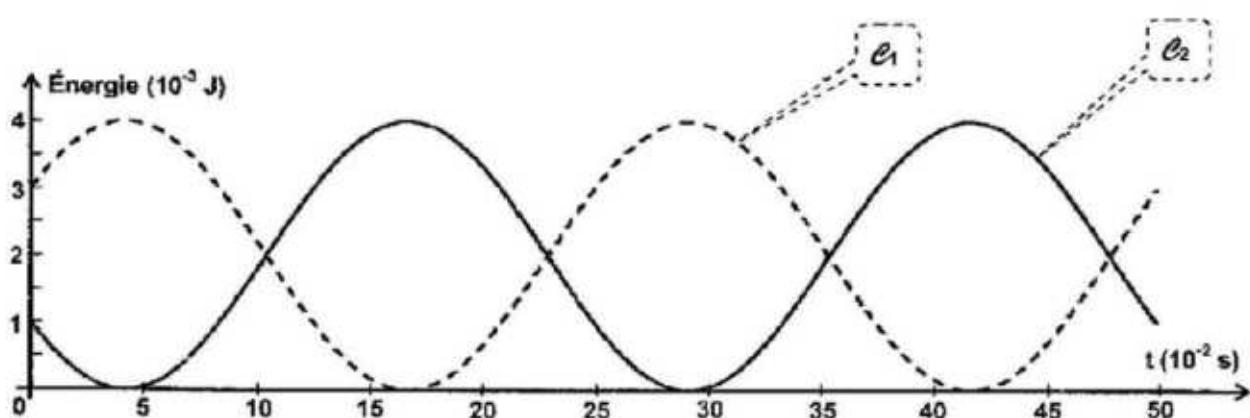
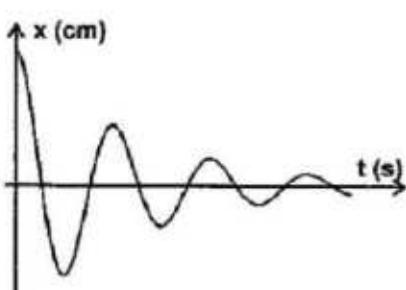
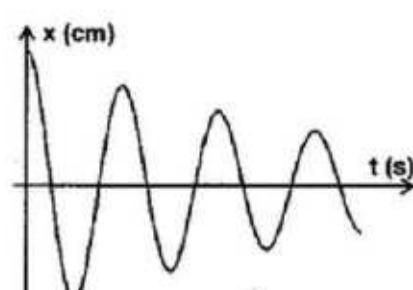


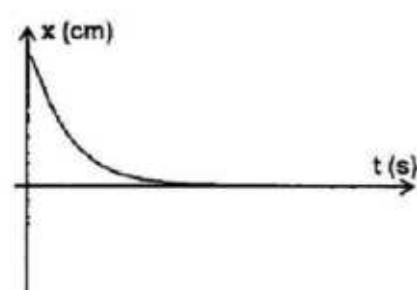
figure 7



Enregistrement (a)



Enregistrement (b)



Enregistrement (c)

figure 8

Corrigé et barème de notation

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (5 points)	Barème	
1- a- Bloquer la réaction.	0,25	
b- Repérer l'équivalence.	0,25	
2- À l'équivalence : $n(I_2) = \frac{1}{2}n(S_2O_8^{2-}) = \frac{1}{2}C_0V_E$; soit : $[I_2] = \frac{C_0V_E}{2V_p}$	0,5	2023
3-a- $[I] = [I]_0 - 2[I_2]$, avec $[I]_0 = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_1}{2}$; soit : $[I] = \frac{C_1}{2} - \frac{C_0V_E}{2V_p}$	0,5	
3-b- b ₁ - $\frac{C_1}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$; soit : $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $\frac{C_0}{V_p} = \frac{\Delta [I]}{\Delta V_E} = -0,1 \text{ mol.L}^{-2}$; soit : $V_p = 10 \text{ mL}$.	1	4x0,25
b ₂ - À la fin de la réaction : $[I] \neq 0$, donc $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant.	0,75	0,25 2x0,25
$[S_2O_8^{2-}]_f = \frac{C_2}{2} - [I_2]_f = 0$; soit : $C_2 = \frac{C_0(V_E)}{V_p}$; AN: $C_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.		
4- a- $v(t) = \frac{d[I_2]}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{C_0V_E}{2V_p} \right) = \frac{C_0}{2V_p} \frac{dV_E}{dt}$.	0,5	2x0,25
b- À $t = 0$, $v = \frac{10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 20} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.	0,25	
5- a- La vitesse de la réaction (1) à $t = 0$ est inférieure à celle trouvée dans la question 4-b, à cause de la diminution de la concentration des réactifs.	0,5	
b- $[I]_{2t} = \frac{[I]_0(V_1 + V_2)}{V_1 + V_2 + V}$ A.N: $[I]_{2t} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$.	0,5	2x0,25
Exercice 2 (4 points)	Barème	
1- Dans les deux expériences, on a utilisé la même quantité n_A d'acide. À l'équivalence : $n_A = n_{BE}$ d'où $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$; or $C_A = C_B$ donc $V_A = V_{BE} = 12 \text{ mL}$.	0,75	0,25+0,5
2- a- À la demi-équivalence, $\text{pH} = \text{p}K_a = 4,8$.	0,5	2x0,25
b- $\text{pH}_i = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C)$ d'où $C = 10^{\text{p}K_a - 2\text{pH}_i}$; AN: $C = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.	0,5	2x0,25
3- $\text{AH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$ $K = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}][\text{OH}^-]} = \frac{K_a}{K_b} = 10^{\text{p}K_a - \text{p}K_b} = 10^{0,2} \gg 10^4$: la réaction est totale.	0,75	0,25+0,5

4- a- Solution tampon.	0,25
b- Le pH de cette solution ne varie pas par dilution modérée.	0,25
5-	
- $V_B = 0$:	
$C' = 10^{pK_a - 2pH} = \frac{CV_A}{V_A + V_e}$; soit: $V_e = V_A (C10^{(2pH - pK_a)} - 1)$; AN: $V_e = 48 \text{ mL}$.	
- $V_B = 12 \text{ mL}$:	
$pH_e = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log \frac{CV_e}{V_A + V_B + V_e})$;	1 4x0,25
soit: $V_e = \frac{CV_A}{10^{2pH_e - pK_a - pK_e}} - (V_A + V_B)$; AN: $V_e = 48,3 \text{ mL}$.	
- $V_B = 20 \text{ mL}$	
$[\text{OH}^-] = \frac{C(V_B - V_A)}{V_A + V_B + V_e} = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$;	
soit: $V_e = \frac{C(V_B - V_A)}{10^{pH_e - pK_a}} - (V_A + V_B)$; AN: $V_e = 48 \text{ mL}$	
PHYSIQUE (11 points)	
Exercice 1 (3,5 points)	Barème
Expérience 1 :	0,25
1- a- Auto-induction.	
b- La bobine.	0,25
2- a- $I_1 = 60 \text{ mA}$.	0,25
b- $\tau_1 = 10 \text{ ms}$.	0,25
3- $E_1 = (R_1 + r)I_1$; soit: $r = \frac{E_1}{I_1} - R_1$; AN: $r = 15 \Omega$.	1 4x0,25
$\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$ donc $L = (R_1 + r)\tau_1$; AN: $L = 1 \text{ H}$.	
Expériences 2 et 3 :	0,5 2x0,25
1- La courbe \mathcal{C}_1 correspond à l'expérience 2, puisque r conserve la même valeur.	
2- $\frac{I_2}{I_1} = \frac{E_2}{E_1} = 2$ d'où $E_2 = 2E_1$ AN: $E_2 = 12 \text{ V}$.	1 4x0,25
$\frac{\tau_3}{\tau_1} = \frac{R_3 + r}{R_1 + r} = 2$ par suite $R_3 = \frac{R_1 + r}{2}$; AN: $R_3 = 35 \Omega$	
Exercice 2 (4,5 points)	Barème
Expérience 1 :	
1- $x(t)$ est une solution de l'équation différentielle d'où: $-\frac{4\pi^2}{T_0^2}x(t) + \frac{k}{m}x(t) = 0$	0,5
par suite $-\frac{4\pi^2}{T_0^2} + \frac{k}{m} = 0$; soit: $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.	
2- a- À partir de $t = 0$, x décroît ($v_0 < 0$) ; donc $E_p(t)$ décroît, ce qui correspond à la courbe \mathcal{C}_2	0,25



2023 édition 06

b- $T_0 = 2T = 2 \times 25 \cdot 10^{-2} = 0,5 \text{ s.}$

$$E_p(A) = \frac{1}{2} k x_A^2 ; k = \frac{2E_p(A)}{x_A^2} ; \text{AN: } k = 20 \text{ N.m}^{-1}.$$

$$m = \frac{T_0^2}{4\pi^2} k ; \text{AN: } m = 0,127 \text{ kg.}$$

$$E_c(A) = \frac{1}{2} m v_0^2 ; v_0 = -\sqrt{\frac{2E_c(A)}{m}} ; \text{AN: } v_0 = -0,22 \text{ m.s}^{-1}.$$

$$E_{p_{\max}} = \frac{1}{2} k X_{\max}^2 \text{ d'où } X_{\max} = \sqrt{\frac{2E_{p_{\max}}}{k}} ; \text{AN: } X_{\max} = 0,02 \text{ m.}$$

3- À $t=0$, $x = X_{\max} \sin(\phi_x) = x_A$ d'où $\sin(\phi_x) = \frac{x_A}{X_{\max}} = 0,5$

or $v_0 < 0$, donc $\cos(\phi_x) < 0$. Soit: $\phi_x = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$

0,25
2x0,25
0,25
2x0,25
2x0,25

Expérience 2:

1- $h_1 \rightarrow (b)$; $h_2 \rightarrow (a)$; $h_3 \rightarrow (c)$

0,75 3x0,25

2- (a) et (b)

0,5 2x0,25

Exercice 3 (3 points)

Barème

- 1-
- L'air vibre, mais en moyenne, reste sur place, alors que l'onde, c'est-à-dire le mouvement, se propage de proche en proche sur de grandes distances.
 - Le son a besoin d'un support matériel pour se propager.
 - Les mouvements (oscillants) du fluide se font dans la direction de propagation.

2- L'espace est dépourvu de matière.

0,5

3- Température et nature du milieu.

0,5 2x0,25

4- a- $\lambda = \frac{v}{N}$; AN: $\lambda_1 = 0,34 \text{ m}$ et $\lambda_2 = 1,48 \text{ m.}$

0,75 3x0,25

b- On ne peut pas caractériser un son par sa longueur d'onde car celle-ci dépend de la nature du milieu de propagation.

0,5

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

♦CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions sont considérées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_w = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On considère une solution aqueuse (S) d'un monoacide faible AH de concentration molaire C_a et de pH donné. On suppose que le monoacide AH est faiblement ionisé dans (S). On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction du monoacide AH avec l'eau dans (S).

I/ 1) Écrire l'équation de la réaction du monoacide AH avec l'eau.

2) Montrer que $pH = \log\left(\frac{\tau_f}{K_a}\right)$; avec K_a la constante d'acidité du couple AH / A⁻.

II/ On dispose maintenant de deux solutions aqueuses (S₁) et (S₂) de concentrations molaires respectives C_{a1} et C_{a2} et contenant respectivement les monoacides A₁H et A₂H. On effectue séparément le dosage d'un même volume $V_a = 10$ mL de chacune des deux solutions (S₁) et (S₂) par une même solution aqueuse (S_b) d'hydroxyde de sodium (monobase forte) de concentration molaire C_b . On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

	(S ₁)			(S ₂)		
	État initial	État de demi-équivalence	État d'équivalence	État initial	État de demi-équivalence	État d'équivalence
Volume V_b de (S _b) versé en mL	0	10	20	0	10	20
pH du mélange (S ₁₊₂ + S _b)	2,4	3,8	8,2	2,9	4,8	8,7

1) En exploitant le tableau :

a- justifier que les deux monoacides A₁H et A₂H sont faibles ;

b- montrer que $C_{a1} = C_{a2}$;

c- préciser en le justifiant, les valeurs de pK_{a1} et de pK_{a2} relatives respectivement aux couples A₁H / A₁⁻ et A₂H / A₂⁻.

2) Comparer les forces relatives des monoacides A₁H et A₂H.

3) Les monoacides A₁H et A₂H sont faiblement ionisés respectivement dans (S₁) et dans (S₂). On désigne par τ_{11} et τ_{12} les taux d'avancement finaux respectifs de la réaction de A₁H avec l'eau dans (S₁) et de celle de A₂H avec l'eau dans (S₂).

a- Déterminer les valeurs de τ_{11} et τ_{12} .

b- Justifier que les valeurs trouvées confirment la réponse à la question II-2).

4) Déterminer la valeur de C_{a1} et déduire celle de C_b .

Exercice 2 (4,5 points)

À 25 °C, on réalise une pile électrochimique (P) à l'aide des deux demi-piles (A) et (B) suivantes :

- la demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame de cobalt (Co) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de cobalt(II) ($Co^{2+} + SO_4^{2-}$) de volume V_1 et de concentration molaire C_1 ;

- la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame de nickel (Ni) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de nickel(II) ($\text{Ni}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume V_2 et de concentration molaire $C_2 = \frac{C_1}{\alpha}$; avec α un réel strictement positif.

Le potentiel standard d'électrode du couple redox Co^{2+}/Co est $E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^{\circ} = -0,28 \text{ V}$.

1) a- Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).

b- Exprimer la fem initiale E_i de la pile (P) en fonction de sa fem standard E° et α .

2) Les volumes V_1 et V_2 sont considérés constants. Pour différentes valeurs des concentrations C_1 et C_2 , on mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale E_i de la pile correspondante. Les mesures réalisées ont permis de tracer la courbe de la figure 1 représentant l'évolution de E_i en fonction du logarithme décimal de α : $\log(\alpha)$.

a- Déterminer graphiquement la valeur de E° .

b- Déduire :

b₁- la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P) ;

b₂- la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^{\circ}$ du couple Ni^{2+}/Ni .

c- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples Co^{2+}/Co et Ni^{2+}/Ni .

3) On considère maintenant la pile (P₁) pour laquelle $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $\log(\alpha) = -0,3$. On relie les bornes de cette pile à un circuit extérieur comportant, montés en série, un ampèremètre (A), un conducteur ohmique et un interrupteur (K₁). À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K₁).

a- En exploitant la courbe de la figure 1, préciser la valeur de la fem initiale E_{i1} de la pile (P₁).

b- Écrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P₁) débite du courant électrique dans le circuit extérieur.

c- Après une durée suffisante de fonctionnement de la pile (P₁), l'ampèremètre indique une intensité nulle du courant électrique. Dans ces conditions, l'avancement final de la réaction est $x_f = 7,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et la concentration finale en ions Ni^{2+} est $[\text{Ni}^{2+}]_f = 2,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

c₁- Déterminer la concentration finale en ions Co^{2+} : $[\text{Co}^{2+}]_f$.

c₂- Montrer que $V_1 = V_2 = 100 \text{ mL}$.

Durant toute l'expérience, on négligera la variation de volumes et on supposera qu'aucune lame ne sera complètement consommée.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

Le circuit électrique de la figure 2 comporte, montés en série :

- une bobine (B) d'inductance L et de résistance r ;
- un résistor de résistance R réglable ;
- un générateur de tension idéal de fem $E = 10 \text{ V}$;
- un interrupteur K ;
- un ampèremètre (A).

On désigne par $R_T = R + r$, la résistance totale du circuit.

A/ À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor au cours du temps s'écrit :

$$L \frac{du_R(t)}{dt} + (R + r)u_R(t) = RE.$$

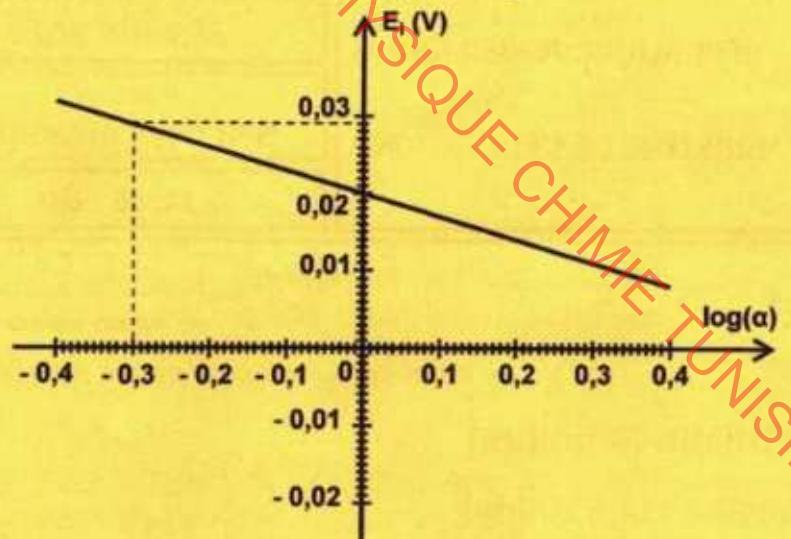


Figure 1

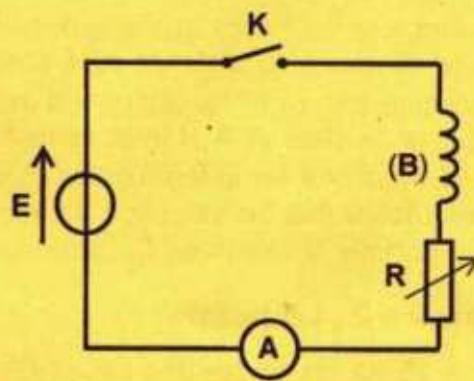


Figure 2

- 2) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme : $u_R(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; avec U_0 la tension aux bornes du résistor en régime permanent et τ la constante de temps du circuit.
 Établir l'expression de :
- U_0 en fonction de R , r et E ;
 - τ en fonction de L , R et r .

B/ On reprend le circuit de la figure 2 et on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : On utilise une bobine (B_1) d'inductance L_1 et de résistance r_1 . On règle la résistance R à une valeur $R_1 = 80 \Omega$.

À l'instant $t' = 0$, on ferme l'interrupteur K . On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire numérique la tension $u_{R1}(t)$ aux bornes du résistor. On mesure l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi.

Expérience 2 : On remplace la bobine (B_1) par une bobine (B_2) d'inductance L_2 et de résistance $r_2 < r_1$. On ajuste la résistance R à une valeur R_2 . À l'instant $t'' = 0$, on ferme l'interrupteur K . On visualise à l'aide du même oscilloscope à mémoire numérique en utilisant les mêmes sensibilités, la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du résistor. On mesure l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi.

Dans les deux expériences, l'ampèremètre indique la même intensité du courant électrique en régime permanent.

La figure 3 donne les courbes (ζ_b) et (ζ_c) représentant l'évolution au cours du temps des tensions $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$.

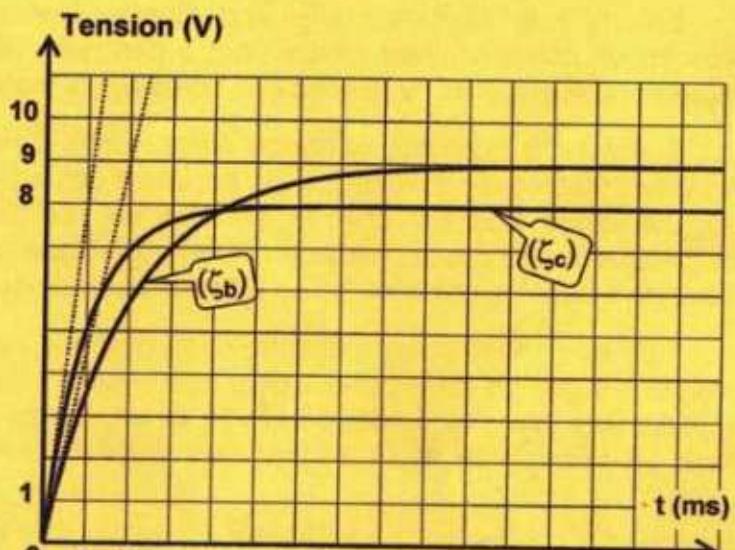


Figure 3

- 1) a- Montrer que la résistance totale R_T du circuit est la même dans les deux expériences.
 b- Justifier que la courbe (ζ_b) correspond à $u_{R2}(t)$.
- 2) Déduire les valeurs de R_2 , r_1 et r_2 .
- 3) a- Déterminer graphiquement les constantes de temps τ_1 et τ_2 des circuits comportant respectivement les bobines (B_1) et (B_2).
 b- Déduire les valeurs de L_1 et L_2 .
 c- Justifier alors, le retard de l'établissement du régime permanent dans l'une des deux expériences par rapport à l'autre.

Exercice 2 (3,25 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point O . En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point O des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence N . Ainsi, une onde progressive de longueur d'onde λ , prend naissance au point O à l'instant $t = 0$ et se propage à la surface de l'eau avec une célérité v considérée constante. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni atténuation de l'onde au cours de sa propagation.
 L'équation horaire du mouvement du point O s'écrit : $y_0(t) = a \sin(2\pi Nt + \phi_0)$; $t \geq 0$.

Les courbes (ξ) et (ξ') de la figure 4 de la page 5/5 représentent deux aspects de deux coupes de la surface de l'eau par un plan vertical passant par O aux instants t_1 et t_2 tels que : $\Delta t = t_2 - t_1 = 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

- 1) Justifier que la courbe (ξ') représente l'aspect de la surface de l'eau à l'instant t_2 .
 - 2) En exploitant les courbes de la figure 4 de la page 5/5 :
- a- préciser la valeur de la longueur d'onde λ ;
 - b- déterminer la valeur de la célérité v . En déduire la valeur de N ;
 - c- déterminer la phase initiale ϕ_0 du mouvement du point O .

- 3) On considère un point A de la surface de l'eau, repéré au repos, par son abscisse $OA = x_A$. Le point A est atteint par l'onde à l'instant t_0 tel que : $t_1 < t_0 < t_2$. Sachant que A vibre en phase avec O :
- déterminer x_A ;
 - déduire t_0 .

Exercice 3 (2,75 points) « Étude d'un document scientifique »

Quand la matière absorbe de la lumière

La matière peut émettre de la lumière. Le contraire est également vrai : la matière peut absorber de la lumière. En astronomie, c'est le cas lorsque de la lumière blanche émise depuis la surface du Soleil, traverse un mince nuage de gaz ou de poussière. Ainsi, au lieu de voir un spectre continu allant du rouge au violet, les astronomes observent un spectre auquel il manque plusieurs raies de couleurs ; des raies sombres prenant leurs places.

En 1859 le physicien allemand Gustav Robert Kirchhoff comprend que les raies noires ou d'absorption correspondent exactement à des raies brillantes émises par certains éléments chimiques. Malheureusement, il ne comprend pas comment la matière peut absorber de telles raies spectrales.

... En 1913 le physicien danois Niels Henrik David Bohr, crée un nouveau modèle atomique dans lequel l'atome est fait d'électrons qui occupent des orbites bien spécifiques autour d'un noyau. Selon lui, lorsqu'un corps froid est chauffé, certains de ses électrons ont tendance à passer d'une orbite peu énergétique à une orbite plus énergétique. Il propose alors, que c'est sous la forme de « petits paquets d'énergie » appelés photons, qu'un électron absorbe son surplus d'énergie.

Une telle situation se rencontre dans l'espace lorsque la lumière émise depuis la surface du Soleil traverse les gaz de l'atmosphère plus froide qui la surplombe. L'atmosphère absorbe en effet une partie de la lumière blanche émise depuis le Soleil, ce qui produit un spectre de couleurs marqué de raies noires ou d'absorption, qui sont caractéristiques des éléments chimiques présents dans les gaz.

D'après <http://astro-canada.ca>

1) En se référant au texte :

- préciser en le justifiant, si le spectre du Soleil est continu ou discontinu ;
- justifier la présence des raies noires dans le spectre du Soleil.

2) Dégager du texte ce qui justifie :

- qu'un élément chimique donné émet les mêmes raies qu'il absorbe ;
- que l'énergie d'un atome donné est quantifiée.

3) Représenter le dispositif expérimental permettant d'obtenir le spectre d'absorption d'un élément chimique donné.

4) Sur la figure 5, on donne les extraits ①, ②, ③ et ④ des spectres de raies brillantes émises respectivement par les éléments chimiques mercure (Hg), sodium (Na), magnésium (Mg) et hydrogène (H). Sur la figure 6 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie), on donne un extrait du spectre solaire, comportant quelques raies sombres et muni d'une échelle de longueur d'onde λ .

Compléter en le justifiant, l'extrait du spectre solaire de la figure 6 de la page 5/5 en indiquant dans chacune des cases vides le symbole de l'élément chimique correspondant.

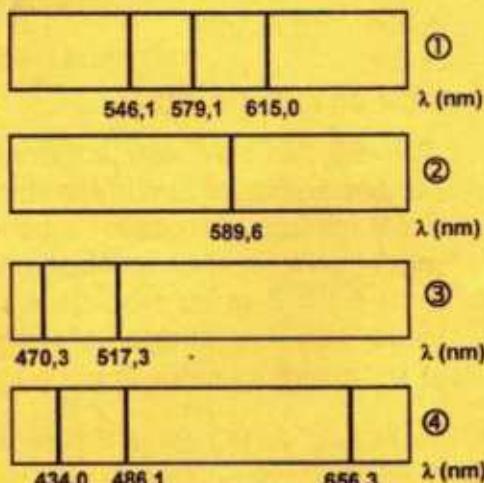


Figure 5

Section :

N° d'inscription :

Série :

Signatures des surveillants

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

X

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2022)
Annexe à rendre avec la copie

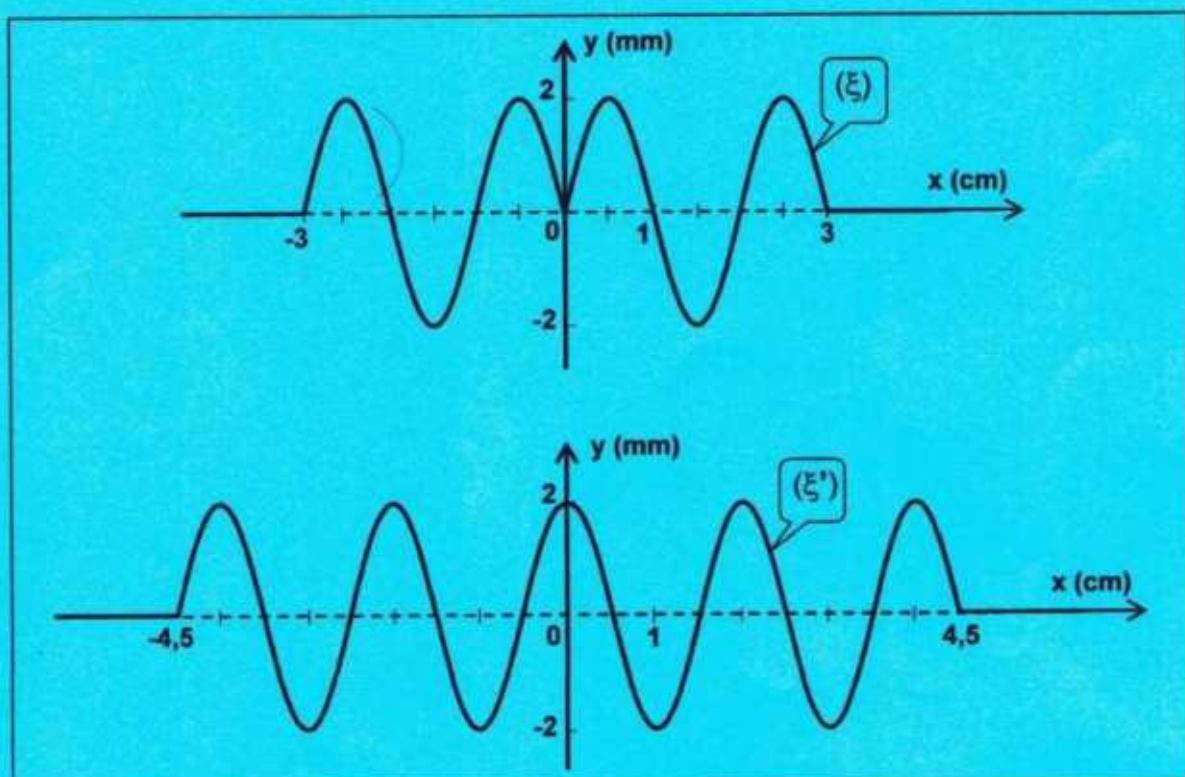


Figure 4

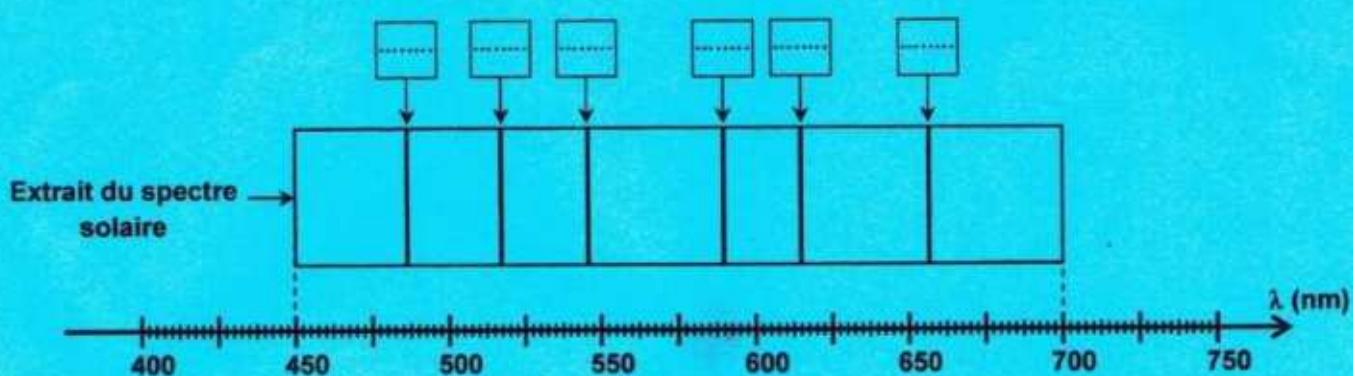
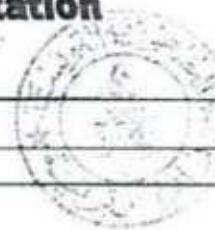


Figure 6

Corrigé et barème de notation



Chimie (9 points)		Barème
Exercice 1 (4,5 points)		
I/		
1) $\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		0,25
2) $K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]}$, l'acide est faiblement ionisé :		0,25 + 0,5
$K_a = \frac{y_f \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{C_a} = \tau_f \cdot 10^{-\text{pH}} \Rightarrow \text{pH} = \log \frac{\tau_f}{K_a}$		
II/		
1) a- NaOH est une base forte ; $\text{pH}_{\text{E}1} > 7$ et $\text{pH}_{\text{E}2} > 7 \Rightarrow \text{A}_1\text{H}$ et A_2H sont deux acides faibles.		2x0,25
b- À l'équivalence : $C_{\text{a}1}\text{V}_{\text{a}} = C_{\text{b}}\text{V}_{\text{bE}1}$ et $C_{\text{a}2}\text{V}_{\text{a}} = C_{\text{b}}\text{V}_{\text{bE}2}$		0,5
$\text{V}_{\text{bE}1} = \text{V}_{\text{bE}2} = 20 \text{ mL} \Rightarrow C_{\text{a}1} = C_{\text{a}2}$		
c- À la demi-équivalence, $\text{pH} = \text{pK}_a$		0,75
$\text{pK}_{\text{a}1} = 3,8$ et $\text{pK}_{\text{a}2} = 4,8$		
2) $\text{pK}_{\text{a}1} < \text{pK}_{\text{a}2} \Rightarrow \text{A}_1\text{H}$ est un acide plus fort que A_2H .		0,25
3) a- $\tau_f = 10^{\text{pH} - \text{pK}_a}$		0,5
$\tau_{f1} = 10^{\text{pH}_{\text{E}1} - \text{pK}_{\text{a}1}} = 3,98 \cdot 10^{-2}$		
$\tau_{f2} = 10^{\text{pH}_{\text{E}2} - \text{pK}_{\text{a}2}} = 1,25 \cdot 10^{-2}$		
b- $C_{\text{a}1} = C_{\text{a}2}$ et $\tau_{f1} > \tau_{f2} \Rightarrow \text{A}_1\text{H}$ est un acide plus fort que A_2H .		0,25
4) $\tau_f = \frac{10^{-\text{pH}}}{C_a}$		
$C_{\text{a}1} = \frac{10^{\text{pH}_{\text{E}1}}}{\tau_{f1}} \approx 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$		3x0,25
$C_{\text{b}} = \frac{C_{\text{a}1}}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$		
Exercice 2 (4,5 points)		
1) a- $\text{Ni}^{2+} + \text{Co} \rightleftharpoons \text{Ni} + \text{Co}^{2+}$		0,25
b- $E_i = E^* - \frac{0,06}{n} \log \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]} = E^* - 0,03 \log a$		0,5
2) a- $E^* = 0,02 \text{ V}$		0,25

b- $b_1 - K = 10^{0,03} = 4,64$

b₂- $E^{\circ}_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} = E^{\circ} + E^{\circ}_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,26\text{V}$

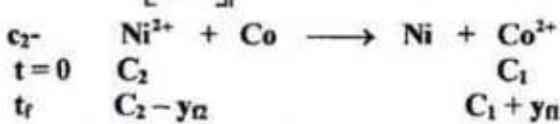
c- $E^{\circ}_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} > E^{\circ}_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} \Rightarrow \text{le pouvoir réducteur du couple Co}^{2+}/\text{Co est plus fort que celui du couple Ni}^{2+}/\text{Ni}$

3) a- $E_{\text{ii}} = 0,029\text{ V}$

b- $E_{\text{ii}} > 0 \Rightarrow \text{la réaction directe est possible spontanément :}$



c- c₁- $K = \frac{[\text{Co}^{2+}]_t}{[\text{Ni}^{2+}]_t} \Rightarrow [\text{Co}^{2+}]_t = K[\text{Ni}^{2+}]_t = 12,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



$$y_{\text{Ni}} = \frac{x_t}{V_2} \quad \text{et} \quad y_{\text{Ni}} = \frac{x_t}{V_1}$$

$$[\text{Co}^{2+}]_t = C_1 + \frac{x_t}{V_1} \Rightarrow V_1 = \frac{x_t}{[\text{Co}^{2+}]_t - C_1} = 0,1 \text{ L}$$

$$[\text{Ni}^{2+}]_t = C_2 - \frac{x_t}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{x_t}{C_2 - [\text{Ni}^{2+}]_t} = 0,1 \text{ L}$$

Physique (11 points)

Barème

Exercice 1 (5 points)

A/

1) Loi des mailles + schéma fléché : $E - u_B - u_R = 0 ; u_R = Ri \Rightarrow i = \frac{u_R}{R}$

$$L \frac{du_R(t)}{dt} + (R + r)u_R(t) = RE$$

2) $U_0 = \frac{RE}{R+r} ; \tau = \frac{L}{R+r}$

B/

1) a- En régime permanent, la branche électrique comportant la bobine et le résistor se comporte comme un résistor de résistance $R + r = R_T$. Or, d'après l'énoncé, en régime permanent $I_0 = \frac{E}{R_T}$ est la même dans les deux expériences $\Rightarrow R_T$ est la même dans les deux expériences.

b- R_T est la même dans les deux expériences et $r_2 < r_1 \Rightarrow R_2 > R_1 \Rightarrow U_{02} > U_{01} \Rightarrow (E_b)$ correspond à $u_{R2}(t)$

ou

$r_2 I_0 < r_1 I_0 \Rightarrow (E_b)$ correspond à $u_{R2}(t)$

2) $U_{02} = R_2 I_0 = 9 \text{ V} ; U_{01} = R_1 I_0 = 8 \text{ V}$

$$\frac{U_{02}}{U_{01}} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = \frac{U_{02}}{U_{01}} R_1 = 90 \Omega$$

$$r_1 = \frac{ER_1}{U_{01}} - R_1 = 20 \Omega \quad \text{et} \quad r_2 = \frac{ER_2}{U_{02}} - R_2 = 10 \Omega$$

3) a- $\tau_1 = 1 \text{ ms}$; $\tau_2 = 2 \text{ ms}$	2x0,25
b- $L_1 = R_T \tau_1 = 0,1 \text{ H}$	0,5+0,25
$L_2 = R_T \tau_2 = 0,2 \text{ H}$	0,25
c- À résistance totale constante, le retard de l'établissement du régime permanent dépend de l'inductance L ($L_2 > L_1$).	0,25
Exercice 2 (3,25 points)	
1) $x_{\Omega} > x_{fl}$ car $t_2 > t_1$, donc, ξ représente l'aspect à t_2 .	0,5
2) a- $\lambda = 2 \text{ cm}$	0,25
b- $v = \Delta x_f / \Delta t = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$.	0,5
$N = v / \lambda = 20 \text{ Hz}$.	0,5
c- $\phi_0 = 0$ car le front d'onde est précédé par une crête.	0,5
3) a- $x_A = 4 \text{ cm}$.	0,5
b- $t_0 = x_A / v = 0,1 \text{ s.}$	0,5
Exercice 3 (2,75 points)	
1) a- Discontinu : « les astronomes observent... leurs places ».	0,5
b- « L'atmosphère absorbe... dans les gaz ».	0,25
2) - « Kirchhoff comprend... éléments chimiques ».	0,25
- « Il propose... surplus d'énergie ».	0,25
3) Dispositif (source de lumière blanche + élément chimique (gaz) + lentille + prisme + écran).	0,5
4) Un élément chimique donné émet les mêmes raies qu'il absorbe.	0,25
Dans l'ordre : H, Mg, Hg, Na, Hg, H.	0,75

N° d'inscription

--	--	--	--	--



Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On étudie la transformation lente et supposée totale de la réduction des ions peroxydisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ par les ions iodure I^- modélisée par l'équation suivante :



On réalise les deux expériences suivantes :

A/ Expérience 1 :

À une température T_1 donnée, on mélange dans un bêcher, à l'instant $t = 0$, un volume $V_1 = 40 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire $C_1 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ avec un volume V_2 d'une solution aqueuse (S_2) de peroxydisulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) de concentration molaire $C_2 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$. Une étude expérimentale appropriée permet de suivre l'évolution de la concentration molaire en diiode $[\text{I}_2]$ dans le mélange réactionnel, en fonction de l'avancement x de la réaction étudiée. On obtient la courbe de la figure 1.

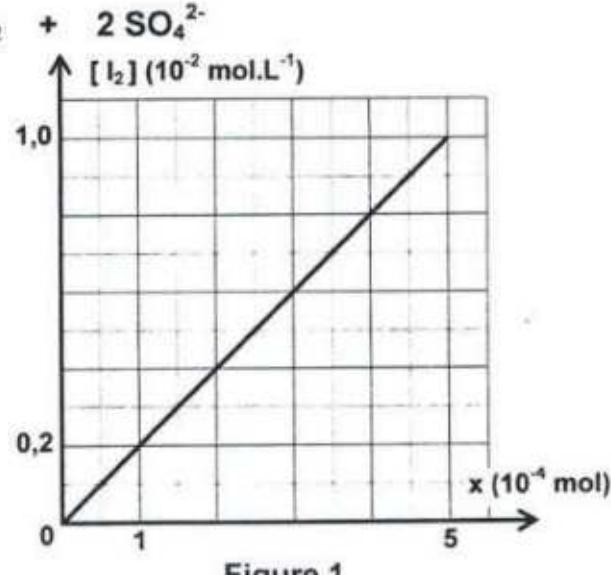


Figure 1

- 1) Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction étudiée.
- 2) a- Exprimer $[\text{I}_2]$ en fonction de x , V_1 et V_2 .
 - b- En exploitant la courbe de la figure 1, déterminer la valeur du volume total $V_T = V_1 + V_2$, du mélange réactionnel.
 - c- En déduire la valeur du volume V_2 .
- 3) Montrer que la valeur $x_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$, représente l'avancement final x_1 de la réaction étudiée.

B/ Expérience 2 :

On prépare séparément, trois mélanges (M_1), (M_2) et (M_3) identiques au mélange initial de l'expérience 1. Le suivi expérimental de l'évolution de l'avancement x de la réaction étudiée au cours du temps t est réalisé dans les conditions expérimentales consignées dans le tableau ci-contre.

Ceci permet de tracer les courbes (a), (b) et (c) de la figure 2.

Mélange	(M ₁)	(M ₂)	(M ₃)
Température	T_1	$T_2 > T_1$	T_2
Ajout d'un catalyseur (Fe^{2+})	non	non	oui

- 1) a- Définir la vitesse instantanée de la réaction étudiée.
- b- En exploitant la courbe (c) de la figure 2, déterminer la vitesse v_c de la réaction à l'instant $t = 0$.
- 2) On désigne par v_a et v_b , les vitesses de la réaction à $t = 0$, relatives respectivement aux courbes (a) et (b).
 - a- Sans faire recours aux calculs, comparer v_a , v_b et v_c .

b- Associer en le justifiant, chacune des courbes (a), (b) et (c) au mélange correspondant parmi (M_1), (M_2) et (M_3).

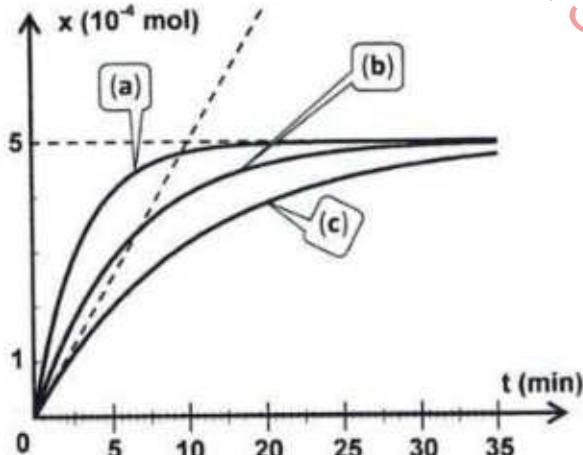
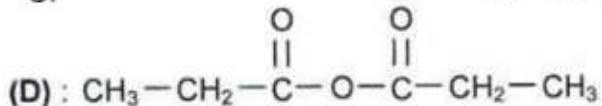
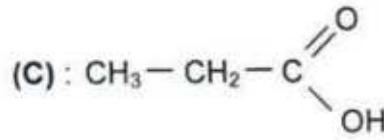
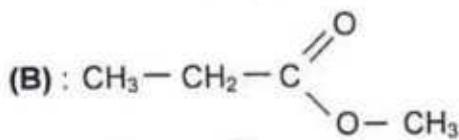
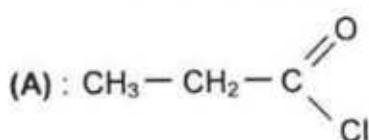


Figure 2

Exercice 2 (4,5 points)

On considère les quatre composés (A), (B), (C) et (D) suivants :



1) a- Préciser la fonction chimique de chacun des composés (A), (B) et (C).

b- Le composé (A) réagit avec un composé (E) pour donner le composé (B) et du chlorure d'hydrogène (HCl). Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante. Préciser la fonction chimique du composé (E).

2) Le composé (E) réagit avec le composé (D) pour donner les composés (B) et (C).

a- Préciser la fonction chimique du composé (D).

b- Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.

3) On fait réagir une mole du composé (D) avec deux moles d'ammoniac (NH_3), on obtient entre autres, un composé (G) et un ion carboxylate.

a- Préciser en le justifiant, la formule semi-développée de (G).

b- Nommer le composé (G).

4) Le composé (G) peut être obtenu par action d'un excès d'ammoniac (NH_3) sur l'un des composés (A), (B) ou (C). Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,75 points)

Le circuit électrique de la figure 3 comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- un condensateur de capacité C ;
- un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

Pour une valeur N_1 de la fréquence N :

- l'ampèremètre (A) indique une intensité efficace du courant électrique de valeur : $I_1 = 70,71 \text{ mA}$;

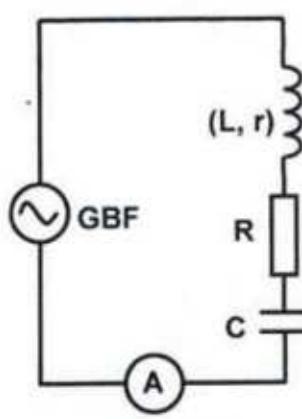


Figure 3

- on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R . On obtient les courbes (ζ_1) et (ζ_2) de la figure 4.

L'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \phi_i)$; avec I_m son amplitude et ϕ_i sa phase initiale.

1) a- Justifier que la courbe (ζ_1) correspond à la tension $u(t)$.

b- Déterminer graphiquement :

- les amplitudes U_m et U_{Rm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_R(t)$;
- la fréquence N_1 ;
- la phase initiale ϕ_i de l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique.

c- Déduire la valeur de R .

2) L'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$ au cours du temps s'écrit :

$$L \frac{di(t)}{dt} + (R + r)i(t) + \frac{1}{C} \int i(t)dt = u(t)$$

La figure 5 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée à la fréquence N_1 , relative à l'équation différentielle précédente ; où :

- le vecteur \overrightarrow{OA} est associé à $Ri(t)$;

- le vecteur \overrightarrow{AB} est associé à $(ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t)dt)$.

a- En respectant l'échelle donnée, compléter la construction de Fresnel de la figure 5 en représentant :

- le vecteur \overrightarrow{OM} associé à $u(t)$;

- le vecteur \overrightarrow{BM} associé à $L \frac{di(t)}{dt}$.

b- En exploitant la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de L , C et r .

3) On fait varier la fréquence N du (GBF). Pour une valeur N_2 de la fréquence N , l'ampèremètre indique une intensité efficace de courant électrique de valeur : $I_2 = 100 \text{ mA}$.

a- Montrer que l'oscillateur électrique est en état de résonance d'intensité.

b- Déduire la valeur de N_2 .

Exercice 2 (3,25 points)

Le noyau du chlore $^{36}_{17}\text{Cl}$ est radioactif de période $T = 3.10^5 \text{ ans}$. Il se désintègre en un noyau d'argon $^{36}_{18}\text{Ar}$ avec émission d'une particule ^A_ZX .

1) a- En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer les valeurs de Z et A de la particule ^A_ZX .

b- Nommer la particule émise et expliquer son origine.

2) Le chlore $^{36}_{17}\text{Cl}$ se forme dans l'atmosphère. Le pourcentage en $^{36}_{17}\text{Cl}$ dans les eaux de surface demeure **constant**. Par contre, dans les eaux souterraines provenant de l'infiltration de ces eaux de surfaces, ce pourcentage diminue par décroissance radioactive, car le chlore $^{36}_{17}\text{Cl}$ n'est plus renouvelé. On désigne par N_0 le nombre de noyaux de $^{36}_{17}\text{Cl}$ présents dans un échantillon de volume V de l'eau de surface et par $N(t)$ le nombre de noyaux de $^{36}_{17}\text{Cl}$ présents à un instant t quelconque, dans un échantillon de même volume V pris de l'eau souterraine. On admet qu'au cours de l'infiltration, N_0 ne change pas.

a- Exprimer $N(t)$ en fonction de N_0 , la constante radioactive λ de $^{36}_{17}\text{Cl}$ et le temps t .

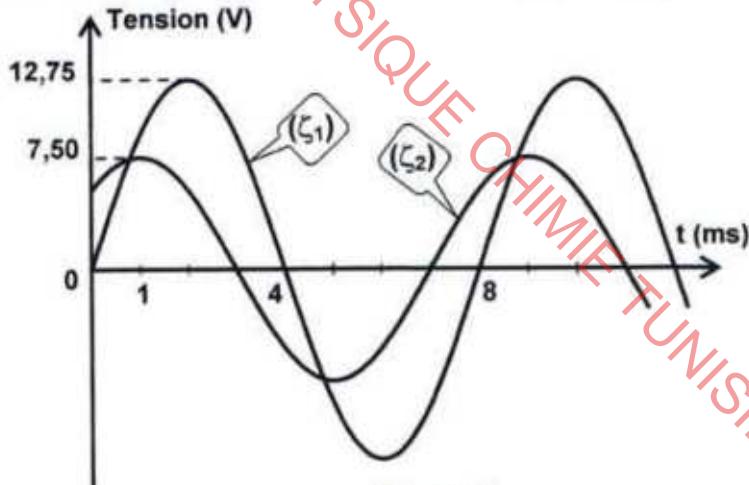


Figure 4

b- Déterminer la valeur de λ .

- 3) Des études faites sur un forage cible, ont montré qu'une eau souterraine profonde ne comptait plus que 40% de la quantité de $^{36}_{17}\text{Cl}$ mesurée dans les eaux de surface. Déterminer le temps t_0 écoulé depuis la naissance de cette eau souterraine profonde.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Découverte du phénomène d'induction

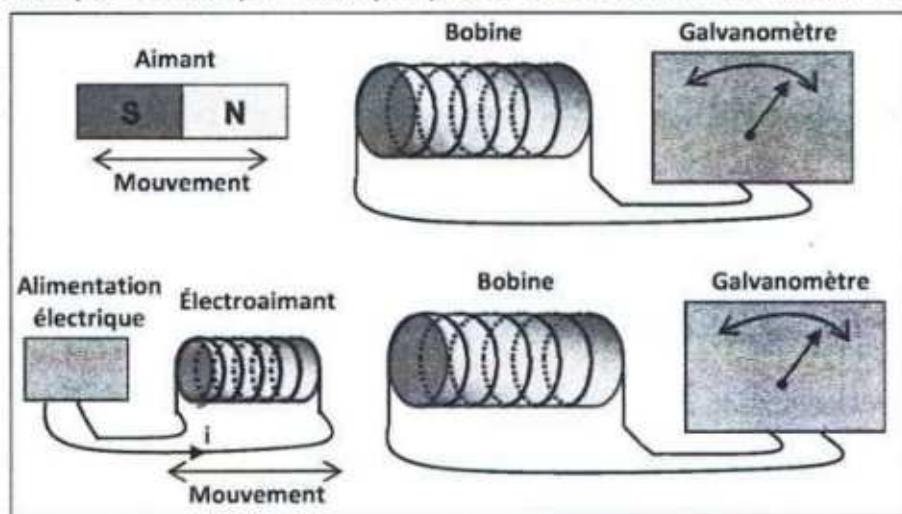
... Jusqu'au XIX^e siècle, on distinguait :

- l'étude des phénomènes magnétiques, depuis l'antiquité (boussoles ou aimants) ;
- l'étude des phénomènes électriques, étudiés par Charles-Augustin Coulomb en particulier à la fin du XVIII^e siècle. En 1800, la pile d'Alessandro Volta permet la génération de courants électriques, qui sont des charges électriques en mouvement.

Le lien entre ces branches de la physique n'est établi qu'en 1820, par Hans-Christian Ørsted. Il découvre de manière fortuite que le passage d'un courant électrique à proximité d'une boussole la dévie : le lien phénomène électrique – phénomène magnétique est démontré.

La réciproque de cette découverte reste dès lors à établir. En 1831, Michael Faraday montre par l'expérience qu'un circuit électrique fermé est parcouru par un courant électrique lorsqu'il est plongé dans un champ magnétique variable dans le temps, obtenu par exemple par le mouvement d'un aimant à proximité du circuit électrique, ou encore par le mouvement d'un **electroaimant** (bobine alimentée électriquement, qui se comporte comme un aimant).

Ce phénomène est également observable lorsque c'est le circuit électrique qui est en mouvement dans un champ magnétique qui n'est pas homogène. Dès lors, la réciproque phénomène magnétique–phénomène électrique est démontrée : on parle **d'induction**. Le schéma ci-contre présente une illustration expérimentale du phénomène.



En conclusion, lorsque le champ magnétique dans lequel est plongé un circuit électrique évolue dans le temps, tout se passe comme si ce circuit contenait un générateur électrique : c'est la loi de Faraday qui décrit et quantifie le phénomène d'induction.

D'après physagreg.fr

1) Nommer le phénomène mis en évidence par l'expérience de Faraday.

2) Reproduire et compléter le tableau ci-dessous en attribuant à chacun des éléments (aimant, électroaimant et bobine), le rôle qui lui convient parmi les suivants : **inducteur, induit**.

Élément	Aimant	Électroaimant	Bobine
Rôle

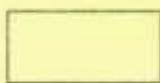
3) a- Dégager du texte la condition nécessaire pour la création d'un courant induit dans un circuit électrique fermé.

b- En se référant au texte, donner deux méthodes expérimentales permettant de satisfaire la condition dégagée en 3)a-.

Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants

Nom et Prénom :
Date et lieu de naissance :

X



Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales

Session de contrôle (2022)

Annexe à rendre avec la copie

Échelle : 1 cm \leftrightarrow 1,5 V

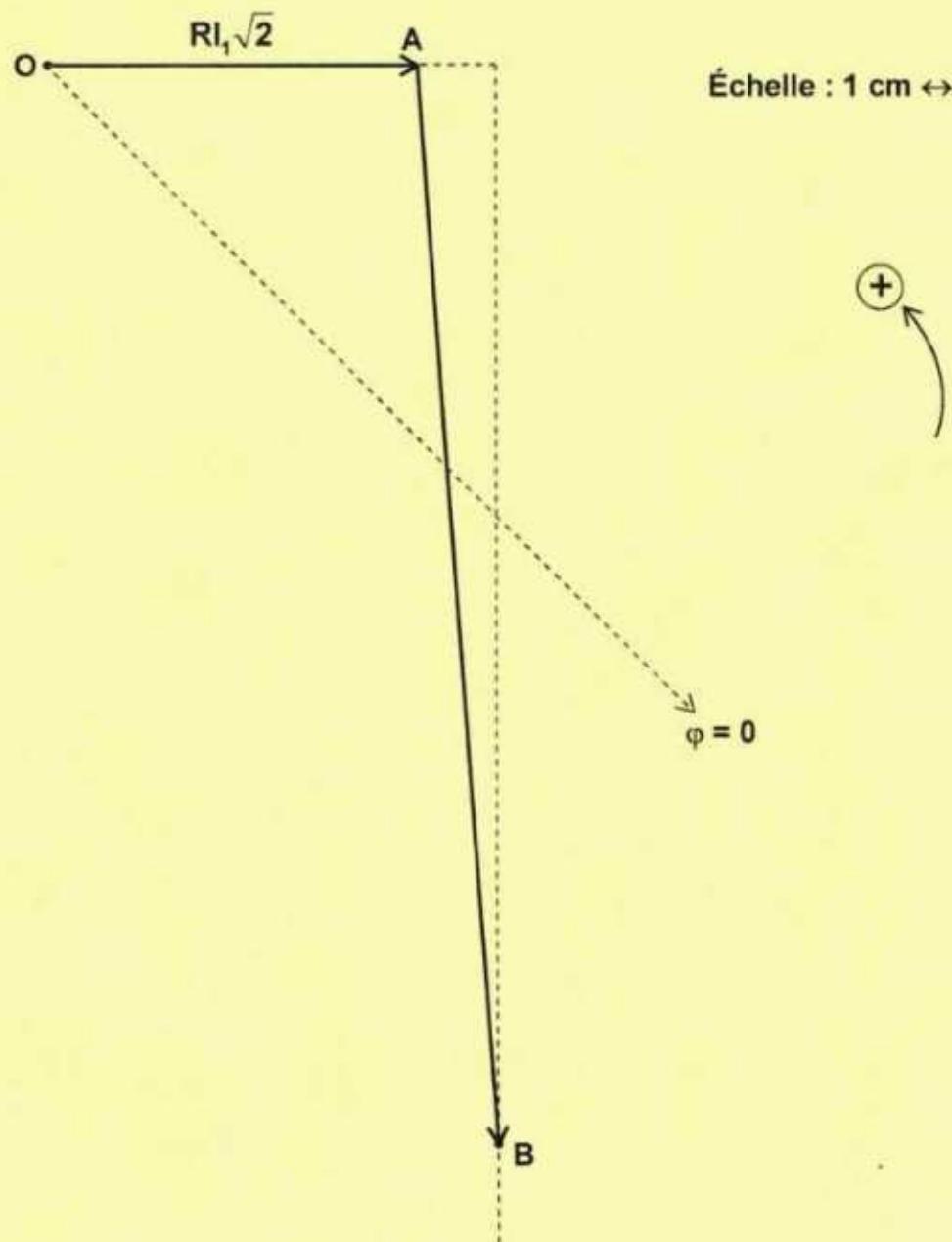


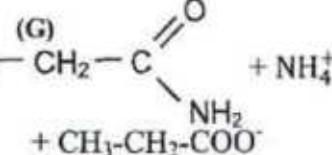
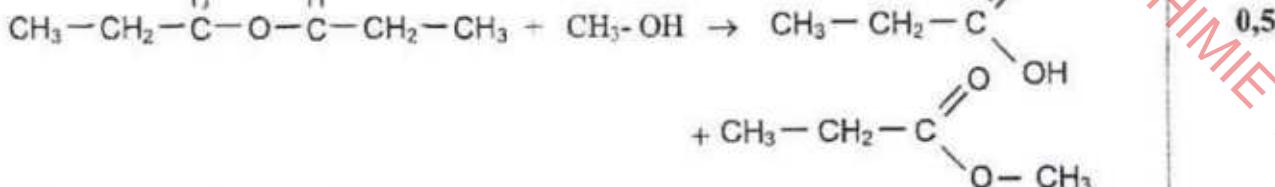
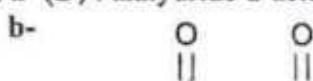
Figure 5

Corrigé et barème de notation

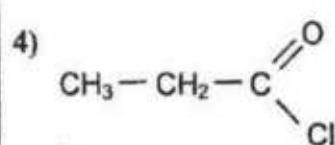
Chimie (9 points)						Barème
Exercice 1 (4,5 points)						
A/						
1)						
		2 I ⁻ + S ₂ O ₈ ²⁻ → I ₂ + 2 SO ₄ ²⁻				
Etat du système	Avancement	Quantités de matière (mol)				
Initial	0	C ₁ V ₁	C ₂ V ₂	0	0	0,5
Intermédiaire	x	C ₁ V ₁ - 2x	C ₂ V ₂ - x	x	2x	
final	x _f	C ₁ V ₁ - 2x _f	C ₂ V ₂ - x _f	x _f	2x _f	
2)a-	$[I_2] = \frac{x}{V_1 + V_2}$					0,25
b-	pente de la droite = $\frac{1}{V_1 + V_2} = 20 \text{ L}^{-1}$					0,5
	V _T = 50 mL					
c-	V ₂ = V _T - V ₁ = 10 mL					0,25
3)						
	$\frac{n(I^-)_0}{2} = \frac{C_1 V_1}{2} = 10^{-2} \text{ mol}$					0,75
	n(S ₂ O ₈ ²⁻) ₀ = C ₂ V ₂ = 5.10 ⁻⁴ mol					
	$\frac{n(I^-)_0}{2} > n(S_2O_8^{2-})_0 \Rightarrow S_2O_8^{2-} \text{ est le réactif limitant} \Rightarrow x_f = 5.10^{-4} \text{ mol} = x_1$					
B/						
1)	a- v = dx/dt					0,25
	b- v = (dx/dt) ₀ = 5.10 ⁻⁵ mol.min ⁻¹					0,5
2)	a- v _a > v _b > v _c					0,5
	b- Dans (M ₁) ⇒ la réaction est la plus lente : courbe (c)					
	Dans (M ₃) ⇒ la réaction est la plus rapide : courbe (a)					1
	Dans (M ₂) ⇒ courbe (b)					
Exercice 2 (4,5 points)						
1) a-	(A) : chlorure d'acyle (B) : ester (C) : acide carboxylique					3×0,25
b-	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C}(=\text{O})\text{Cl} + \text{CH}_3\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{CH}_3 + \text{HCl}$					0,75

(E) : alcool

2) a- (D) : anhydride d'acide.



b- (G) : propanamide



0,25
0,25

0,5

0,75

0,5

0,75

Physique (11 points)

Barème

Exercice 1 (4,75 points)

1) a- ($U_m = ZI_m$) $> U_{Rm} \Rightarrow (\xi_1)$ correspond à $u(t)$.

0,25

b- $U_m = 12,75 \text{ V}$; $U_{Rm} = 7,50 \text{ V}$

5x0,25

$$T_1 = 8 \text{ ms} \Rightarrow N_1 = \frac{1}{T_1} = 125 \text{ Hz}$$

$$\Delta\phi = \varphi_u - \varphi_i = -\pi/4 \text{ rad} \Rightarrow \varphi_i = \pi/4 \text{ rad}$$



c- $U_{Rm} = RI_m = RI_1\sqrt{2} \Rightarrow R = \frac{U_{Rm}}{I_1\sqrt{2}} = 75 \Omega$

0,5

2) a- Construction de Fresnel : voir la page suivante

2x0,25

b- $L = \frac{12,6}{2\pi N_1 I_1 \sqrt{2}} = 0,16 \text{ H}$

2x0,5

$$C = \frac{I_1 \sqrt{2}}{2\pi N_1 21,6} = 5,9 \mu\text{F}$$

$$r = \frac{1,5}{I_1 \sqrt{2}} = 15 \Omega$$

0,25

3) a-

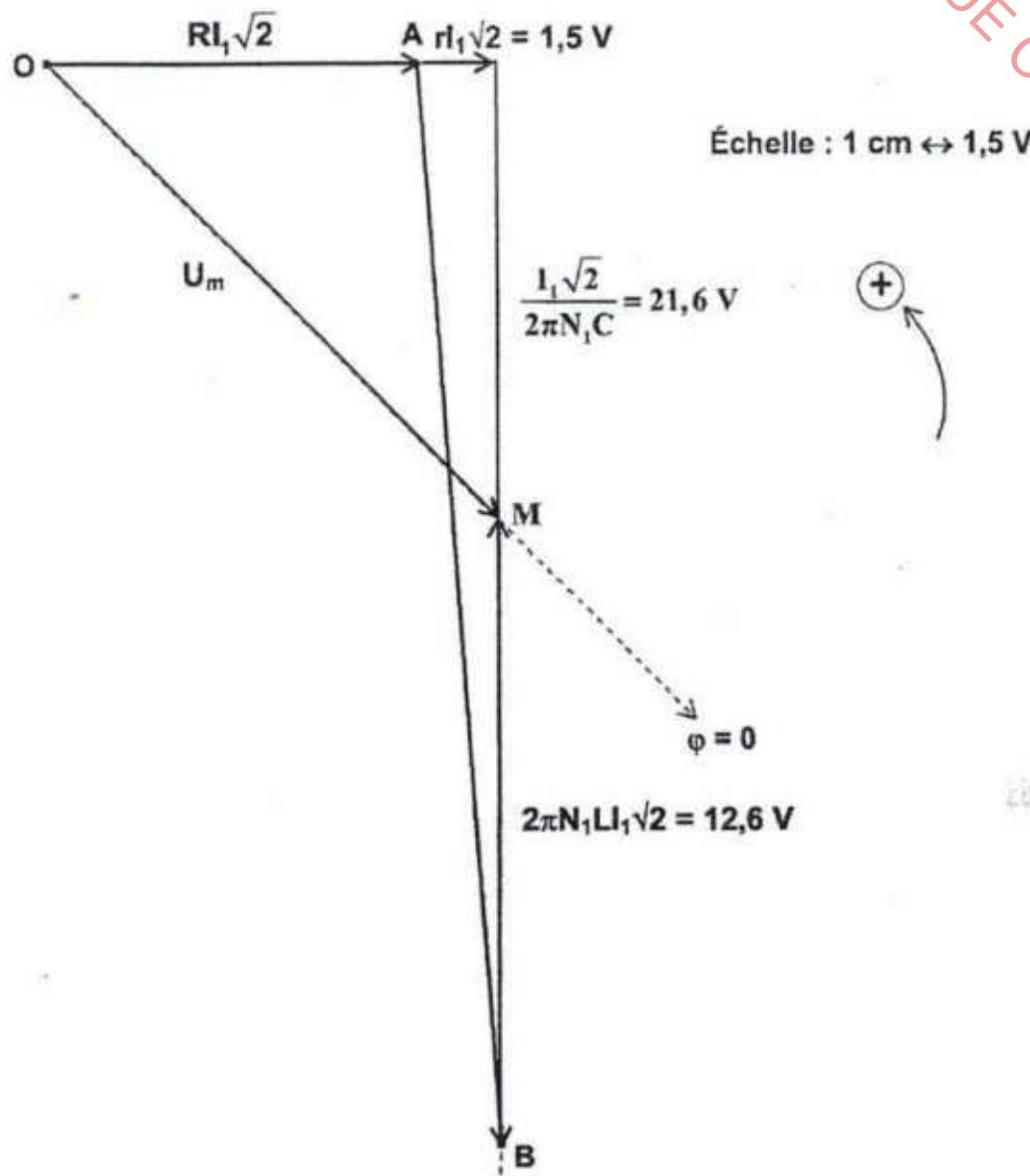
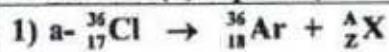
$$I_2 \sqrt{2} = \frac{U_m}{Z_2} \Rightarrow Z_2 = \frac{U_m}{I_2 \sqrt{2}} = 90 \Omega = R + r$$

0,5

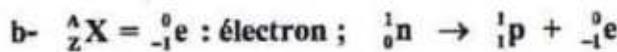
le circuit est en état de résonance d'intensité

b- $4\pi^2 N_2^2 LC = 1 \Rightarrow N_2 \approx 164 \text{ Hz}$

0,5


Exercice 2 (3,25 points)

 Conservation du nombre de masse $\Rightarrow A = 0$

0,5 + 0,5

 Conservation du nombre de charge $\Rightarrow Z = -1$


0,5

2) a- $N(t = 0) = N_0$

 loi de décroissance radioactive $\Rightarrow N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

0,5

b- $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 2,31 \cdot 10^{-6} \text{ an}^{-1} = 7,32 \cdot 10^{-14} \text{ s}^{-1}$

0,5

3) $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} ; \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t_e} = 0,4 ; t_e = -\frac{\ln 0,4}{\lambda} \approx 4 \cdot 10^5 \text{ ans}$

0,75

Exercice 3 (3 points)

1) Induction électromagnétique.

0,5

2)

Élément	Aimant	Électroaimant	Bobine
Rôle	Inducteur	Inducteur	Induit

3x0,25

3) a- Le circuit plonge dans un champ magnétique variable.

0,75

b- Méthode 1 : mouvement d'un **aimant** à proximité du circuit électrique,

0,5

Méthode 2 : mouvement d'un **électroaimant** à proximité du circuit électrique.

0,5



RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session principale
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences expérimentales
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4

* * * * *

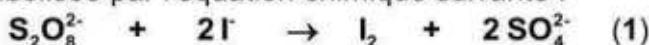
N° d'inscription

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

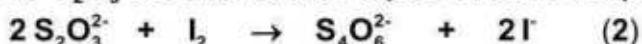
L'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation chimique suivante :



À une température θ constante, on mélange dans un bêcher à l'instant $t = 0$, un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) de peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire C_1 et un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire $C_2 = kC_1$; où k est un réel tel que $k > 2$. On obtient un mélange (M) de volume $V_T = V_1 + V_2$.

On effectue régulièrement, à des instants successifs t , à partir du mélange (M), un prélèvement de volume V_p constant auquel on ajoute de l'eau glacée (sans variation appréciable de volume), puis on dose la quantité de diode I_2 formé par une solution aqueuse (S) de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) de concentration molaire $C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On désigne par V_E , le volume de la solution (S) versée pour atteindre le point d'équivalence du dosage de I_2 formé à l'instant t .

On rappelle que la réaction du dosage de I_2 par les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ est une réaction rapide et totale d'équation :



Les résultats expérimentaux du dosage ont permis de tracer les courbes (C_1) et (C_2) de la figure 1 traduisant l'évolution au cours du temps, respectivement de l'avancement volumique y de la réaction (1) et celle de la concentration molaire du réactif limitant, noté X, de cette réaction.

1) a- Exprimer les concentrations molaires initiales $[S_2O_8^{2-}]_0$ et $[I^-]_0$ dans le mélange (M) en fonction respectivement de C_1 et C_2 .

b- Dresser le tableau descriptif en avancement volumique y relatif à la réaction (1).

2) a- Montrer que le réactif limitant X est $S_2O_8^{2-}$.

b- En exploitant les courbes de la figure 1, déterminer :

- la valeur de l'avancement volumique final y_f de la réaction (1) et celle de la concentration molaire C_1 ;
- la valeur de la vitesse volumique de la réaction (1) à l'instant $t = 0$.

3) Montrer que l'avancement volumique y à un instant t est donné par la relation : $y = \frac{CV_E}{2V_p}$.

4) Lorsque la réaction (1) est terminée :

- le dosage d'un prélèvement de volume V_p du mélange (M) nécessite un volume $V_{EF} = 20 \text{ mL}$ de la solution (S) pour atteindre le point d'équivalence ;

- la concentration molaire finale dans le mélange (M) en ions I^- est telle que : $[I^-]_f = \frac{y_f}{4}$.

a- Déterminer la valeur de V_p .

b- Montrer que $k = 2,25$.

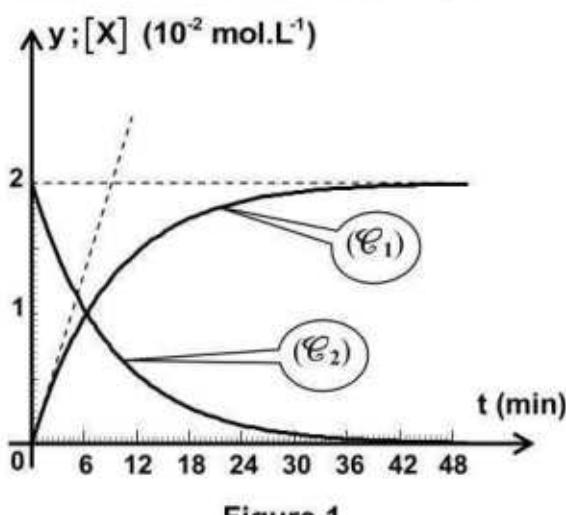


Figure 1



Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse (**S**) d'un monoacide **AH** de concentration molaire C_A inconnue. On donne : $3 \cdot 10^{-2} \leq C_A \leq 10^{-1}$ (en mol.L⁻¹) ;
- d'une solution aqueuse (**S_B**) d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire C_B .

On dose un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (**S**) par la solution (**S_B**). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (**S_B**) versée, permet de tracer la courbe (**C**) de la **figure 2**. On désigne par V_{BE} , le volume de (**S_B**) versé pour atteindre le point d'équivalence.

1) a- En exploitant la courbe de la **figure 2** :

- justifier que **AH** est un acide faible ;
- préciser en le justifiant, la valeur du pK_a du couple acide / base relatif à l'acide **AH**.

b- Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide **AH** dans l'eau.

2) On désigne par pH_0 et τ_f respectivement, le pH de la solution (**S**) et le taux d'avancement final de la réaction du monoacide **AH** avec l'eau dans (**S**).

- a- Vérifier que l'acide **AH** est faiblement ionisé dans la solution (**S**) ($\tau_f \leq 0,05$).

b- Montrer que $C_A = 10^{pK_a - 2pH_0}$. Calculer la valeur de C_A .

c- Déterminer la valeur de C_B .

3) On prélève un volume $V_0 = 25 \text{ mL}$ de la solution (**S**) que l'on verse dans une fiole jaugée (**F**), puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Ainsi, on obtient une solution (**S'**) de volume V_F et de concentration molaire C'_A . On suppose que l'acide **AH** reste faiblement ionisé dans la solution (**S'**). On dose un volume $V'_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (**S'**) par la même solution aqueuse (**S_B**) d'hydroxyde de sodium. On désigne par V'_{BE} , le volume de (**S_B**) versé pour atteindre le point d'équivalence.

a- Exprimer C'_A en fonction de C_A , V_0 et V_F .

b- Justifier que :

- le pH de la solution (**S'**), noté pH'_0 , est supérieur à 2,9 ;
- le volume V'_{BE} est inférieur à V_{BE} .

c- Sachant que $pH'_0 = 3,05$, déterminer la valeur de V_F . Déduire la valeur de V'_{BE} .

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On réalise le montage électrique schématisé sur la **figure 3** comportant :

- un générateur de tension idéal de fem **E** ;
- un condensateur de capacité **C** réglable ;
- un dipôle **D** qui peut être soit une lampe, soit un conducteur ohmique de résistance **R** ;
- une bobine d'inductance **L** et de résistance négligeable ;

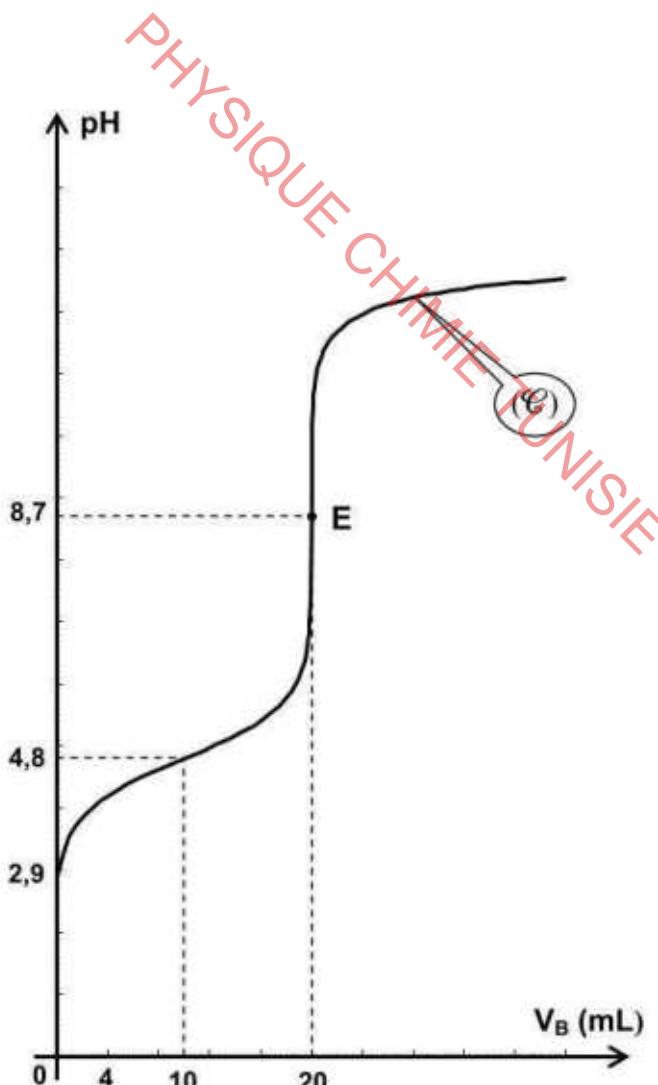


Figure 2

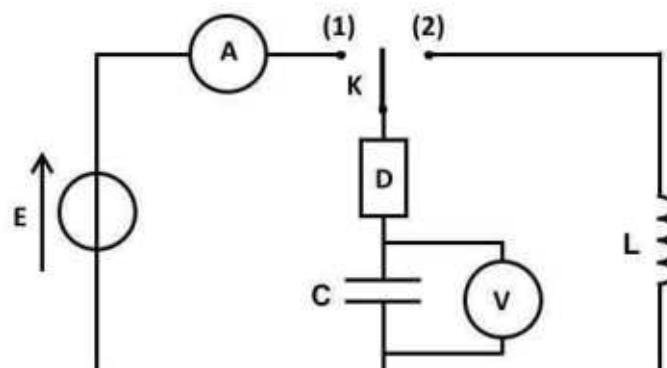


Figure 3



- un ampèremètre (A) de résistance négligeable ;
- un voltmètre (V) de résistance infinie ;
- un commutateur K.

A) Expérience 1

Le dipôle **D** est une lampe et le condensateur étant de capacité convenablement choisie et initialement déchargé. On ferme **K** sur la position (1), la lampe s'allume immédiatement et s'éteint spontanément.

1) Décrire brièvement ce qu'on observe :

- au niveau du voltmètre (V) ;
- au niveau de l'ampèremètre (A).

2) Justifier alors, pourquoi la lampe s'éteint spontanément.

B) Expérience 2

On débranche le circuit de l'**expérience 1**. On décharge le condensateur et on règle sa capacité à une valeur **C₁**. La lampe est remplacée par un conducteur ohmique de résistance **R = 100 Ω**. L'ampèremètre et le voltmètre sont éliminés. À l'instant **t = 0**, on ferme **K** sur la position (1). À l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire, on suit l'évolution au cours du temps de la tension **u_{c1}(t)** aux bornes du condensateur. On obtient la courbe de la **figure 4**.

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension **u_{c1}(t)** s'écrit :

$$\frac{du_{c1}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{c1}(t) = \frac{E}{\tau} ; \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du}$$

circuit que l'on exprimera en fonction de **R** et **C₁**.

2) a- En exploitant la courbe de la **figure 4** :

- justifier que **E = 6 V** ;
- déterminer la valeur de **τ**.

b- Déduire la valeur de la capacité **C₁**.

3) Le condensateur de capacité **C₁** étant complètement chargé. À un nouvel instant **t' = 0**, on bascule le commutateur **K** sur la position (2) et on suit de nouveau l'évolution au cours du temps de la tension **u_{c1}(t)** à l'aide du même oscilloscope. On obtient la courbe de la **figure 5** de la **page 5/5**. On désigne par **W** l'énergie électromagnétique de l'oscillateur électrique ainsi obtenu à un instant **t** quelconque. Soient **W₁** et **W₂** les valeurs des énergies électromagnétiques de cet oscillateur, respectivement aux instants **t₁ = 5 ms** et **t₂ = 20 ms**.

a- Nommer le régime d'oscillations électriques données par la **figure 5**.

b- On admet que la pseudo-période **T** des oscillations est égale à la période propre **T₀** de l'oscillateur (**L,C**). Déduire la valeur de **L**.

c- Calculer $\frac{W_2}{W_1}$. En déduire que l'énergie électromagnétique **W** de l'oscillateur électrique ne se conserve pas.

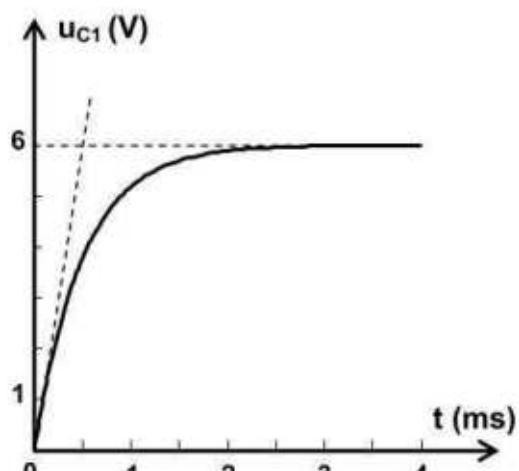


Figure 4

Exercice 2 (3,5 points)

On considère une corde élastique homogène de longueur **L = 70 cm**, tendue horizontalement suivant un axe **x'x** dont l'origine coïncide avec l'extrémité **S** de la corde. Une lame vibrante impose à cette extrémité de la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence **N** et d'amplitude **a = 2 mm**. L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (voir la **figure 6**). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de **S** et se propageant le long de la corde.

Le mouvement de **S** débute à l'instant **t = 0** et admet comme équation horaire : $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt)$.



Figure 6



À l'instant $t_1 = 25 \text{ ms}$, le point **A** de la corde d'abscisse au repos $x_A = 25 \text{ cm}$ entre en vibration. La courbe de la **figure 7** de la **page 5/5** représente l'aspect de la corde à un instant t_2 .

1) Déterminer la valeur de la célérité **v** de l'onde qui se propage le long de la corde élastique.

2) a- En exploitant la courbe de la **figure 7** :

- préciser la valeur de la longueur d'onde λ ;
- déterminer la valeur de t_2 .

b- Déduire la valeur de la fréquence **N**.

3) Comparer l'état vibratoire du point **A** par rapport à celui de la source **S** pour $t > t_1$.

4) a- Déterminer l'instant t_F au bout duquel le front d'onde issu de **S**, atteint l'abscisse $x_F = L$ pour la première fois.

b- Sans avoir recours aux calculs, représenter sur le même système d'axes de la **figure 7** de la **page 5/5** (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie), l'aspect de la corde à l'instant t_F .

c- Déduire le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport au point **A** à l'instant t_F .

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Quand un circuit résonne...

...Les électriciens découvrirent cent ans plus tard les possibilités infinies du « circuit oscillant », un assemblage de conducteurs électriques et de pièces métalliques dans lequel les courants et les tensions oscillent... Le courant dans un fil produit un champ magnétique... Le même courant électrique accumule dans deux lames métalliques parallèles des charges électriques de signe opposé qui tendent à refluer par les fils.

Le premier effet se traduit par la self-inductance ou par abréviation **self** du circuit, notée généralement **L**, le second par sa capacité **C**. Le circuit résonne à une fréquence **N₀**.

La self est, au plus simple, un fil enroulé ; la capacité, deux plaques métalliques parallèles séparées par un isolant mince.

Le phénomène de résonance le plus simple est que, si l'on applique au circuit une impulsion brève, des courants de fréquence **N₀** sont mis en branle dans le circuit... Si l'on applique des excitations répétées à cette fréquence **N₀**, dite fréquence propre ou fréquence de résonance du circuit, ces courants oscillants vont croître dans le temps sans limite autre que la destruction d'un élément par fusion ou étincelle (claquage). C'est la résonance.

Le cas le plus intéressant est celui où le circuit est excité à une fréquence différente de sa fréquence propre, ce qui est en fait toujours plus ou moins le cas. Les oscillations restent alors d'amplitude d'autant plus limitée que la fréquence d'excitation est plus éloignée de la fréquence propre. Plus éloignée de combien ? Cela dépend des pertes d'énergie du circuit oscillant du fait de sa structure (résistance du circuit)...

Extrait tiré de « Les Ondes en Physique : de Pythagore à nos jours » de Georges Mourier ; p. 49-50.

1) a- Dégager du texte un passage qui confirme que le phénomène de résonance d'intensité se produit à une fréquence égale à la fréquence propre du circuit.

b- Indiquer le danger qui peut affecter le circuit oscillant à la résonance d'intensité.

c- Préciser comment doit-on opérer expérimentalement pour éviter d'endommager le circuit oscillant tout en le maintenant en état de résonance d'intensité.

2) Justifier à partir du texte, que le choix d'une fréquence **N** de l'excitateur différente de la fréquence propre **N₀** constitue aussi une solution pour la protection du circuit oscillant du risque d'endommagement.

3) Le circuit oscillant est en état de résonance d'intensité. On désigne par **I₀** l'amplitude de l'intensité du courant électrique circulant dans ce circuit pour une valeur **R₀** de la résistance du même circuit.

Préciser en le justifiant, si l'on doit augmenter ou diminuer la résistance du circuit oscillant à partir de **R₀** pour atteindre la même amplitude **I₀**, mais, en excitant ce circuit à une fréquence **N** différente de sa fréquence propre.



Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants

Nom et Prénom : Date et lieu de naissance :

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session principale (2021)
Annexe à rendre avec la copie

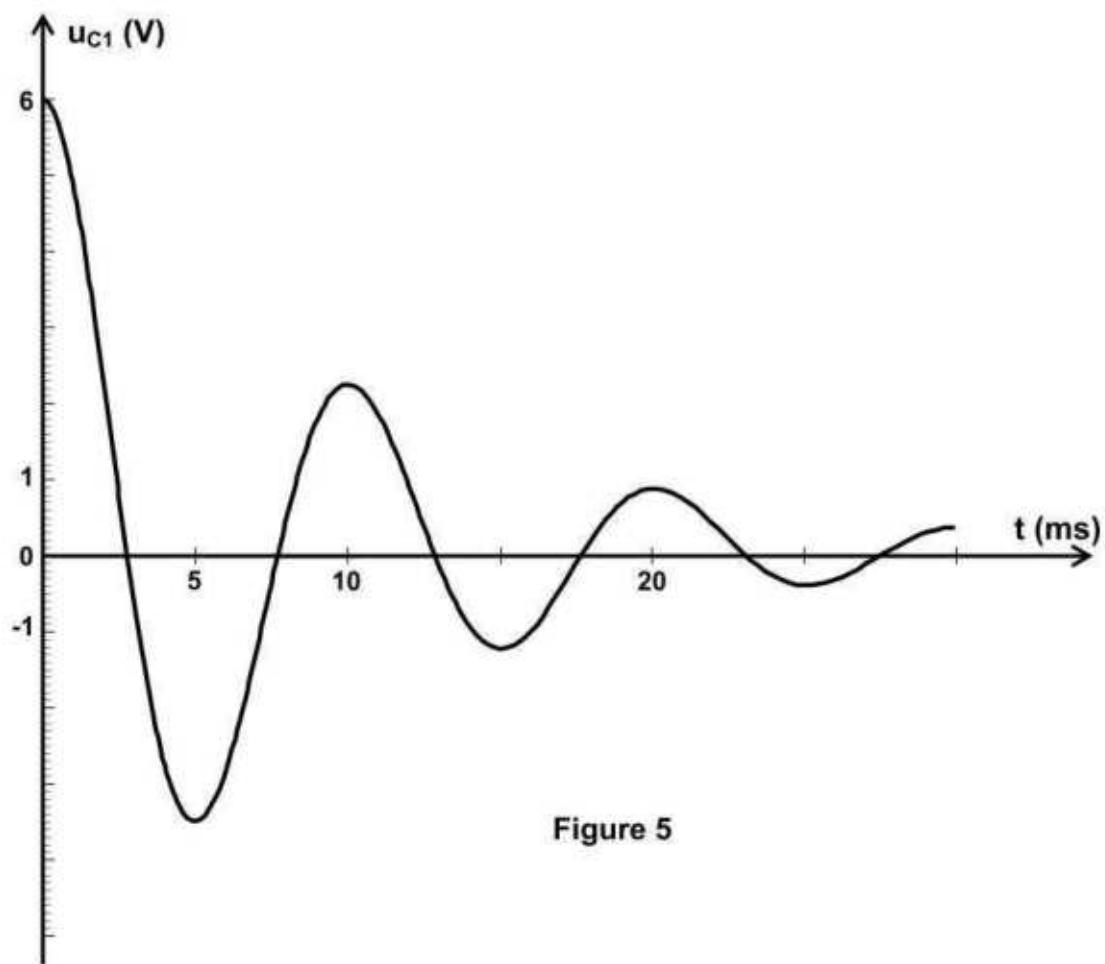


Figure 5

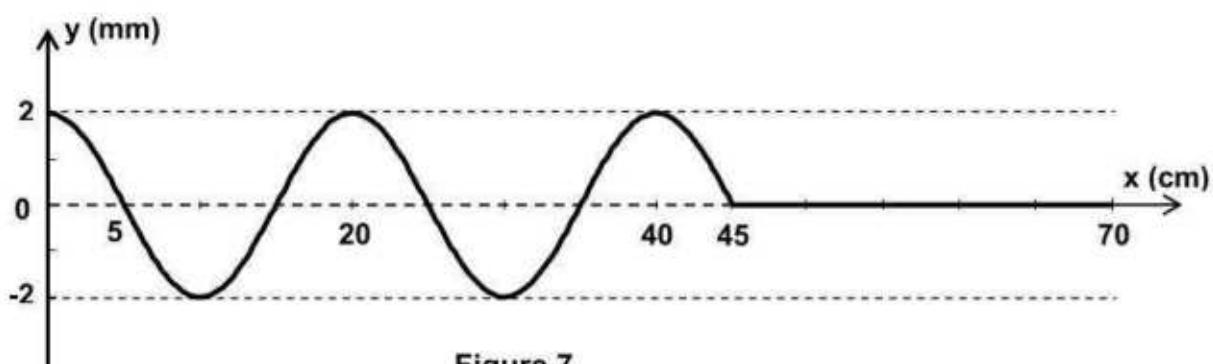


Figure 7

Corrigé et barème de notation

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

12 JUIN 2021



Barème

1) a- $\left[\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \right]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_1}{2}$ et $\left[\text{I}^- \right]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{C_2}{2}$

2x0,25

b-

Equation de la réaction		$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$+ 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{SO}_4^{2-}$	Concentration en mol.L ⁻¹	
Etat du système	Avancement volumique	$\frac{C_1}{2}$	$\frac{C_2}{2}$	0	0
t_{initial}	0	$\frac{C_1}{2}$	$\frac{C_2}{2}$	0	0
t	y	$\frac{C_1}{2} - y$	$\frac{C_2}{2} - 2y$	y	$2y$
t_{final}	y_f	$\frac{C_1}{2} - y_f$	$\frac{C_2}{2} - 2y_f$	y_f	$2y_f$

2) a- $\frac{\left[\text{I}^- \right]_0}{2} = \frac{C_2}{4} = \frac{kC_1}{4}$; or $k > 2 \Rightarrow \frac{\left[\text{I}^- \right]_0}{2} > \left(\left[\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \right]_0 = \frac{C_1}{2} \right) \Rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est le réactif limitant.

0,5

b- $y_f = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$\left[\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \right]_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = \frac{C_1}{2} \Rightarrow C_1 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

5x0,25

$$v(t=0) = \frac{dy}{dt} = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

3) Réaction (2) : à l'équivalence, on a : $n(\text{I}_2) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-})}{2} = \frac{CV_E}{2} \Rightarrow y = \frac{n(\text{I}_2)}{V_p} = \frac{CV_E}{2V_p}$

0,5

4) a- $y_f = \frac{CV_E}{2V_p} \Rightarrow V_p = \frac{CV_E}{2y_f} = 10 \text{ mL}$

2x0,25

b- $\left[\text{I}^- \right]_f = \frac{y_f}{4} = \frac{C_2}{2} - 2y_f = \frac{kC_1}{2} - 2y_f \Rightarrow k = \frac{9y_f}{2C_1} = \frac{9}{4} = 2,25$

0,75

Exercice 2 (4,5 points)

1) a- La courbe (c) présente deux points d'inflexion : il s'agit du dosage d'un acide faible par une base forte $\Rightarrow \text{AH}$ et un acide faible

2x0,25

A la demi-équivalence : $V_B = \frac{V_{BE}}{2} = 10 \text{ mL} \Rightarrow \text{pH} = \text{pK}_a(\text{AH}/\text{A}^-) = 4,8$



0,25

2) a- $\tau_f = \frac{10^{-\text{pH}_0}}{C_A} \Rightarrow C_A = \frac{10^{-\text{pH}_0}}{\tau_f}$, or : $3 \cdot 10^{-2} \leq C_A \leq 10^{-1}$ (en mol.L⁻¹)

0,5

d'après la courbe (c) : $\text{pH}_0 = 2,9$

$1,25 \cdot 10^{-2} \leq \tau_f \leq 4,19 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \tau_f \leq 5 \cdot 10^{-2} \Rightarrow$ AH est faiblement ionisé dans la solution (S)

b- $K_a = \frac{\tau_f [H_3O^+]}{1 - \tau_f}$; approximations exigées
 $C_A = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

c- A l'équivalence, on a : $n_a = n_b \Rightarrow C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_A}{V_{BE}} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

3) a- $C'_A = \frac{C_A V_0}{V_F}$

b- $pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C'_A)$; or $C'_A < C_A \Rightarrow pH'_0 > pH_0$

$V'_{BE} = \frac{C'_A V'_A}{C_B}$; or $C'_A < C_A$ et $V'_A = V_A \Rightarrow V'_{BE} < V_{BE}$

c-

$V_F = \frac{C_A V_0}{10^{pK_a - 2pH'_0}} = 50 \text{ mL}$

$V'_{BE} = \frac{C'_A V'_A}{C_B} = \frac{V_F}{C_B} V'_A = 10 \text{ mL}$

12.1 JUIN 2021



PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

A) Expérience 1

1) (V) indique une tension qui croît progressivement et se stabilise à une valeur constante égale à E.

2x0,25

(A) Indique une intensité du courant électrique qui diminue progressivement jusqu'à s'annuler.

0,25

2) Une fois complètement chargé, le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert, $i = 0$: la lampe s'éteint.

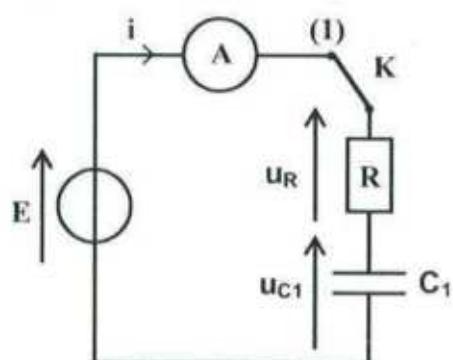
B) Expérience 2

1) Appliquons la loi des mailles : $E - u_{C1} - u_R = 0$

3x0,25

$$u_R = R i = R C_1 \frac{du_{C1}}{dt}$$

$$\frac{du_{C1}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{C1}(t) = \frac{E}{\tau} ; \text{ avec } \tau = R C_1$$



2) a- En régime permanent, $i = 0 \Rightarrow u_{C1} = E = 6 \text{ V}$
 $\tau = 0,5 \text{ ms}$

2x0,25

b- $C_1 = \frac{\tau}{R} = 5 \mu\text{F}$

2x0,25

3) a- Régime pseudopériodique

0,25

b- $T_0 = 2\pi\sqrt{LC_1} \Rightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C_1} = 0,5 \text{ H} ; \text{ avec } T_0 = T = 10 \text{ ms}$

3x0,25



0,25
+
0,5
+
0,25

c- $W_1 = \frac{1}{2} C_1 u_{C11}^2$; $W_2 = \frac{1}{2} C_1 u_{C12}^2$

$u_{C111} = -3,5 \text{ V}$

$u_{C112} = 0,9 \text{ V}$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{u_{C112}^2}{u_{C111}^2} = \frac{0,9^2}{3,5^2} = 6,61 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} < 1 \Rightarrow W_2 < W_1$$

⇒ l'énergie électromagnétique W ne se conserve pas.

Exercice 2 (3,5 points)

1) $x_A = vt_1 \Rightarrow v = \frac{x_A}{t_1} = 10 \text{ m.s}^{-1}$

12 JUIN 2021

2x0,25

2) a- $\lambda = 20 \text{ cm}$

$$x_{f2} = vt_2 = 45 \text{ cm} \Rightarrow t_2 = \frac{x_{f2}}{v} = 45 \text{ ms}$$

0,25
+
2x0,25

b- $N = \frac{v}{\lambda} = 50 \text{ Hz}$

2x0,25

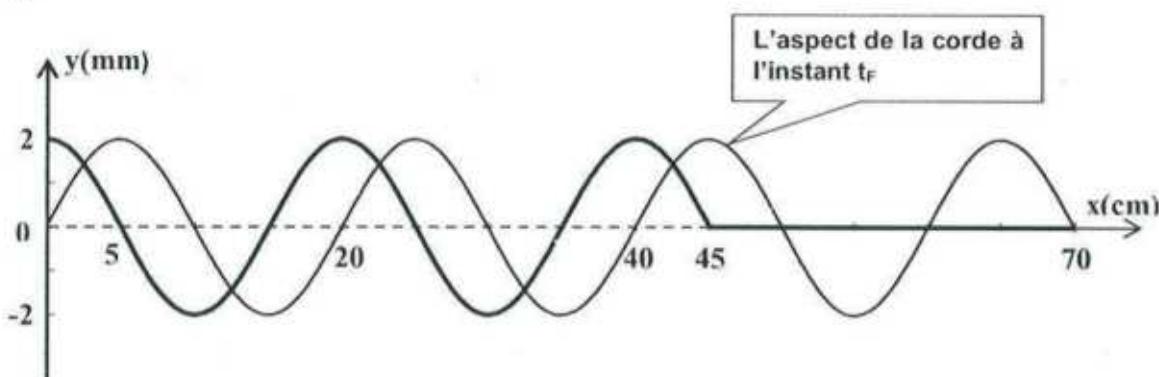
3) $\varphi_S = 0$; $\varphi_A = -\frac{2\pi x_A}{\lambda} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad.} \Rightarrow \varphi_A - \varphi_S = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow A \text{ vire en quadrature retard de phase par rapport à S.}$

0,5

4) a- $x_F = vt_F \Rightarrow t_F = \frac{x_F}{v} = 70 \text{ ms}$

0,25

b-



0,5

c- Quatre points d'abscisses respectives 0, λ , 2λ et 3λ .

2x0,25

Exercice 3 (3 points)

1) a- « Le circuit résonne à une fréquence N_0 ».

0,5

ou « ... si l'on applique des excitations..... C'est la résonance ».

b- Destruction d'un élément par fusion ou étincelle (claquage).

0,5

c- Augmenter la valeur de la résistance du circuit électrique.

0,5

2) « Les oscillations restentde la fréquence propre ».

0,5

3) Diminuer la résistance à partir de R_0 pour :

2x0,5

- minimiser les pertes d'énergie par effet Joule ;

ou

- accroître l'amplitude des oscillations pour atteindre I_0 .

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session de contrôle
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences expérimentales
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4

N° d'inscription

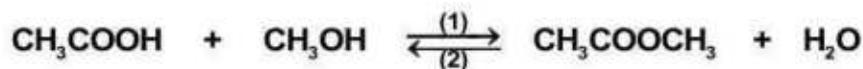
* * * *

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On se propose d'étudier l'équilibre estérification-hydrolyse modélisé par l'équation chimique suivante :



À la température de l'expérience, la constante d'équilibre relative à la réaction (1) est : $K = 4$.

À une température θ convenable, on prépare, à l'instant $t = 0$, un mélange réactionnel (**M**) renfermant n_1 mol d'acide éthanoïque (CH_3COOH), n_1 mol de méthanol (CH_3OH), n_2 mol d'éthanoate de méthyle ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$) et n_2 mol d'eau (H_2O), auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On suit expérimentalement l'évolution de la composition du mélange (**M**) au cours du temps. Les mesures faites permettent de tracer les courbes (C_1) et (C_2) de la figure 1 traduisant l'évolution au cours du temps respectivement, de la quantité de matière n_A de l'acide éthanoïque et celle de l'avancement x relatif à la réaction ayant lieu spontanément dans le mélange (**M**).

1) En exploitant les courbes de la figure 1 :

- a- préciser en le justifiant, si le système chimique du mélange (**M**) évolue, à partir de l'instant $t = 0$, dans le sens de la réaction d'estérification ou de celle d'hydrolyse ;
 - b- dresser alors, le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction ayant lieu spontanément ;
 - c- déterminer la valeur de n_1 et celle de l'avancement final x_f de la réaction ayant lieu spontanément.
- 2) Déduire la valeur de n_2 et celle du taux d'avancement final τ_f de la réaction ayant lieu spontanément.
- 3) Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique.
- 4) On aurait pu obtenir la même composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique que précédemment, mais en partant d'un mélange initial équimolaire renfermant uniquement n_0 mol d'acide éthanoïque et n_0 mol de méthanol.
- a- Déterminer la valeur de n_0 .
 - b- Calculer la nouvelle valeur du taux d'avancement final τ'_f dans ces conditions.

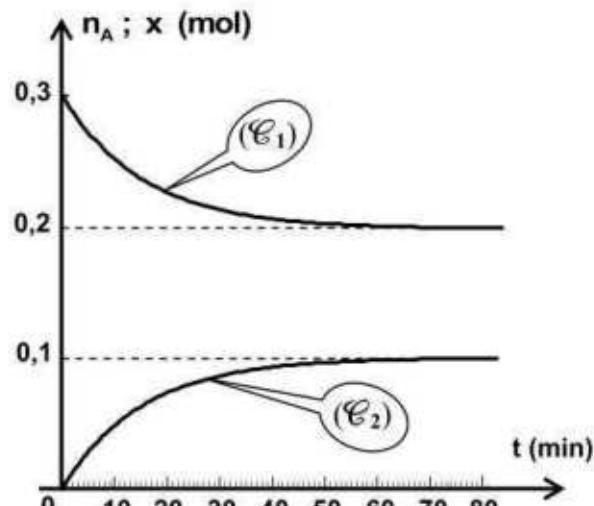


Figure 1



Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de chacune des monobases étudiées.

On considère une solution aqueuse (S) d'une monobase faible B , de concentration molaire C et de pH donné. On suppose que la monobase B est faiblement ionisée dans (S).

1) a- Écrire l'équation de la réaction de la monobase B avec l'eau.

b- Le taux d'avancement final de la réaction de la monobase B avec l'eau dans la solution (S) est noté τ_f . Exprimer τ_f en fonction du pH de la solution (S), sa concentration C et pK_e .

c- Montrer que τ_f s'écrit : $\tau_f = 10^{pK_a - pH}$; où $pK_a = pK_a (BH^+/B)$.

2) On prépare deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) contenant respectivement les monobases faibles B_1 et B_2 et de concentrations molaires respectives C_1 et C_2 . Les deux monobases B_1 et B_2 sont supposées faiblement ionisées dans leurs solutions respectives. On mesure le pH de chacune des solutions aqueuses (S_1) et (S_2). Les pH des deux solutions, les valeurs des τ_f et les valeurs des pK_a relatifs aux monobases B_1 et B_2 sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S_1)	(S_2)
pH	11,10	11,45
τ_f	$1,26 \cdot 10^{-2}$	.....
pK_a	.....	9,9

Reproduire et compléter le tableau ci-dessus.

3) a- Comparer les forces relatives des monobases B_1 et B_2 .

b- Vérifier que $C_1 \approx C_2 \approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

4) On désire préparer une solution aqueuse (S'_2) par dilution avec de l'eau distillée de la solution (S_2) contenant la monobase B_2 , tout en respectant la condition : $\tau_f \leq 0,05$ (base faiblement ionisée).

a- Montrer que le pH de la solution diluée (S'_2), noté pH' , est tel que : $pH' \geq 11,20$.

b- Déterminer la valeur de la concentration minimale $C_{2\min}$ telle que la monobase B_2 reste faiblement ionisée dans (S'_2).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Le circuit de la figure 2 comporte un générateur de tension supposé idéal de fem E , un conducteur ohmique de résistance R , une bobine (B) et un interrupteur K , tous branchés en série.

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on visualise la tension $u_B(t) = u_{PM}(t)$ aux bornes de la bobine à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de la figure 3.

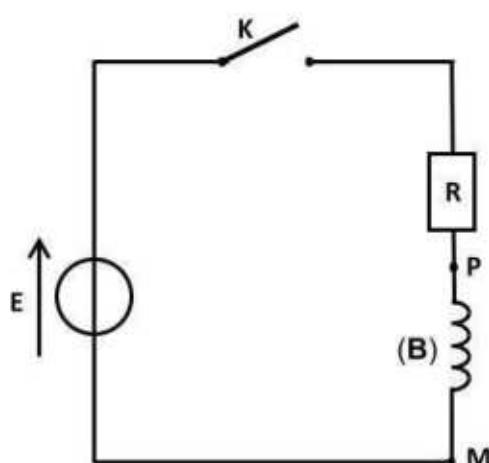


Figure 2

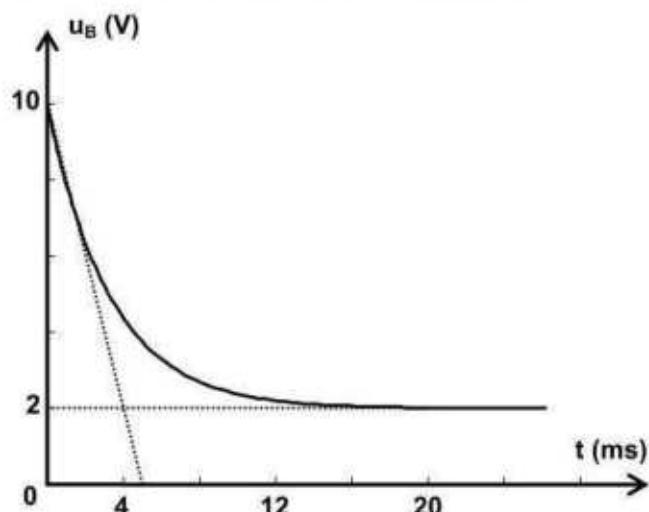


Figure 3



1) En exploitant la courbe de la **figure 3** :

- a- justifier que la bobine a une résistance r non nulle ;
- b- déterminer la constante de temps τ du circuit.

2) L'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit :

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{R}{L} E ; \text{ où } L \text{ représente l'inductance de la bobine et } \tau = \frac{L}{R+r}.$$

a- En déduire l'expression de l'intensité I_0 du courant électrique circulant dans le circuit en régime permanent, en fonction de E , r et R .

b- La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme :

$$u_R(t) = \frac{R}{R+r} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}). \text{ Montrer que : } u_R(t) = \frac{R}{R+r} E e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{r}{R+r} E.$$

c- Déduire la valeur de E .

3) Sachant que $R = 40 \Omega$, déterminer les valeurs de I_0 et r .

4) Déduire la valeur de L .

Exercice 2 (4 points)

Le circuit électrique de la **figure 4** comporte montés en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 89 \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité $C = 0,5 \mu F$ et un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable. Un générateur basse fréquence (**GBF**) impose aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$ de valeur efficace $U = 4,6 \text{ V}$ constante et de fréquence N réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \phi_i)$; avec I sa valeur efficace et ϕ_i sa phase initiale. On fait varier la fréquence N et on note à chaque fois la valeur de l'intensité efficace I du courant électrique indiquée par l'ampèremètre (**A**). On trace la courbe $I = f(N)$ de la **figure 5** traduisant l'évolution de I en fonction de N .

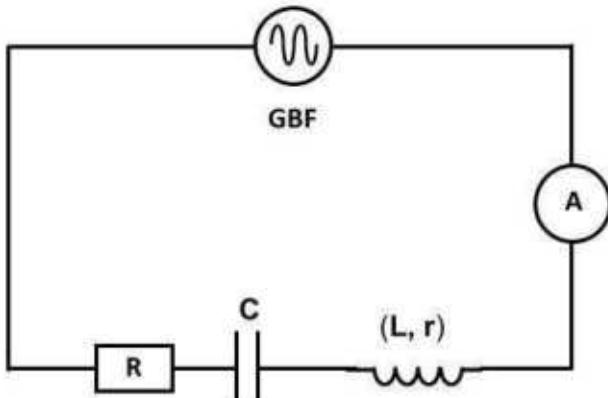


Figure 4

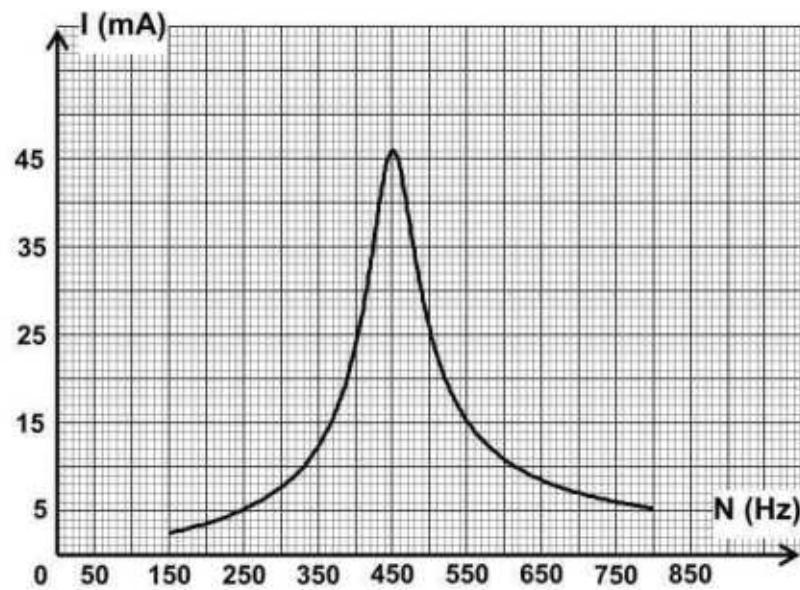


Figure 5

1) a- En exploitant la courbe de la **figure 5**, déterminer la valeur de l'intensité efficace maximale I_0 et celle de la fréquence N_0 qui lui correspond.

b- Nommer le phénomène physique ayant lieu pour $N = N_0$.

c- Déterminer les valeurs de L et r .



- 2) On fait varier la fréquence N à partir de N_0 . Pour une fréquence $N = N_1$, on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R . On obtient les courbes de la **figure 6**.

- a- Montrer que le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique est :

$$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$

- b- Comparer N_1 à N_0 . Justifier la réponse.

- 3) Déterminer la valeur de N_1 .

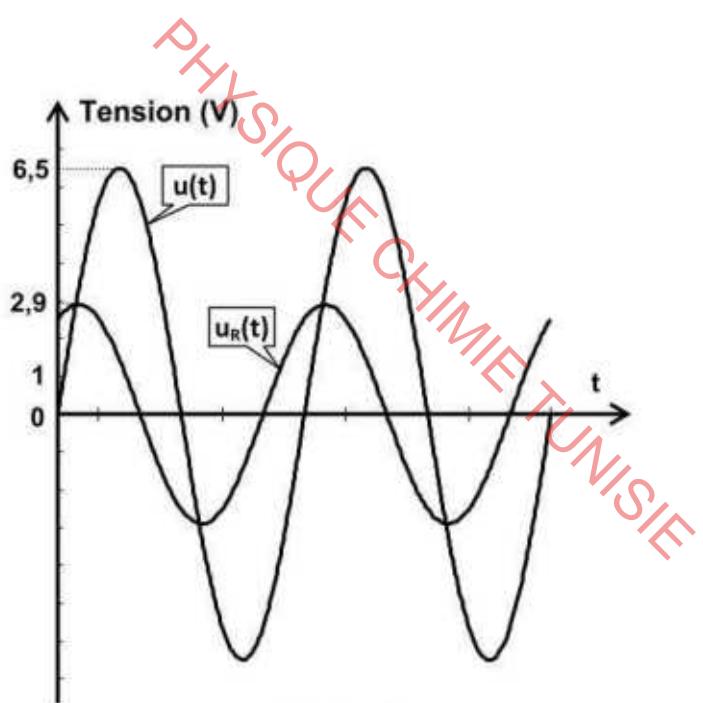


Figure 6

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Histoire des ondes

Le mot « onde » est issu du latin « unda » qui se rapporte à une « eau qui se déplace en se soulevant et en s'abaissant ». Il se traduit en anglais par « wave », mot de la même racine que « vague », hérité de l'ancien scandinave pour désigner l'onde formée par le vent à la surface de la mer ou d'un lac. On est donc forcé de constater que, très tôt, le concept d'onde a émergé de l'observation du mouvement de la surface libre des océans, des lacs, des canaux et des rivières. Des phénomènes apparemment aussi différents que les marées, les vagues sur l'océan...sont de la même famille. Ce sont, en effet, des ondes périodiques caractérisées par un mouvement de la surface de l'eau, de nature oscillatoire et qui se propage...

...Il faut bien souligner que c'est bien l'ondulation de la surface que l'on voit se déplacer et non le liquide... Pour s'en convaincre, on pourra observer par exemple le bouchon du pêcheur qui est soumis aux mouvements verticaux de l'eau alors que les rides soulevées par le vent se déplacent par rapport à lui : l'onde véhicule une information (ici, le déplacement de la surface), mais pas de matière...

... Le phénomène d'onde n'est pas limité aux seules déformations visibles à la surface de l'eau puisque le son et la lumière appartiennent aussi à la famille des ondes périodiques... Contrairement aux ondes de surface, il n'est pas possible « d'observer » directement la nature ondulatoire du son ou de la lumière. Il a fallu pour cela réaliser des expériences indirectes.

D'après Olympiades de Physique France « Des ondes à la surface de l'eau : une histoire qui fait des vagues ! » (2011).

- 1) En se référant au texte, préciser l'origine historique du concept onde.
- 2) Dégager du texte ce qui confirme que la propagation d'une onde à la surface de l'eau :
 - est transversale ;
 - correspond à un transport d'énergie sans transport de matière.
- 3) a- En se référant au texte, citer deux exemples d'ondes progressives dont on ne peut pas observer directement la nature ondulatoire.
- b- Proposer une expérience qui met en évidence la nature ondulatoire de la lumière.



Corrigé et barème de notation

CHIMIE (9 points)		Barème
Exercice 1 (4,5 points)		
1) a- n_A diminue au cours du temps \Rightarrow le système chimique évolue spontanément dans le sens de la réaction d'estérification		2x0,25
b-		
Equation de la réaction	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
Etat du système	Avancement	Nombre de mol en mol
t_{initial}	0	n_1
T	X	$n_1 - X$
t_{final}	X_f	$n_1 - X_f$
c- $n_1 = 0,3 \text{ mol}$ et $X_f = 0,1 \text{ mol}$		2x0,25
2) $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOCH}_3]_{\text{eq}} [\text{H}_2\text{O}]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}} [\text{CH}_3\text{OH}]_{\text{eq}}} = \frac{(n_2 + X_f)^2}{(n_1 - X_f)^2} \Rightarrow \text{or } 2 = \frac{(n_2 + X_f)}{(n_1 - X_f)} \Rightarrow n_2 = 0,3 \text{ mol}$		0,75
$\tau_f = \frac{X_f}{X_{\text{max}}} = \frac{1}{3}$		+0,5
3) $n_A = n_{\text{ai}} = n_1 - X_f = 0,2 \text{ mol}$ $n_{\text{ester}} = n_{\text{eau}} = n_2 + X_f = 0,4 \text{ mol}$		2x0,25
4) a- $K = \frac{(0,4)^2}{(n_0 - 0,4)^2} \Rightarrow \text{or } 2 = \frac{(0,4)}{(n_0 - 0,4)} \Rightarrow n_0 = 0,6 \text{ mol}$		0,5
b- $\tau_f' = \frac{X_f'}{X_{\text{max}}'} = \frac{0,4}{0,6} = \frac{2}{3}$		+0,25
Exercice 2 (4,5 points)		0,5
1) a- $\text{B} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BH}^+ + \text{OH}^-$		0,25
b- $\tau_f = \frac{[\text{OH}^-]}{C} = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+] \times C} = \frac{10^{\text{pH}-\text{pK}_a}}{C}$		2x0,25
c- $\tau_f = 10^{\text{pK}_a - \text{pH}}$; approximation exigée ($\tau_f \ll 1$)		0,75
2) $\tau_{f2} = 10^{\text{pK}_{a2} - \text{pH}_2} = 10^{9,9 - 11,45} = 2,81 \cdot 10^{-2}$ $\text{pK}_{a1} = \log \tau_{f1} + \text{pH}_1 = 9,2$		2x0,5
3) a- $\text{pK}_{a1} < \text{pK}_{a2} \Rightarrow \text{B}_2$ est une base plus forte que B_1 .		2x0,25



08 JUIL 2021

b- $C_1 = \frac{10^{pH_1 - pK_a}}{\tau_{f1}} = 9,99 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

2x0,25

$C_2 = \frac{10^{pH_2 - pK_a}}{\tau_{f2}} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Donc : $C_1 \approx C_2 \approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

4) a-

$\tau_f \leq 0,05 \Rightarrow pK_a - pH' \leq \log 0,05 \Rightarrow pH' \geq pK_a - \log 0,05 \Rightarrow pH' \geq 11,2 : pH'_{\min} = 11,2$

0,5

b- $C_{2\min} = \frac{10^{pH'_{\min} - pK_a}}{10^{pK_{a2} - pH'_{\min}}} = 3,16 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

2x0,25

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4 points)

1) a- En régime permanent $I = \text{constante}$ et $u_B \neq 0$; or $u_B = \frac{Ldi}{dt} + ri$

2x0,25

En régime permanent $u_B = ri \neq 0$ donc $r \neq 0$

0,25

b- $\tau = 4 \text{ ms}$

2) a- $U_R = RI_0 = \frac{R\tau E}{L}$

0,5

$I_0 = \frac{E}{R+r}$

b- $u_B(t) = \frac{R}{R+r} E e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{r}{R+r} E$

0,5

c- À $t = 0$, $U_B(0) = E = 10 \text{ V}$

2x0,25

3) En régime permanent : $U_R = E - U_{Bp} = RI_0 = 8 \text{ V}$

0,75

$I_0 = \frac{U_R}{R} = 0,2 \text{ A}$

+

$RI_0 = 2 \text{ V} \Rightarrow r = 10 \Omega$

0,5

4) $L = \tau(R + r) = 0,2 \text{ H}$

2x0,25

Exercice 2 (4 points)

1) a- $I_0 = 46 \text{ mA}$

2x0,25

$N_0 = 450 \text{ Hz}$

0,25

b- Phénomène de résonance d'intensité

0,25

c- Résonance d'intensité :

$4\pi^2 L C N_0^2 = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 C N_0^2} = 0,25 \text{ H}$

0,5

+0,25

$U = (R + r)I_0 \Rightarrow r = \frac{U}{I_0} - R = 11 \Omega$

0,5

+0,25

2) a- $|\Delta\phi| = \omega \times |\Delta t| = \frac{2\pi}{T} \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$

2x0,25

or $u_R(t)$ est en avance de phase sur $u(t) \Rightarrow \Delta\phi = \phi_u - \phi_i = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$

2x0,25

b- $N_1 < N_0$ car le circuit est capacitif.

2x0,25



3) $U_{Rm1} = RI_{m1} = Rh\sqrt{2} \Rightarrow I_1 = \frac{U_{Rm1}}{R\sqrt{2}}$	3×0,25
$U_{Rm1} = 2,9 \text{ V}$, donc $I_1 = 23 \text{ mA}$ qui correspond à la fréquence $N_1 \approx 400 \text{ Hz}$ d'après la courbe de la figure 5.	
Exercice 3 (3 points)	
1) « Le mot « onde » est issu du latin « unda » qui se rapporte à une « eau qui se déplace en soulevant et en s'abaissant » ».	0,5
2) – Onde transversale : « ...Le bouchon du pêcheur par rapport à lui ». - Transport d'énergie sans transport de matière : « ... L'onde véhicule.....matière ».	0,5
3) a- Són ; Lumière	2×0,5
b- Diffraction de la lumière par une fente ou par un obstacle.	0,5



08 JUIL. 2021



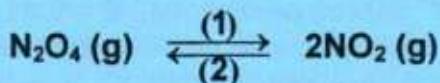
PPPPPP

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4 points)

À une température θ_1 et sous une pression P adéquates, on introduit à l'instant $t = 0$, dans une enceinte fermée à paroi rigide préalablement vide, n_0 mol du gaz tétraoxyde de diazote (N_2O_4). La décomposition de ce gaz conduit à l'équilibre chimique (E_1) modélisé par l'équation chimique suivante :



Avec :

N_2O_4 : gaz incolore

NO_2 : gaz jaune-brun

- 1) Lorsque l'équilibre chimique (E_1) est atteint, le nombre total de moles de gaz dans l'enceinte est $n_T = 0,91$ mol.
 - Dresser le tableau descriptif en avancement x , relatif à la réaction de décomposition de N_2O_4 .
 - Le taux d'avancement final de la réaction (1) est $\tau_{f1} = 0,3$. Déterminer la valeur de n_0 ainsi que celle de l'avancement final x_{f1} de la réaction (1).
- 2) Le mélange gazeux de couleur jaune-brune est à l'état d'équilibre chimique (E_1). Une variation de la pression P de ce mélange, à la même température θ_1 , conduit à un nouvel état d'équilibre (E_2) caractérisé par un affaiblissement de l'intensité de la couleur jaune-brune du mélange réactionnel.
 - Déduire le sens d'évolution suivant lequel l'équilibre chimique (E_1) s'est déplacé suite à cette variation de la pression P .
 - Préciser en le justifiant, s'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation de la pression P .
- 3) On reprend le mélange gazeux à l'état d'équilibre chimique (E_1). On élève la température à une valeur θ_2 tout en conservant la pression constante. Un nouvel état d'équilibre chimique (E_3) s'établit, tel que 50 % de N_2O_4 introduit dans l'enceinte à $t = 0$ se sont dissociés.
 - Comparer en le justifiant, le taux d'avancement final τ_{f3} de la réaction de décomposition de N_2O_4 à τ_{f1} . En déduire si la couleur jaune-brune du mélange gazeux obtenu en (E_3) est plus intense ou plus claire que celle du mélange obtenu en (E_1).
 - Justifier que la réaction de décomposition de N_2O_4 est endothermique.
 - Déterminer la composition du mélange réactionnel lorsque l'état d'équilibre chimique (E_3) est atteint.

Exercice 2 (5 points)

On donne la classification électrochimique de quelques couples redox suivants :

Cu^{2+}/Cu	$H_3O^+/H_2(g)$	Sn^{2+}/Sn	Ni^{2+}/Ni	Co^{2+}/Co	Fe^{2+}/Fe	Pouvoir oxydant décroissant
--------------	-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------------------------

Les potentiels standard d'électrodes de ces couples redox, à 25 °C, sont consignés d'une manière aléatoire dans le tableau 1 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie).

- 1) a- Définir le potentiel standard d'électrode d'un couple redox.
 b- Compléter le tableau 1 de la page 5/5 en plaçant chacun des couples redox manquants dans la case correspondante.
- 2) On considère une demi-pile formée par une électrode métallique attaquable et une solution aqueuse de son sel. Le couple redox mis en jeu est M^{2+}/M (M représente le métal et M^{2+} son ion en solution). On réalise les deux piles suivantes :
- pile (P_1) : symbolisée par $Pt | H_2 (P = 1 \text{ atm}) | H_3O^+ (1 \text{ mol.L}^{-1}) || M^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) | M$. La mesure de la fem initiale E_{i1} de cette pile donne : $E_{i1} < 0$;
 - pile (P_2) : symbolisée par $Co | Co^{2+} (C \text{ mol.L}^{-1}) || M^{2+} (C \text{ mol.L}^{-1}) | M$. La mesure de la fem initiale E_{i2} de cette pile donne : $E_{i2} > 0$.
- a- Justifier que le potentiel standard d'électrode $E^{\circ}_{M^{2+}/M}$ du couple M^{2+}/M est négatif.
- b- À l'instant $t = 0$ pris comme origine des temps, on relie les bornes de la pile (P_2) à un circuit extérieur. Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P_2) débite du courant électrique.
- c- En déduire un encadrement de $E^{\circ}_{M^{2+}/M}$.
- 3) La concentration C étant de valeur $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. La pile (P_2) débite toujours du courant électrique dans le circuit extérieur. À un instant ultérieur t_1 , les valeurs de la fem E de cette pile et de la concentration en ions M^{2+} sont respectivement $E = 0,01 \text{ V}$ et $[M^{2+}] = 6,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Soit y l'avancement volumique de la réaction qui se produit spontanément à l'instant t_1 .
- a- Exprimer la fem E en fonction de la fem standard E° de la pile (P_2), de C et de y .
- b- Déterminer la valeur de $E^{\circ}_{M^{2+}/M}$ et identifier le métal M parmi les métaux donnés dans la classification électrochimique précédente.
- c- Calculer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P_2).
- d- La pile (P_2) est usée. Déterminer :
- d₁- les valeurs des concentrations finales en ions Co^{2+} et M^{2+} ;
 - d₂- la masse m du métal M déposé.
- On donne la masse molaire du métal : $M (M) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$
- On suppose qu'aucune des électrodes de la pile (P_2) ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions sont égaux, de valeur $V = 50 \text{ mL}$ chacun et demeurent constants durant le fonctionnement de la pile (P_2).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

Le circuit électrique de la figure 1 comporte, montés en série, un résistor de résistance $R = 130 \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C et un ampèremètre (A). Un générateur basse fréquence (GBF) impose, aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \phi_i)$, avec I_m son amplitude et ϕ_i sa phase initiale. À l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément la tension $u(t)$ et la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor de résistance R . Pour une fréquence $N = N_1$, on obtient les courbes de la figure 2.

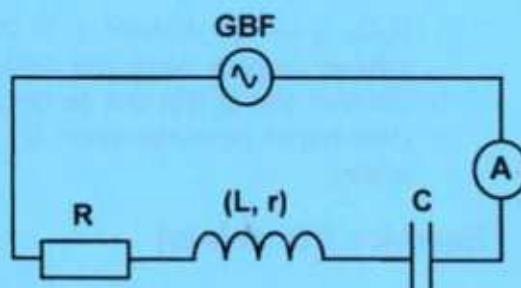


Figure 1

- 1) En exploitant les courbes de la figure 2 :

- a- déterminer la valeur de la fréquence N_1 ;

b- montrer que le déphasage de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique est : $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i = \frac{\pi}{3}$ rad.

En déduire la nature du circuit (capacitif, inductif ou résistif).

2) a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_1 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

b- Déterminer la valeur de l'impédance électrique Z_1 du circuit.

c- Montrer que : $r = \frac{Z_1 - 2R}{2}$. Calculer sa valeur.

3) L'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$ au cours du temps s'écrit :

$$(R + r)i + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$$

Un voltmètre (V) branché aux bornes de l'ensemble {résistor, bobine} du circuit indique une valeur $U_1 = 11,6$ V.

La figure 3 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée, à la fréquence N_1 , relative à l'équation différentielle précédente.

a- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 3 de la page 5/5.

b- En déduire les valeurs de L et de C .

4) Le voltmètre (V) est maintenant branché aux bornes de l'ensemble {bobine, condensateur}. On règle la fréquence N à une valeur N_2 de façon à annuler le déphasage $\Delta\phi$.

a- Déterminer la valeur de l'intensité efficace I_2 du courant électrique indiquée par l'ampèremètre.

b- Déterminer la valeur de la tension efficace U_2 indiquée par le voltmètre (V).

Exercice 2 (3 points)

Un vibreur muni d'une pointe provoque, en un point S de la surface libre d'une nappe d'eau, initialement au repos contenue dans une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence N . Une onde progressive, de longueur d'onde λ , se propage à la surface libre de l'eau avec une célérité v constante. Le point S débute son mouvement à l'instant $t = 0$, en partant de l'état de repos. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

On considère deux points A et B de la surface libre de l'eau situés sur la même direction de propagation (Sx), du même côté du point S et à des distances respectives $SA = x_A$ et $SB = x_B$, avec $x_B > x_A$. (Voir la figure 4).

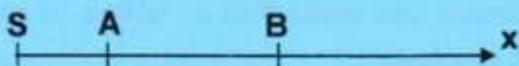


Figure 4

La figure 5 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie) représente le diagramme du mouvement du point B .

1) Déterminer graphiquement les valeurs de la fréquence N et de l'amplitude a .

2) L'onde issue de S atteint le point A à l'instant $t_A = 0,1$ s.

a- Représenter, sur le même système d'axes de la figure 5 de la page 5/5, le diagramme du mouvement du point A .

b- Montrer que la longueur d'onde λ s'exprime par la relation : $\lambda = \frac{x_B - x_A}{N \cdot \Delta t}$; où Δt représente la durée de propagation de l'onde du point A au point B .

c- Déduire les valeurs de la longueur d'onde λ et de la célérité v de propagation.

On donne $x_A = 1,2$ cm et $x_B = 3$ cm.

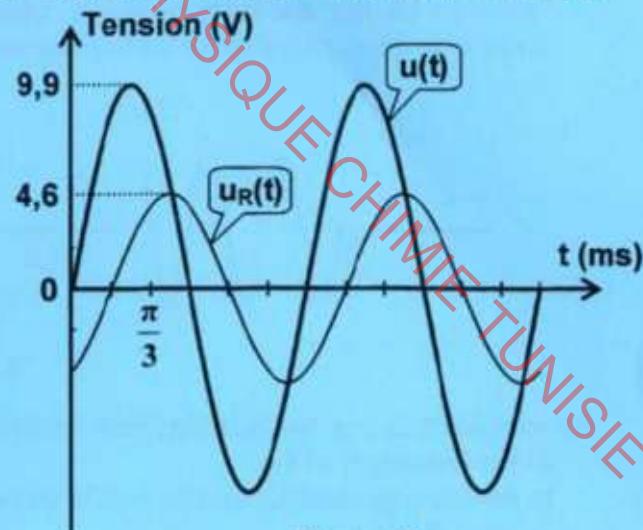


Figure 2

- 3) À un instant t_1 et suite à une coupure du courant électrique, le vibreur s'arrête. On suppose que l'arrêt du vibreur est instantané. La figure 6 représente, à un instant $t_2 > t_1$, une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S.

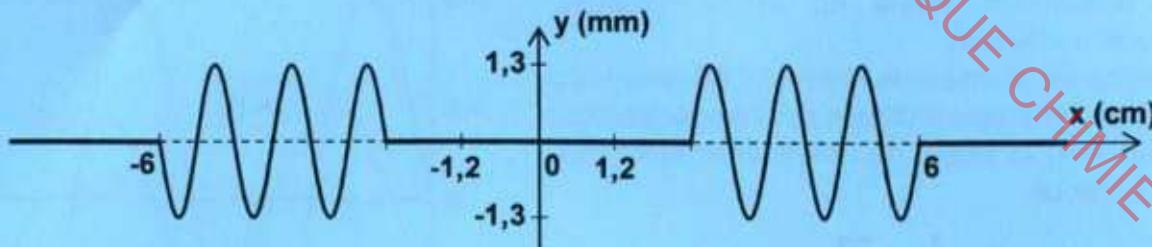


Figure 6

En exploitant la courbe de la figure 6, déterminer :

- les instants t_1 et t_2 ;
- les lieux géométriques des points de la nappe d'eau qui, à l'instant t_2 , vibrent en phase avec le point B.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

L'équivalence masse-énergie

En 1913, Paul Langevin transpose les réflexions d'Einstein à la physique nucléaire et explique ainsi le « défaut de masse » des noyaux atomiques : pourquoi la masse d'un noyau atomique est-elle toujours inférieure à la somme des masses au repos des nucléons qui le constituent ? Langevin propose que le noyau, en se formant à partir de ses composants, libère de l'énergie pour stabiliser sa structure et que cette libération d'énergie s'accompagne d'une perte de masse.

Quelques années plus tard, une autre découverte dévoile toute la signification de l'équivalence masse-énergie : la fission nucléaire. En 1938, les chimistes allemands Otto Hahn et Fritz Strassmann, en bombardant de l'uranium avec des neutrons, notent, dans les produits de la réaction, la présence du baryum radioactif, c'est-à-dire d'un élément dont le noyau comporte moins de protons que l'uranium. Les physiciens autrichiens Lise Meitner et Otto Frisch interprètent ce résultat par la fission de l'uranium : l'uranium, bombardé par des neutrons, se fragmente en deux noyaux plus légers et plusieurs neutrons. L'énergie libérée correspond à une petite partie de la masse au repos du noyau d'uranium, mais est déjà considérable. En outre, les neutrons émis lors de la fission pourraient peut-être à leur tour, dans des conditions adéquates, provoquer de nouvelles fissions, produisant ainsi une réaction en chaîne qui libérerait une énorme quantité d'énergie.

*D'après un article de Silvio Bergia,
Revue POUR LA SCIENCE, mai 2002.*

- En se référant au texte, donner une explication du défaut de masse qui accompagne la formation d'un noyau à partir de ces nucléons.
- Justifier à partir du texte, que la réaction de fission nucléaire s'accompagne d'une conversion de la masse en énergie.
- La réaction nucléaire, décrite dans le texte, se traduit par l'équation suivante :



- En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer Z et y.
- Calculer, en MeV, l'énergie W libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.

On donne : $m({}_{92}^{235}U) = 234,9934 \text{ u}$; $m({}_{56}^{141}Ba) = 140,9144 \text{ u}$; $m({}_Z^{92}Kr) = 91,9261 \text{ u}$
 $m({}_0^1n) = 1,0087 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$.

Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants

Nom et Prénom : Date et lieu de naissance :

X

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
 Session principale (2020)
 Annexe à rendre avec la copie

Tableau 1

$E^\circ_{\text{Ox/Red}} \text{ (V)}$	-0,28	0,34	0	-0,14	-0,44	-0,26
Couple Ox/Red	Co^{2+}/Co}$	.....	\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2(\text{g})$	.....	.....	\text{Ni^{2+}/Ni

Figure 3

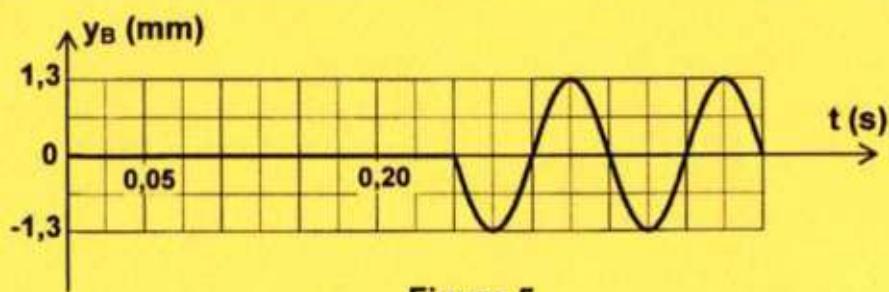
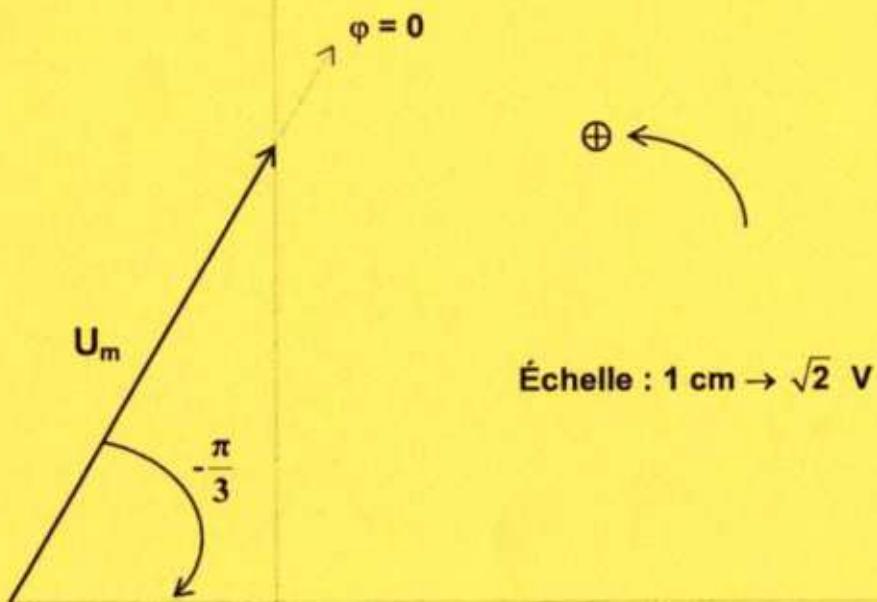


Figure 5

Corrigé et barème de notation
14 JUIL 2020



Barème

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4 points)

1) a-

Equation de la réaction			
$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 2\text{NO}_2(\text{g})$			
		Quantités de matière (mol)	
Etat du système	Avancement (mol)		
initial	0	n_0	0
intermédiaire	x	$n_0 - x$	$2x$
final	x_{f1}	$n_0 - x_{f1}$	$2x_{f1}$

$$b- n_T = n_0 + x_{f1} ; \quad \tau_{f1} = \frac{x_{f1}}{x_{\max}} = \frac{x_{f1}}{n_0} \Rightarrow x_{f1} = n_0 \cdot \tau_{f1} \Rightarrow$$

$$n_0 = \frac{n_T}{1 + \tau_{f1}} = 0,7 \text{ mol} \quad \text{et} \quad x_{f1} = 0,21 \text{ mol}$$

0,5

4x0,25

2x0,25

2x0,25

2) a- Affaiblissement de l'intensité de la couleur jaune-brune \Rightarrow l'équilibre s'est déplacé dans le sens (2) car le nombre de moles de NO_2 a diminué.

b- Loi de modération : une augmentation de la pression, pour un système fermé et à température constante déplace l'équilibre dans le sens de diminution du nombre total de moles gazeuses \Rightarrow le sens (2) correspond à une diminution du nombre total de moles gazeuses \Rightarrow il s'agit d'une augmentation de la pression P.

3) a- $\tau_{f3} = \frac{x_{f3}}{x_{\max}} = \frac{x_{f3}}{n_0} ; \quad x_{f3} = \frac{n}{2} \Rightarrow \tau_{f3} = 0,5 ; \tau_{f3} > \tau_{f1} \Rightarrow$ le nombre de moles de NO_2 augmente à volume constant \Rightarrow l'équilibre se déplace dans le sens de la réaction (1) \Rightarrow la couleur du mélange est plus intense

3x0,25

0,25

b- Loi de modération : une augmentation de la température, pour un système fermé et à pression constante, déplace l'équilibre dans le sens de la réaction endothermique \Rightarrow la décomposition de N_2O_4 est endothermique.

$$c- x_{f3} = n_0 \cdot \tau_{f3} = 0,35 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,35 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2) = 0,7 \text{ mol}$$

2x0,25

Exercice 2 (5 points)

1) a- Définition : le potentiel standard d'un couple redox est la fem de la pile constituée par l'électrode normale à hydrogène placée à gauche est la demi-pile du couple redox placée à droite dans les conditions standard.

0,25

b- Le couple redox qui a le pouvoir oxydant le plus fort lui correspond le potentiel standard d'électrode le plus grand.

E° Ox/Red (V)	-0,28	0,34	0	-0,14	-0,44	-0,26
Couple Ox/Red	Co ²⁺ /Co	Cu ²⁺ /Cu	H ₃ O ⁺ /H ₂ (g)	Sn ²⁺ /Sn	Fe ²⁺ /Fe	Ni ²⁺ /Ni

2) a- $E_{ii} = E^\circ (M^{2+}/M) - E^\circ (H_3O^+/H_2(g)) = E^\circ (M^{2+}/M)$

Or $E_{ii} < 0 \Rightarrow E^\circ (M^{2+}/M) < 0$

b- (P₂) : $E_{ii} > 0 \Rightarrow$ la réaction directe se produit spontanément :



c- D'après la réaction spontanée, l'oxydant le plus fort réagit avec le réducteur le plus fort $\Rightarrow E^\circ (M^{2+}/M) > E^\circ (Co^{2+}/Co)$ et on a $E^\circ (M^{2+}/M) < 0 \Rightarrow -0,28 \text{ V} < E^\circ (M^{2+}/M) < 0$

3) a-

Etat du système	Avancement volumique	Equation de la réaction			
		$M^{2+} + Co \rightleftharpoons M + Co^{2+}$			
initial	0	C			C
intermédiaire	y	C - y			C + y
final	y _f	C - y _f			C + y _f

$$E = E^\circ - 0,03 \text{ log} \left(\frac{C+y}{C-y} \right)$$

b- $y = C - [M^{2+}]_{ii} = 3,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$E^\circ (M^{2+}/M) = E + E^\circ (Co^{2+}/Co) + 0,03 \text{ log} \left(\frac{C+y}{C-y} \right) = -0,26 \text{ V} \Rightarrow M \equiv Ni$$

c- $K = 10^{\frac{E^\circ}{0,03}} = 4,64$

14 JUIL 2020

d- $d_1 - K = \frac{C+y_f}{C-y_f} \Rightarrow y_f = \frac{C(K-1)}{K+1} = 6,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$[M^{2+}]_f = 3,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Co^{2+}]_f = 16,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$d_2 - y_f = \frac{n_{\text{Md}\ddot{\text{e}}\text{p}}}{V} \Rightarrow m_{\text{Md}\ddot{\text{e}}\text{p}} = n_{\text{Md}\ddot{\text{e}}\text{p}} \cdot M(M) = 189,3 \text{ mg}$$



0,5

3x0,25

2x0,25

3x0,25

2x0,25

Physique (11 points)

Barème

Exercice 1 (5 points)

1) a- $T_1 = \pi ms \Rightarrow N_1 = \frac{1}{T_1} = 318,3 \text{ Hz}$

0,25

b- $u(t)$ est en avance de phase sur $u_R(t)$ c'est à dire sur $i(t) \Rightarrow$

$$\Delta\phi = \varphi_u - \varphi_i = \frac{2\pi}{T_1} \Delta t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \Delta\phi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$

$\Delta\phi = \varphi_u - \varphi_i > 0$: circuit inductif

3x0,25

2) a- $I_1 = \frac{U_{Rm}}{R\sqrt{2}} = 25 \text{ mA}$

2x0,25

b- $Z_1 = \frac{U_m}{I_1\sqrt{2}} = 280 \Omega$

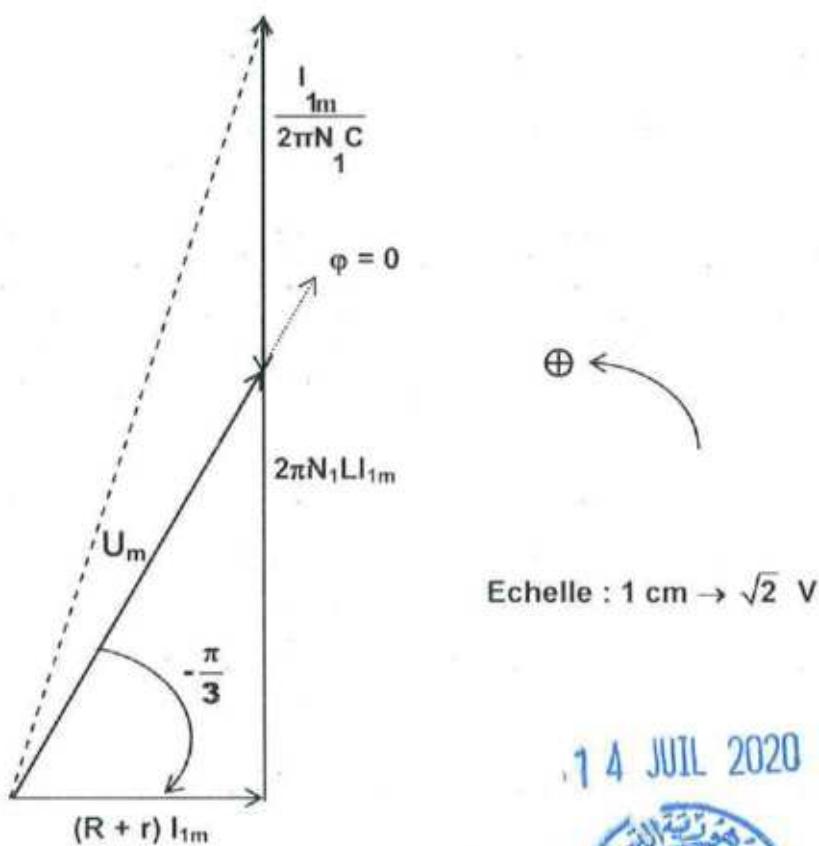
2x0,25

$$c- \cos \Delta\phi = \frac{R+r}{Z_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = \frac{Z_1 - 2R}{2} = 10 \Omega$$

0, 5+0,25

3) a- $U_{1m} = U_1 \sqrt{2}$ correspond à l'amplitude du vecteur associé à l'expression :

$$(R+r)i + L \frac{di}{dt}$$



0,75

Echelle : 1 cm $\rightarrow \sqrt{2}$ V

14 JUIL 2020



b- $C \approx 2,5 \mu F$

$L \approx 0,22 H$

2x0,25

4) a- $\Delta\phi = 0 \Rightarrow$ résonance d'intensité

$$\frac{1}{2} = \frac{U_m}{(R+r)\sqrt{2}} = 50 \text{ mA}$$

2x0,25

b- $U_2 = r I_2 = 0,5 \text{ V}$

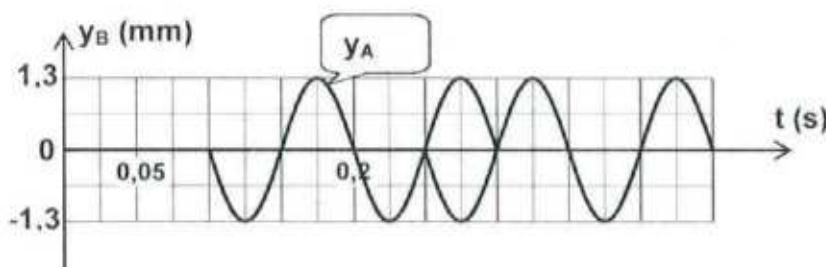
2x0,25

Exercice 2 (3 points)

1) $T = 0,1 \text{ s} \Rightarrow N = \frac{1}{T} = 10 \text{ Hz} \quad a = 1,3 \text{ mm}$

2x0,25

2) a-



0,5

b- $x_A = \lambda N t_A$; $x_B = \lambda N t_B$ et $\Delta t = t_B - t_A \Rightarrow \lambda = \frac{x_B - x_A}{N \cdot \Delta t}$	0,5
c- $\lambda = 1,2 \text{ cm}$	2x0,25
$v = \lambda N = 0,12 \text{ m.s}^{-1}$	2x0,25
3) a- $t = \frac{5\lambda}{v} = 0,5 \text{ s} \Rightarrow t_1 = t_2 - 2T = 0,3 \text{ s}$	2x0,25
b- Les points M qui vibrent en phase avec le point B sont ceux situés, en repos, sur des cercles de rayons : 4,2 cm et 5,4 cm.	2x0,25
Exercice 3 (3 points)	
1) « En se formant à partir de ses composants, le noyau libère de l'énergie pour stabiliser sa structure et cette libération d'énergie s'accompagne d'une perte de masse ».	0,75
2) « L'énergie libérée correspond à une petite partie de la masse au repos du noyau d'uranium ».	0,75
3) a- Conservation du nombre de masse : $y = 3$ conservation du nombre de charge : $Z = 36$	4x0,25
b- $W = \Delta m \cdot c^2 = 126,21 \text{ MeV}$	0,5



14 JUIL 2020

شـشـشـشـشـشـشـ

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1 / 4 à 4 / 4.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On étudie la transformation lente et supposée totale de la réduction des ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ par les ions iodures I^- modélisée par l'équation suivante :



À une température θ_1 adéquate, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 :

À l'instant $t = 0$, on mélange un volume $V_1 = 10 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) de peroxodisulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) de concentration molaire $C_1 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ avec un volume $V_2 = 40 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire $C_2 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$. Par une méthode appropriée, on suit l'évolution au cours du temps de la quantité de matière de diiode I_2 formée. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe $x = f(t)$, donnée par la figure 1, représentant l'évolution de l'avancement x de la réaction au cours du temps.

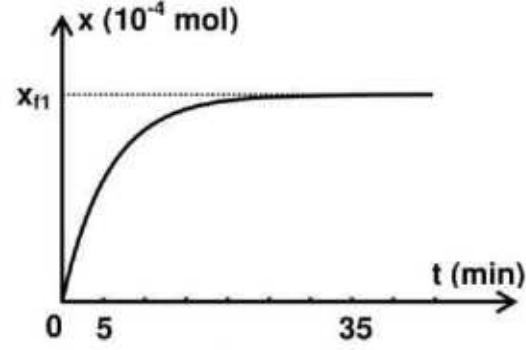


Figure 1

- 1) Dresser le tableau descriptif en avancement x , relatif à la réaction étudiée.
- 2) Préciser en le justifiant, le réactif limitant. En déduire la valeur de l'avancement final x_{f1} .
- 3) Déterminer la valeur de la vitesse moyenne v_{m1} de la réaction étudiée pendant la durée $\Delta t_1 = 30 \text{ min}$ mesurée à partir de l'instant $t = 0$.

Expérience 2 :

Dans trois bêchers identiques (B_1), (B_2) et (B_3), on prépare trois mélanges contenant chacun un volume V_1 de (S_1), un volume V'_2 de (S_2) et un volume V_e d'eau distillée (chaque mélange a un volume total : $V_T = V_1 + V'_2 + V_e = 50 \text{ mL}$). Par une méthode expérimentale convenable, on détermine, pour chacun des mélanges, la durée Δt_i ($i = 1, 2, 3$) nécessaire à la formation de la même quantité de matière finale de I_2 obtenue dans l'expérience 1.

La durée Δt_i est mesurée à partir de l'instant auquel le mélange est réalisé. Pour chaque mélange, les volumes et la durée correspondants sont reportés dans le tableau ci-contre.

On désigne par :

- v_{m2} , la vitesse moyenne de la réaction étudiée dans le bêcher (B_2) pendant Δt_2 ;

- v_{m3} , la vitesse moyenne de la réaction étudiée dans le bêcher (B_3) pendant Δt_3 .

- 1) Justifier que dans les trois bêchers, l'avancement final x_i de la réaction étudiée est égal à x_{f1} .
- 2) Indiquer pourquoi ajoute-on de l'eau distillée dans les bêchers (B_2) et (B_3).
- 3) a- Justifier que $v_{m1} > v_{m2} > v_{m3}$.
b- En déduire une comparaison entre Δt_1 , Δt_2 et Δt_3 .

Bêcher	(B_1)	(B_2)	(B_3)
V_1 (mL)	10	10	10
V'_2 (mL)	40	30	20
V_e (mL)	0	10	20
$\Delta t_{i(i=1,2,3)}$ (min)	Δt_1	Δt_2	Δt_3

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont considérées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_w = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide étudié.

On dispose d'une solution aqueuse (S) d'un monoacide **AH** faible de concentration molaire C_a . L'acide **AH** est supposé faiblement ionisé dans (S) et le **pH** de sa solution aqueuse (S) est donné par la relation : $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a)$, avec K_a la constante d'acidité du couple **AH / A⁺**.

On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction du monoacide **AH** avec l'eau dans (S).

1) Établir la relation : $pH = pK_a + \log \tau_f$.

2) On préleve un volume $V_p = 10 \text{ mL}$ de la solution (S) que l'on dilue en lui ajoutant un volume V_e d'eau distillée ; on obtient ainsi une solution aqueuse (S') de concentration molaire C'_a . On suppose que l'acide **AH** demeure faiblement ionisé suite à cette dilution et on désigne par τ'_f le taux d'avancement final de la réaction de **AH** avec l'eau dans (S').

a- Montrer que : $\log \frac{\tau'_f}{\tau_f} = \frac{1}{2} \log \frac{V_p + V_e}{V_p}$.

b- Sachant que $\left(\frac{\tau'_f}{\tau_f}\right)^2 = 10$, déterminer la valeur de V_e .

3) On dose un volume $V_b = 10 \text{ mL}$ de la solution (S) par une solution aqueuse (S_b) d'hydroxyde de sodium (**NaOH**) de concentration molaire $C_b = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Le suivi pH-métrique de ce dosage donne les résultats consignés dans le tableau suivant :

	État de demi-équivalence	État d'équivalence
Volume V_b de (S _b) versé en mL	5	10
pH du mélange (S + S _b)	4,8	8,7

a- En exploitant le tableau ci-dessus :

a₁- déterminer la valeur de C_a ;

a₂- préciser en le justifiant, la valeur du pK_a du couple **AH / A⁺**.

b- Déduire les valeurs de **pH** de la solution (S) et de **pH'** de la solution (S').

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série, un générateur de tension idéal de **fem E**, un résistor de résistance **R** variable, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** et un interrupteur **K**.

1) À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur **K**. Un courant électrique circule dans le circuit avec une intensité instantanée $i(t)$ qui augmente graduellement au cours du temps et atteint le régime permanent après un retard de temps.

a- Énoncer la loi de Lenz.

b- Justifier que la bobine est responsable du retard de l'établissement du régime permanent.

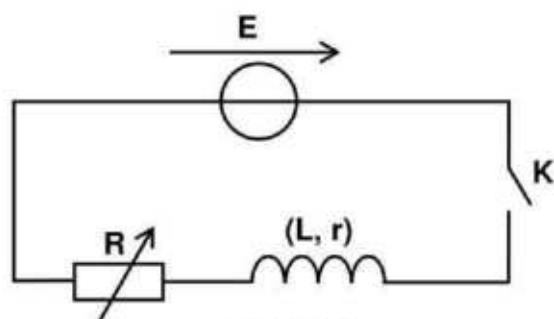


Figure 2

2) L'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor est régie par l'équation différentielle suivante : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{u_R(t)}{\tau} = \frac{RE}{L}$; où τ représente la constante de temps du circuit.

On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = U(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; avec U la valeur de $u_R(t)$ en régime permanent.

- Rappeler l'expression de τ en fonction de L , r et R .
- Exprimer U en fonction de E , r et R .

3) On établit plusieurs fois le régime permanent et, ce, en variant à chaque fois la valeur de la résistance R du résistor. On détermine pour chaque valeur de R , la valeur de la constante de temps τ . Ceci a permis de tracer la courbe $\frac{1}{\tau} = f(R)$ de la figure 3.

En exploitant la courbe de la figure 3, montrer que $L = 0,5 \text{ H}$ et $r = 10 \Omega$.

4) À la fin de l'expérience réalisée en 3), on ouvre l'interrupteur K . On règle la résistance R à une valeur R_1 . À un nouvel instant $t' = 0$, on ferme K et on suit l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de la figure 4.

- Relever graphiquement la valeur de τ .
- Déduire les valeurs de R_1 et de E .

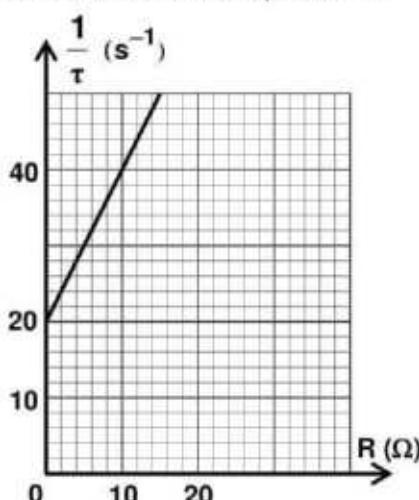


Figure 3

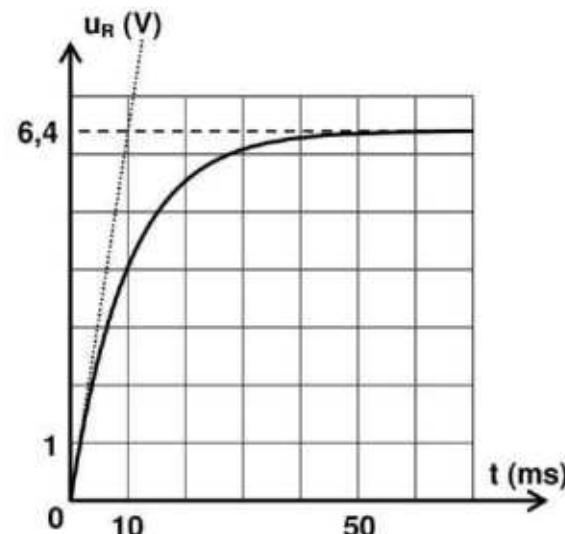
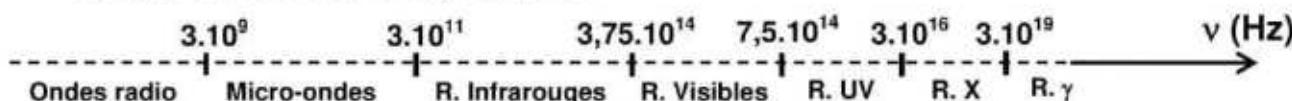


Figure 4

Exercice 2 (4 points)

On donne :

- constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- spectre d'ondes électromagnétiques :



Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} ; \text{ avec } E_0 = 21,76 \cdot 10^{-19} \text{ J et } n \text{ un entier naturel non nul.}$$

On considère la fréquence $v_{p,n}$ de la radiation émise lors de la transition de l'atome d'hydrogène d'un niveau d'énergie E_p vers un niveau d'énergie E_n tel que $p > n$.

- Montrer que la fréquence $v_{p,n}$ vérifie la relation : $v_{p,n} = \frac{E_0}{h} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$.
- Calculer les valeurs de $v_{3,1}$ et $v_{2,1}$. Préciser le domaine dans lequel se situent ces deux radiations.
- Montrer que : $v_{3,1} = v_{3,2} + v_{2,1}$. En déduire la valeur de $v_{3,2}$.

- 2) Grâce à des radiations électromagnétiques, on fournit à l'atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, successivement trois photons. L'énergie de chaque photon correspond à une transition possible entre le niveau d'énergie E_1 et un niveau d'énergie E_p . Le photon le plus énergétique, parmi les trois, possède une énergie $W = 20,40 \cdot 10^{-19}$ J.
- a- Préciser le niveau le plus haut auquel peut passer l'atome d'hydrogène à partir de son état fondamental.
- b- On s'intéresse maintenant aux radiations émises lors des transitions possibles de l'atome d'hydrogène de l'un des niveaux d'énergies E_p précédemment occupés par cet atome vers le niveau d'énergie E_2 .
- b₁- Préciser les transitions possibles.
- b₂- Montrer que les fréquences des radiations émises lors de ces transitions se situent dans le domaine visible.
- c- Déduire la valeur de la fréquence $v_{4,3}$. Préciser le domaine dans lequel se situe cette radiation.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Le phénomène de résonance

La résonance est le phénomène par lequel un système accumule périodiquement de l'énergie, et cette accumulation d'énergie entraîne l'apparition d'oscillations dont l'amplitude dépend directement de l'énergie totale du système. On dit que le système «entre en résonance». De cette définition de la résonance, ressortent donc deux conditions essentielles : il doit y avoir une accumulation d'énergie par le système et cette accumulation doit être effectuée à une fréquence bien particulière N_r dépendant du système. Cette dernière est appelée «fréquence de résonance».

Un système accumulant périodiquement de l'énergie à une fréquence égale à sa fréquence de résonance va être le siège d'oscillations dont l'amplitude est proportionnelle à l'énergie totale emmagasinée. En d'autres mots, plus un système accumule de l'énergie à sa fréquence de résonance, plus ses oscillations vont être importantes. Un système non-amorti accumulera périodiquement de l'énergie jusqu'à ce que l'amplitude de ses oscillations soit si grande qu'elle provoquera la rupture d'une ou plusieurs parties du système.

Dans le domaine automobile, à grande vitesse, les irrégularités de la route provoquent des vibrations communiquées à la carrosserie, générant un tremblement inconfortable et des bruits de vrombissement relativement gênants. Pour réduire l'effet de résonance, les voitures comportent des amortisseurs destinés à dissiper une partie de l'énergie des vibrations.

D'après un article de Thomas Boisson, Pourquoi la résonance peut-elle être dangereuse ?, juillet 2017.

- 1) a- En se référant au texte, définir le phénomène de résonance.
b- Donner les conditions pour lesquelles se manifeste le phénomène de résonance.
- 2) a- Préciser le risque pour un système mécanique non-amorti qui accumule périodiquement de l'énergie à sa fréquence de résonance.
b- En se référant au texte, justifier qu'on peut réduire le risque de la résonance sur un système mécanique.
- 3) On se place dans le cas où le système mécanique est un pendule élastique. On s'intéresse alors aux oscillations forcées du pendule élastique en régime sinusoïdal.

Représenter sur le même graphique l'allure de la courbe d'évolution de l'amplitude X_m des oscillations en fonction de la fréquence N de l'excitateur pour deux valeurs h_1 et h_2 du coefficient de frottement. Indiquer sur le graphe les fréquences de résonance d'elongation N_{r1} et N_{r2} correspondant respectivement à h_1 et à h_2 , ainsi que la fréquence propre N_0 du résonateur.

On suppose que $h_1 < h_2 < h_t$; avec h_t la valeur de h au-dessus de laquelle il n'y a plus de résonance.

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Expérience 1 :

1)

Equation de la réaction				Barème
$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$				
Etat du système		Avancement		Quantités de matière (mol)
initial	0	C_1V_1	C_1V_1	0
intermédiaire	x	$C_1V_1 - x$	x	$2x$
final	x_0	$C_1V_1 - x_0$	x_0	$2x_0$

2) $\frac{n_0(I^-)}{2} = \frac{C_2V_2}{2} = 10^{-2} \text{ mol}$

$n_0(S_2O_8^{2-}) = C_1V_1 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$n_0(S_2O_8^{2-}) < \frac{n_0(I^-)}{2} \Rightarrow S_2O_8^{2-} \text{ est le réactif limitant}$

$C_1V_1 - x_0 = 0 \Rightarrow x_0 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

3)

$$v_{m1} = \frac{x_0}{\Delta t_1} = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

Expérience 2 :

1) $S_2O_8^{2-}$ reste toujours le réactif limitant : $[I]_{i1} > [I]_{i2} > [I]_{i3}$

0,75

2) L'ajout de l'eau permet de maintenir le volume total V_T constant $\Rightarrow [S_2O_8^{2-}]$ constante alors que $[I]$ diminue

0,5

3) a- $[I]$ diminue de B_1 à $B_3 \Rightarrow v_m$ diminue $\Rightarrow v_{m1} > v_{m2} > v_{m3}$

0,5

b- $\frac{x_0}{\Delta t_1} > \frac{x_0}{\Delta t_2} > \frac{x_0}{\Delta t_3} \Rightarrow \Delta t_3 > \Delta t_2 > \Delta t_1$

0,5

Exercice 2 (4,5 points)

1) $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a)$

0,75

$$\tau_f = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \Rightarrow C_a = \frac{[H_3O^+]}{\tau_f} = \frac{10^{-pH}}{\tau_f}$$

$\Rightarrow pH = pK_a + \log \tau_f$

2) a- $pH - pK_a = \log \tau_f$

$pH' - pK_a = \log \tau_f'$



30 JUIL 2020

0,75

$$\log \frac{\tau_f}{\tau_i} = \frac{1}{2} \log \frac{C_a}{C'_a}$$

$$\frac{C_a}{C'_a} = \frac{V_p + V_e}{V_p}$$

$$\Rightarrow \log \frac{\tau_f}{\tau_i} = \frac{1}{2} \log \frac{V_p + V_e}{V_p}$$

$$b- \left(\frac{\tau_f}{\tau_i} \right)^2 = 10 \Rightarrow \frac{V_p + V_e}{V_p} = 10$$

$$V_e = 9 V_p \Rightarrow V_e = 90 \text{ mL}$$

0,5

$$3) a-a_1- C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_0} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

0,75

a₂- À la demi-équivalence : pH = pK_a = 4,8

2x0,25

$$b- pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a) = 2,9$$

0,5

$$pH' = \frac{1}{2}(pK_a - \log C'_a) = \frac{1}{2}(pK_a - \log \frac{C_a}{10}) = 3,4$$

0,75

Physique (11 points)

Barème

Exercice 1 (4 points)

1) a- Loi de Lenz

0,25

b- La bobine est le siège d'un courant induit qui s'oppose à l'établissement du courant principal.

0,5

$$2) a- \tau = \frac{L}{R+r}$$

0,25

$$b- \text{En régime permanent : } U = \frac{RE}{R+r}$$

0,5

3)

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{L} R + \frac{r}{L}$$

0,25

$$\text{pente} = \frac{1}{L} \Rightarrow L = 0,5 \text{ H}$$

0,5

$$\text{pour } R = 0 \Rightarrow r = 10 \Omega$$

0,5

$$4) a- \tau = 10 \text{ ms}$$

0,25

$$b- R_1 = \frac{L - \tau r}{\tau} = 40 \Omega$$

2x0,25

$$E = \frac{(R_1 + r)U}{R_1} = 8 \text{ V}$$

2x0,25

Exercice 2 (4 points)

1) a-

$$E_p - E_n = v_{p,n} h = \frac{E_0}{n^2} - \frac{E_0}{p^2}$$

0,5

$$v_{p,n} = \frac{E_0}{h} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

$$b- v_{1,1} = 2,92 \cdot 10^{15} \text{ Hz} ; \quad v_{2,1} = 2,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

3x0,25



30 JUIL 2020

$v_{3,1}$ et $v_{2,1}$ appartiennent au domaine R.U.V

$$c- v_{3,2} = \frac{E_0}{h} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) ; \quad v_{2,1} = \frac{E_0}{h} \left(1 - \frac{1}{4} \right) ; \quad v_{3,1} = \frac{E_0}{h} \left(1 - \frac{1}{9} \right)$$

$$v_{3,1} - v_{2,1} = v_{3,2} = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

0,75

2) a-

$$v_{p,1} = \frac{E_0}{h} \left(1 - \frac{1}{p^2} \right) = \frac{w}{h}$$

$p = 4$
b- $b_1- 4 \rightarrow 2$
 $3 \rightarrow 2$

$b_2- v_{4,2} = 6,16 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
 $v_{3,2} = 4,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$v_{3,2}$ et $v_{4,2}$ appartiennent au domaine visible

2x0,25

2x0,25

2x0,25

2x0,25

c- $v_{4,2} - v_{3,2} = v_{4,3} = 1,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
 $v_{4,3}$ appartient au domaine R.I.R

2x0,25

Exercice 3 (3 points)

1) a- « La résonance l'énergie totale du système ». 0,5

b-

- Accumulation de l'énergie par le système
- L'accumulation doit être effectuée à une fréquence bien particulière : fréquence de résonance

2) a- Rupture d'une ou plusieurs parties du système

b- Plus un système accumule de l'énergie à sa fréquence de résonance plus les oscillations vont être importantes. Pour réduire l'effet de la résonance il faut dissiper une partie de l'énergie. 0,5

0,5

0,5



13 U JUIL 2020

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Dans un bêcher, on prépare un mélange équimolaire (M) d'un ester (E) et de l'eau, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit le mélange homogénéisé (M) en cinq volumes égaux contenant chacun n_0 mol de l'ester (E) et n_0 mol d'eau et on les verse dans des tubes à essai numérotés de 1 à 5.

On munit chaque tube à essai d'un bouchon surmonté d'un tube effilé et on les plonge tous, à l'instant $t = 0$, dans un bain-marie porté à une température θ convenable.

A des instants successifs t_i ($i = 1, 2, \dots, 5$), on sort respectivement l'un des tubes chauffés, numérotés de 1 à 5 et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée. On dose, à chaque fois, l'acide contenu dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C = 2 \text{ mol.L}^{-1}$.

On désigne par V_{E3} , V_{E4} et V_{E5} les volumes de la solution aqueuse de NaOH nécessaires, à l'équivalence, pour doser l'acide carboxylique formé respectivement dans les tubes numérotés 3, 4 et 5. On obtient : $V_{E3} = V_{E4} = V_{E5} = 10 \text{ mL}$.

La constante d'équilibre relative à cette réaction d'hydrolyse est $K = 0,25$.

1) a- Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction d'hydrolyse étudiée dans un tube à essai.

b- Déterminer les avancements x_3 , x_4 et x_5 . En déduire l'avancement final x_f de la réaction étudiée.

2) Le taux d'avancement final de la réaction d'hydrolyse étudiée étant τ_f .

a- Montrer que : $\frac{\tau_f}{1 - \tau_f} = 0,5$. Calculer la valeur de τ_f .

b- En déduire la valeur de n_0 .

c- Déduire la quantité de matière initiale n_{E0} d'ester contenu dans le mélange (M).

3) Maintenant, on étudie la réaction d'hydrolyse de la même quantité de matière $n_{E0} = 0,3 \text{ mol}$ d'ester (E) avec une quantité de matière n_1 d'eau telle que $n_1 > n_{E0}$. Pour cela, on prépare un mélange (M') contenant ces quantités de matière d'ester (E) et d'eau, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On répartit le mélange homogénéisé (M') en deux volumes égaux versés dans deux erlenmeyers L_a et L_b munis chacun d'un bouchon surmonté d'un tube effilé puis plongés, à un nouvel instant $t' = 0$, dans le bain-marie porté à la même température θ . Les contenus des deux erlenmeyers L_a et L_b sont respectivement retirés aux instants t_a et t_b et placés dans un bain d'eau glacée puis dosés. Les deux dosages sont effectués avec la même solution aqueuse de NaOH de concentration molaire $C = 2 \text{ mol.L}^{-1}$. Les volumes de la solution aqueuse de NaOH nécessaires, à l'équivalence, pour doser l'acide carboxylique formé dans L_a et L_b sont respectivement $V_{Ea} = 9,0 \text{ mL}$ et $V_{Eb} = 37,5 \text{ mL}$. Sachant que $t_b - t_a = 50 \text{ min}$ et que t_b correspond à l'instant auquel le mélange dans L_b atteint l'équilibre chimique :

a- déterminer la vitesse moyenne de la réaction d'hydrolyse dans L_b entre t_a et t_b ;

b- déterminer la valeur du taux d'avancement final τ'_f de la réaction étudiée ;

c- déterminer la valeur de n_1 .

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C , température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de chacune des monobases étudiées.

On considérera pour les solutions étudiées que :

- pour une solution aqueuse d'une monobase forte de concentration molaire C , le pH s'exprime par :

$$\text{pH} = \text{p}K_e + \log C$$
 ;

- pour une solution aqueuse d'une monobase faible, faiblement ionisée et de concentration molaire C , le **pH** s'exprime par : $pH = pK_e + \frac{1}{2}(\log C - pK_b)$; avec K_b la constante de basicité du couple acide-base correspondant.

1) On considère une solution aqueuse (**S**) d'une monobase **B**, de concentration molaire C et de **pH** donné. On dilue **n fois** la solution (**S**), on obtient une solution aqueuse (**S'**) de concentration molaire C' et dont le **pH** a une valeur **pH'**.

a- Montrer que :

- pour une solution aqueuse d'une monobase forte : $n = 10^{pH - pH'}$;
- pour une solution aqueuse d'une monobase faible et faiblement ionisée : $n = 10^{2(pH - pH')}$.

b- Le taux d'avancement final de la réaction de la monobase **B** avec l'eau est noté τ_f . Exprimer τ_f en fonction du **pH** de la solution aqueuse de **B**, sa concentration molaire C et pK_e .

c- Montrer que dans le cas où la monobase **B** est faible et faiblement ionisée, la constante de basicité K_b s'écrit : $K_b = \tau_f^2 \cdot C$.

2) On prépare trois solutions aqueuses (**S₁**), (**S₂**) et (**S₃**) de même concentration molaire C_0 et contenant respectivement les monobases **B₁**, **B₂** et **B₃**. On dilue **5 fois** chacune des trois solutions précédentes. Les mesures de **pH** des trois solutions avant et après dilution, fournissent les résultats consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)
pH avant dilution	10,95	12,70	10,10
pH après dilution	10,60	12,00	9,75

a- Montrer que la monobase **B₂** est forte.

b- Déterminer la valeur de C_0 .

3) a- Justifier que les monobases **B₁** et **B₃** sont faibles et faiblement ionisées tant avant qu'après la dilution.
 b- Déterminer les valeurs des constantes de basicité K_{b1} et K_{b3} respectivement des couples B_1H^+/B_1 et B_3H^+/B_3 .
 c- Comparer les forces des monobases **B₁** et **B₃**.

Physique (11 points)

Exercice 1 (4,25 points)

Le pendule élastique de la **figure 1** est constitué d'un ressort (**R**) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k , lié à un solide (**S**) de masse m qui peut se déplacer le long d'une tige (**T**). A l'équilibre, le centre d'inertie **G** de (**S**) coïncide avec l'origine **O** d'un repère (**O, i**) porté par un axe horizontal **x'x**. A un instant t donné, la position de **G** est repérée par son abscisse $x(t)$. L'énergie potentielle de pesanteur est supposée nulle au niveau du plan horizontal contenant la tige (**T**).

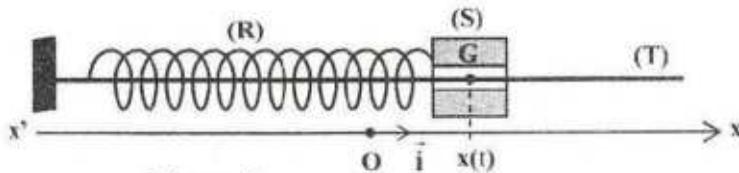


Figure 1

A) Expérience 1

On écarte le solide (**S**) de sa position d'équilibre d'une distance x_0 et on le lâche, à l'instant $t = 0$, sans vitesse initiale, il se met donc à osciller. Au cours de son mouvement, le solide (**S**) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$; où h est le coefficient de frottement et \vec{v} est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie **G** de (**S**). L'équation différentielle régissant les oscillations de **G** est donnée par :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = 0.$$

Pour trois valeurs de h (h_1, h_2, h_3) telles que $h_1 < h_2 < h_3$, un dispositif approprié permet d'enregistrer l'évolution, au cours du temps, de l'élargissement x du centre d'inertie **G** de (**S**). On obtient alors les courbes (**A**), (**B**) et (**C**) de la **figure 2**.

- 1) a- Associer à chacune des courbes (**A**), (**B**) et (**C**) de la **figure 2** le coefficient de frottement correspondant.
 b- Parmi les trois courbes (**A**), (**B**) et (**C**) de la **figure 2**, indiquer celle (ou celles) qui correspond(ent) à :
- un régime pseudopériodique ;

- un régime apériodique.
- 2) On se place dans le cas du régime pseudopériodique. A l'instant $t = 0$, le système $\{(S) + (R)\}$ acquiert une énergie mécanique $W = 18,75 \cdot 10^{-3}$ J. On assimile la pseudo-période T à la période propre T_0 des oscillations.

- a- Déterminer graphiquement les valeurs de x_0 et T .
 b- En déduire les valeurs de k et m .

B) Expérience 2

Le solide (S) est toujours soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$. Un excitateur exerce sur (S) une force $F(t) = F_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable. Le solide (S) effectue alors des oscillations forcées.

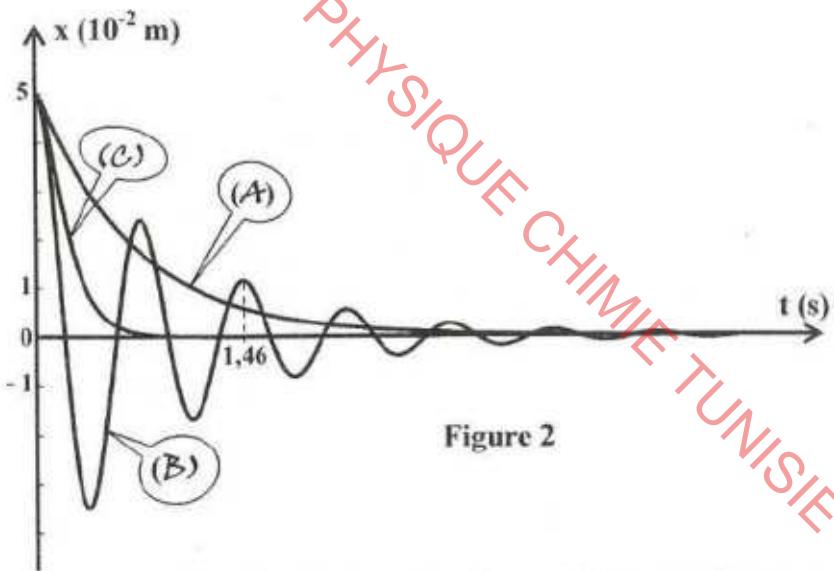


Figure 2

On fait varier la fréquence N de l'excitateur et on mesure à chaque fois l'amplitude X_m des oscillations. Pour deux nouvelles valeurs h_a et h_b de h , on obtient respectivement les courbes (a) et (b) de la figure 3 de la page 5/5 donnant l'évolution de l'amplitude X_m en fonction de la fréquence N . On désignera par X_{ma} et X_{mb} les amplitudes à la résonance d'elongation associées respectivement aux courbes (a) et (b), et N_a et N_b les fréquences correspondantes.

- 1) Sans avoir recours aux calculs, comparer en le justifiant, h_a à h_b .
 2) On rappelle que pour un circuit RLC série alimenté par une tension $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable, l'évolution de la charge $q(t)$ du condensateur est régie par l'équation différentielle suivante : $L \frac{d^2q(t)}{dt^2} + R \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{C} = u(t)$. La solution de cette équation différentielle est $q(t) = Q_m \sin(2\pi Nt + \phi_q)$; où Q_m et ϕ_q représentent respectivement l'amplitude et la phase initiale de $q(t)$. Pour réaliser la construction de Fresnel, on associe à chacune des expressions de l'équation différentielle un vecteur de Fresnel comme suit :

$$\begin{aligned} \frac{q(t)}{C} &\mapsto \vec{u}_1 \left[\frac{Q_m}{C}, \phi_q \right] & ; & \quad R \frac{dq(t)}{dt} \mapsto \vec{u}_3 \left[2\pi N R Q_m, \phi_q + \frac{\pi}{2} \right] \\ L \frac{d^2q(t)}{dt^2} &\mapsto \vec{u}_2 \left[4\pi^2 N^2 L Q_m, \phi_q + \pi \right] & ; & \quad u(t) \mapsto \vec{w} \left[U_m, 0 \right] \\ \text{Avec : } \vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 &= \vec{w} \end{aligned}$$

La résonance de charge est obtenue pour une fréquence N_{rq} telle que : $N_{rq}^2 = N_0^2 - \frac{R^2}{8\pi^2 L^2}$; avec N_0 la fréquence propre du résonateur.

- a- En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique, déterminer la valeur de h_a .
 b- La figure 4 de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec la copie) représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle en $x(t)$ pour $N = N_b$ et $h = h_b$. En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique :
 b₁- compléter en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 4 de la page 5/5 ;
 b₂- déduire les valeurs de F_m et h_b .

Exercice 2 (3,75 points)

L'isotope $^{123}_{53}\text{I}$ de l'iode est obtenu par bombardement d'un noyau d'antimoine $^{121}_{51}\text{Sb}$ par une particule α ($^{4}_{2}\text{He}$). La formation de $^{123}_{53}\text{I}$ est accompagnée par l'émission de neutrons.

- 1) Ecrire en précisant les lois utilisées, l'équation de la réaction nucléaire.

- 2) a- Calculer l'énergie de liaison E_{f1} du noyau de $^{121}_{51}\text{Sb}$.

- b- L'énergie de liaison du noyau de $^{123}_{53}\text{I}$ est $E_{f2} = 1038,9 \text{ MeV}$. Comparer la stabilité des noyaux $^{123}_{53}\text{I}$ et $^{121}_{51}\text{Sb}$. Justifier la réponse.

- 3) En médecine, l'iode **123**, élément radioactif, est utilisé pour effectuer la scintigraphie (examen d'imagerie médicale) thyroïdienne. Il s'agit d'injecter, à l'instant $t = 0$, une dose de l'isotope ^{123}I , fraîchement préparé, dans le corps du patient. La thyroïde fixe l'iode injecté par voie intraveineuse. **La première scintigraphie** est effectuée **deux heures** après l'injection.

Lors de sa désintégration, un noyau ^{123}I émet un rayonnement γ d'énergie $W_0 = 159 \text{ keV}$. La courbe de la **figure 5** représente l'évolution au cours du temps de l'activité A de la dose injectée de ^{123}I . Cette activité est régie par l'expression $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$; où A_0 désigne l'activité de la dose injectée à l'instant $t = 0$ et λ la constante radioactive de ^{123}I .

- Déterminer graphiquement la valeur de A_0 et la valeur de la demi-vie T de ^{123}I .
- En déduire la valeur de λ ainsi que celle du nombre de noyaux N_0 de ^{123}I présents dans la dose injectée à $t = 0$.
- Déterminer les valeurs des activités A_1 et A_2 respectivement **2 heures** et **74 heures** après injection.
- En comparant A_1 à A_2 , déduire pourquoi il faut faire la première scintigraphie rapidement.
- Déterminer l'énergie W_1 libérée sous forme de rayonnement γ par la désintégration de l'iode 123 pendant les **72 heures** qui suivent la première scintigraphie.

On donne : $m(^{121}\text{Sb}) = 120,87603 \text{ u}$; $m(^1\text{p}) = 1,00728 \text{ u}$; $m(^0\text{n}) = 1,00866 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Les lampes fluorescentes

Avez-vous déjà guetté l'allumage des lampes fluorescentes (par exemple les tubes néon) ? C'est une décharge dans le gaz de ces lampes qui provoque une émission de lumière. La lampe ne se branche pas directement à la source d'alimentation électrique ; il faut lui associer une bobine (ballast) et un starter (figure ci-contre).

Le starter est composé d'un petit tube rempli de gaz et pourvu d'un bilame. A l'allumage, la mise sous tension provoque un arc électrique au sein du gaz. Celui-ci échauffe le bilame, jusqu'alors ouvert, qui se ferme. Pendant ce temps, un courant circule dans les électrodes (filaments de tungstène). Elles s'échauffent et ionisent le gaz qui les environne, ce qui facilitera l'allumage. Le bilame étant fermé, l'arc électrique dans le starter disparaît. Le bilame se refroidit alors et s'ouvre. Il provoque ainsi une interruption brusque du courant dans le ballast raccordé en série. Le ballast, composé d'un bobinage de cuivre entourant un noyau de fer (ballast dit inductif ou électromagnétique), va tenter de rétablir ce courant en libérant toute son énergie. Cela provoque une impulsion de tension très élevée entre les électrodes de la lampe capable d'allumer le tube fluorescent. Souvent, cet allumage ne réussit pas en une seule tentative. Si la lampe ne s'est pas allumée, le cycle recommence.

En fonctionnement, la tension aux bornes de la lampe est trop faible pour générer un nouveau cycle d'allumage. Le starter se maintient donc en position ouverte et le courant traverse la lampe qui reste allumée. A partir de cet instant, le ballast joue le rôle de limiteur de courant et empêche la destruction de la lampe.

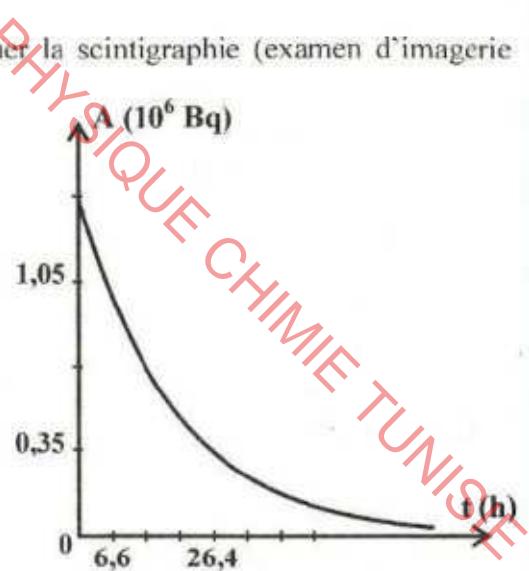
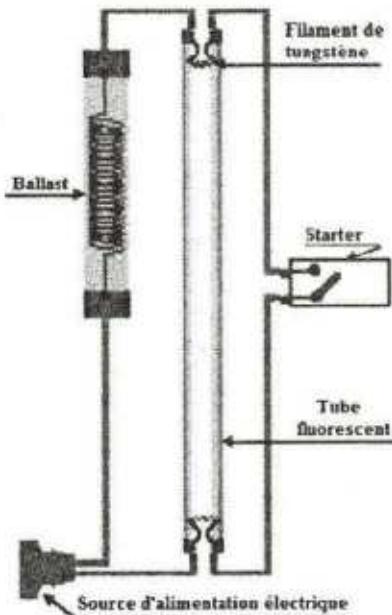


Figure 5



D'après Printemps des sciences 2015 - Bruxelles

- En se référant au texte, préciser les éléments électriques qui assurent l'allumage des lampes fluorescentes.
- Préciser le phénomène physique qui se produit dans le ballast et qui est responsable de l'allumage de la lampe fluorescente.
- Préciser le double rôle du ballast et indiquer s'il s'agit d'un dipôle RL ou d'un dipôle RC.
- Donner les étapes d'un cycle d'allumage d'une lampe fluorescente.

Section : N° d'inscription : Série : Signatures des surveillants
Nom et Prénom :
Date et lieu de naissance :

X

Épreuve : Sciences physiques – Section : Sciences expérimentales - Session principale (2019)
Annexe à rendre avec la copie

Figure 3

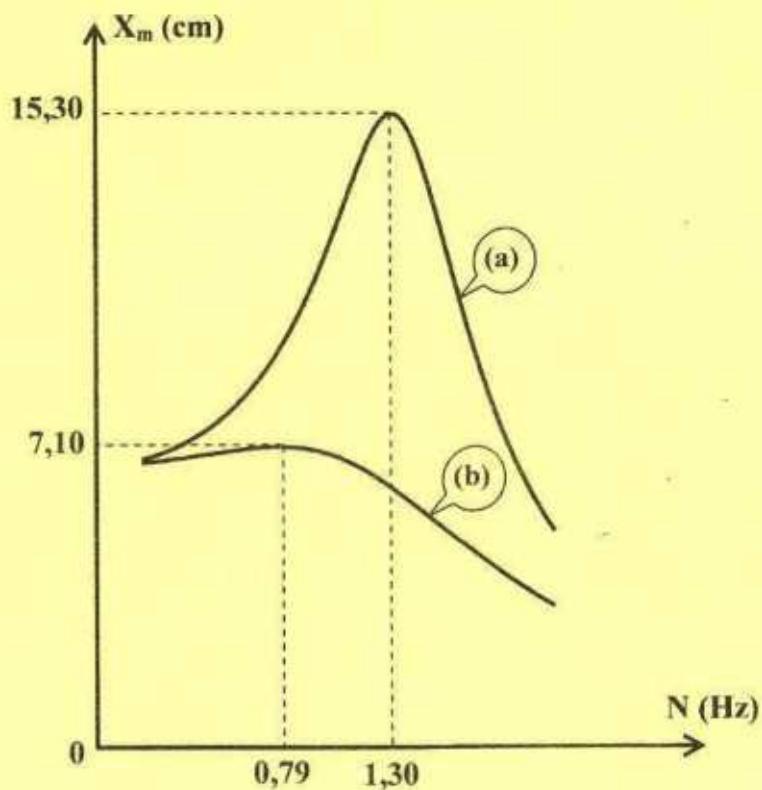
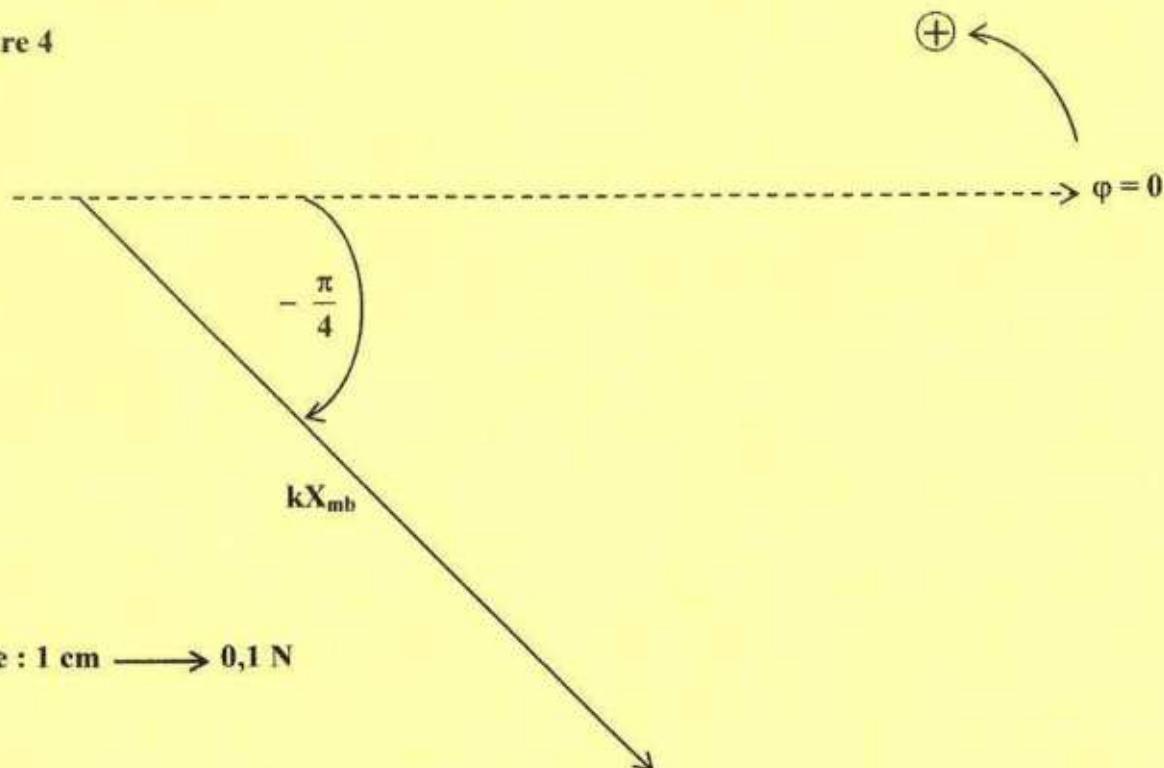


Figure 4



Echelle : 1 cm \longrightarrow 0,1 N

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)

Exercice 1 : (4,5 points)

Barème

1)a-

Equation chimique		ester	+	eau	□	acide	+	alcool
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol						
initial	0	n_0		n_0		0		0
intermédiaire	x	$n_0 - x$		$n_0 - x$		x		x
final	x_f	$n_0 - x_f$		$n_0 - x_f$		x_f		x_f

0,5

b-

$$n_{\text{acide}} = CV_{Ei} = x_i$$

$$x_3 = x_4 = x_5 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_f = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3x0,25

2)a-

$$K = \frac{[\text{acide}]_{\text{eq}} [\text{alcool}]_{\text{eq}}}{[\text{ester}]_{\text{eq}} [\text{eau}]_{\text{eq}}} = \frac{x_f^2}{(n_0 - x_f)^2} = \frac{1}{4}$$

$$\text{or } \tau_f = \frac{x_f}{n_0} \Rightarrow x_f = n_0 \tau_f \Rightarrow \frac{\tau_f}{1 - \tau_f} = 0,5$$

$$\tau_f = \frac{1}{3}$$

0,5+0,25

$$\text{b- } n_0 = \frac{x_f}{\tau_f} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2x0,25

$$\text{c- } n_{E0} = 5n_0 = 0,3 \text{ mol}$$

2x0,25

3)a-

$$v_{\text{moy}} = \frac{x_b - x_a}{t_b - t_a}$$

$$x_b = CV_{Eb} = 7,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

3x0,25

$$x_a = CV_{Ea} = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$v_{\text{moy}} = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$\text{b- } \tau'_f = \frac{x_b}{\frac{n_{E0}}{2}} = 0,5$$

0,25



$c \cdot K = \frac{4x_b^2}{(n_1 - 2x_b)(n_{E0} - 2x_b)} \Rightarrow n_1 = 2x_b + \frac{4x_b^2}{K(n_{E0} - 2x_b)} = 0,75 \text{ mol}$	2x0,25
Exercice 2 : (4,5 points)	Barème
1-a- $C' = \frac{C}{n}$	
Pour une solution aqueuse d'une monobase forte :	
$pH - pH' = \log \frac{C}{C'} = \log(n) \Rightarrow n = 10^{pH - pH'}$	3x0,25
Pour une solution aqueuse d'une monobase faible et faiblement ionisée :	
$pH - pH' = \frac{1}{2} \log \frac{C}{C'} = \frac{1}{2} \log(n) \Rightarrow n = 10^{2(pH - pH')}$	
b- $\tau_f = \frac{[\text{OH}^-]}{C} = \frac{10^{pH - pK_e}}{C}$	2x0,25
c-	
$\tau_f^2 = \frac{10^{2(pH - pK_e)}}{C^2} = \frac{10^{\log C - pK_e}}{C^2} = \frac{10^{\log C + \log K_b}}{C^2} = \frac{C \cdot K_b}{C^2}$	0,5
$\Rightarrow K_b = \tau_f^2 \cdot C$	
2) a- Pour B_2 : $n = 10^{pH - pH'} = 10^{12,70 - 12} = 10^{0,7} = 5 \Rightarrow B_2$ est une base forte	0,5
b- $pH = pK_e + \log C_0 \Rightarrow C_0 = 10^{pH - pK_e} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; avec $pH = 12,70$	2x0,25
3)a- Pour B_1 : $n = 10^{2(pH - pH')} = 10^{2(10,95 - 10,60)} = 10^{0,7} = 5$ Pour B_3 : $n = 10^{2(pH - pH')} = 10^{2(10,10 - 9,75)} = 10^{0,7} = 5$ $\Rightarrow B_1$ et B_3 sont faibles et faiblement ionisées	0,75
b-	
$K_{b1} = \tau_{f_1}^2 \cdot C_0 = \frac{10^{2(pH - pK_e)}}{C_0} \square 1,59 \cdot 10^{-5} ; pH = 10,95$	2x0,25
$K_{b3} = \tau_{f_3}^2 \cdot C_0 = \frac{10^{2(pH - pK_e)}}{C_0} \square 3,17 \cdot 10^{-7} ; pH = 10,10$	
c- $K_{b1} > K_{b3} \Rightarrow B_1$ est une monobase plus forte que B_3	2x0,25
Physique (11 points)	
Exercice 1 : (4,25 points)	Barème
A) Expérience 1	
1) a-	
(A) $\rightarrow h_3$	2x0,25
(B) $\rightarrow h_1$	
(C) $\rightarrow h_2$	
b- (B) \rightarrow régime pseudopériodique	2x0,25
(A) et (C) \rightarrow régime apériodique	
2) a- $x_0 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ et $T = 0,73 \text{ s}$	2x0,25
b- $W = \frac{1}{2} kx_0^2 \Rightarrow k = \frac{2W}{x_0^2} = 15 \text{ N.m}^{-1}$	2x0,25
$T \square T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} = 202 \text{ g}$	2x0,25



B) Expérience 2		
1) La courbe (b) correspond à une résonance floue		2x0,25
La courbe (a) correspond à une résonance aiguë		
2) a-		
$N_{rx}^2 = N_0^2 - \frac{h_a^2}{8\pi^2 m^2}$ avec $N_0 = \frac{1}{T_0}$; $h_a = \pi m \sqrt{8(N_0^2 - N_{rx}^2)} \square 0,78 \text{ kg.s}^{-1}$		2x0,25
b- b ₁ -		
$kx(t) \rightarrow \vec{u}_1 [kX_m, \varphi_x]$		
$\vec{u}_1 [1,065 \text{ N}, \varphi_x] \rightarrow \vec{u}_1 [10,65 \text{ cm}, \varphi_x]$		
$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} \rightarrow \vec{u}_2 [4\pi^2 N_b m X_{mb}, \varphi_x + \pi]$		
$\vec{u}_2 [0,35 \text{ N}, \varphi_x + \pi] \rightarrow \vec{u}_2 [3,5 \text{ cm}, \varphi_x + \pi]$		0,25
$h_b \frac{dx(t)}{dt} \rightarrow \vec{u}_3 \left[2\pi N_b h_b X_{mb}, \varphi_x + \frac{\pi}{2} \right]$		
Echelle : 1 cm \longrightarrow 0,1 N		
$b_2- F_m = 10 \times 0,1 = 1 \text{ N}$ $2\pi N_b h_b X_{mb} = 0,7 \text{ N} \Rightarrow h_b = 2 \text{ kg.s}^{-1}$		0,5
Exercice 2 : (3,75 points)		Barème
1)		
$^{121}_{51}\text{Sb} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{123}_{53}\text{I} + x_0^1\text{n}$		
conservation du nombre de masse $121 + 4 = 123 + x$; $x = 2$		2x0,25
conservation du nombre de charge $51 + 2 = 53 + 0$		
$^{121}_{51}\text{Sb} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{123}_{53}\text{I} + 2_0^1\text{n}$		
2) a- $E_{||} = \Delta mc^2 = 1026 \text{ MeV}$		2x0,25
b-		
$\frac{E_{t1}}{A_1} = \frac{1026}{121} \square 8,48 \text{ MeV par nucléon}; \frac{E_{t2}}{A_2} = \frac{1038,9}{123} \square 8,45 \text{ MeV par nucléon}$		
$\frac{E_{t1}}{A_1} > \frac{E_{t2}}{A_2}$ donc ${}^{121}_{51}\text{Sb}$ est plus stable que ${}^{123}_{53}\text{I}$		2x0,25

3) a- $A_0 = 1,4 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ $T = 13,2 \text{ h}$	2x0,25
b- $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{5,25 \cdot 10^{-3} \text{ h}^{-1}}{13,2 \text{ h}} \square 1,46 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = 9,6 \cdot 10^{10} \text{ noyaux}$	2x0,25
c- $A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} \text{ avec } t_1 = 2 \text{ h}$ $A_1 = 1,26 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ $A_2 = A_0 e^{-\lambda t_2} \text{ avec } t_2 = 74 \text{ h}$ $A_2 = 2,86 \cdot 10^4 \text{ Bq}$	2x0,25
d- $A_1 \gg A_2 \Rightarrow$ il faut faire la première scintigraphie rapidement pour que les N_0 noyaux de $^{123}_{53}\text{I}$ de la dose injectée ne seront pas rapidement désintégrés (T relativement faible).	0,25
e- $W_1 = \left(\frac{A_1}{\lambda} - \frac{A_2}{\lambda} \right) W_0 \square 1,34 \cdot 10^{13} \text{ keV}$	2x0,25
Exercice 3 : (3 points)	Barème
1) Starter - Ballast	2x0,25
2) Phénomène d'auto-induction	0,5
3) - Premier rôle : permet de fournir la haute tension d'amorçage nécessaire à l'allumage de la lampe - Deuxième rôle : limiteur de courant (empêche la destruction de la lampe) - dipôle RL	2x0,5
	0,25
4)	
- Fermeture du bilame du starter. - Echauffement du gaz au voisinage du filament de tungstène qui facilitera l'allumage. - Rupture du courant provoquant une impulsion de tension très élevée capable d'allumer la lampe fluorescente.	3x0,25



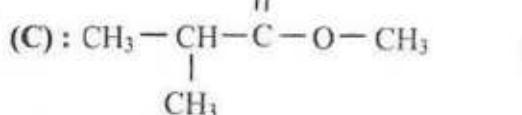
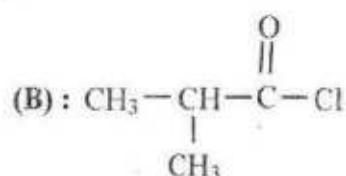
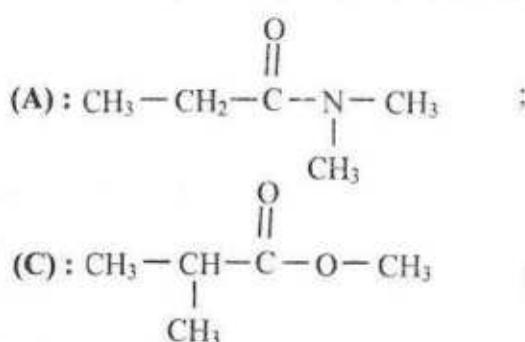
08 09 08 08 08

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4 points)

On considère les composés organiques (A), (B), (C) et (D) suivants :



- a- Préciser la fonction chimique principale de chacun des composés organiques (A), (B), (C) et (D).
- b- Nommer le composé (A).
- 2) On fait réagir un alcool $\text{R} - \text{OH}$ (R étant un groupe alkyle) avec le composé (B), on obtient le composé (C) et du chlorure d'hydrogène (HCl).
 - Déterminer la formule semi-développée de l'alcool $\text{R} - \text{OH}$.
 - Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.
- 3) On fait réagir une mole du composé (D) avec deux moles d'une amine secondaire (F), on obtient, entre autres, le composé (A) et un ion carboxylate.
 - Identifier l'amine (F).
 - Ecrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique correspondante.

Exercice 2 (5 points)

A 25 °C, on réalise la pile électrochimique (P) de symbole : $\text{Co} \mid \text{Co}^{n+} (\text{C}) \parallel \text{Ni}^{n+} (0,1 \text{ mol.L}^{-1}) \mid \text{Ni}$; n représente le nombre d'électrons mis en jeu dans les équations formelles associées à chacun des couples rédox de la pile (P) et C la concentration molaire initiale en ions Co^{n+} .

- a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- b- Exprimer la **fem** initiale E_i de la pile (P) en fonction de sa **fem** standard E° , n et la fonction des concentrations Π relative à l'équation chimique associée à cette pile.
- c- Montrer que E_i peut s'écrire : $E_i = \frac{0,06}{n} \log\left(\frac{K}{\Pi}\right)$; K étant la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à (P).
- 2) Pour différentes valeurs de la concentration initiale C , on mesure la **fem** initiale E_i de la pile (P). Ceci permet de tracer la courbe de la

figure 1 représentant l'évolution de E_i en fonction de $\log\left(\frac{K}{\Pi}\right)$.

En exploitant la courbe de la figure 1, montrer que $n = 2$.

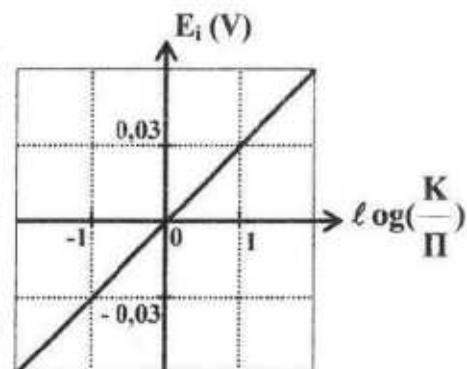


Figure 1

- 3) Pour une valeur $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ de la concentration initiale C, la **fem** initiale de la pile (P) est $E_{ii} = -0,01 \text{ V}$.
- Ecrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P) débite du courant électrique.
 - Montrer que la valeur de la constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à la pile (P) est $K = 4,64$. En déduire la valeur de la **fem** standard E° de la pile (P).
 - Déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{Ni^2+/Ni}^\circ$ sachant que celui du couple Co^{2+}/Co est : $E_{Co^{2+}/Co}^\circ = -0,28 \text{ V}$. Comparer les pouvoirs oxydants des couples rédox considérés.
- 4) On considère la pile (P) à l'état initial, pour laquelle la valeur de la concentration molaire C est $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. On dilue x fois (x étant un entier naturel tel que $x > 1$) la solution aqueuse contenant les ions Co^{2+} . La mesure de la **fem** initiale de la pile obtenue suite à la dilution, donne $E_{ii} = 0,29 \cdot 10^{-1} \text{ V}$.
- Préciser en le justifiant, les signes des pôles de la pile obtenue suite à cette dilution.
 - Montrer que : $E_{ii} - E_{ii} = 0,03 \log(x)$. En déduire la valeur de x.

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,5 points)

Le circuit de la **figure 2** comporte un générateur de tension supposé idéal de **fem** E, un ampèremètre, une bobine d'inductance L et de résistance r, un interrupteur K et un résistor de résistance R, tous branchés en série. Un système d'acquisition de données permet de visualiser sur l'écran d'un ordinateur, l'évolution au cours du temps des tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$ respectivement aux bornes du résistor et aux bornes de la bobine. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K. Le système d'acquisition a permis de visualiser l'évolution de la tension $u_R(t)$ représentée sur la **figure 3**. Il a permis aussi de déduire la valeur initiale (à $t = 0$) de la tension aux bornes de la bobine : $U_{B0} = 8 \text{ V}$.

En régime permanent, l'ampèremètre indique la valeur $I_p = 0,10 \text{ A}$.

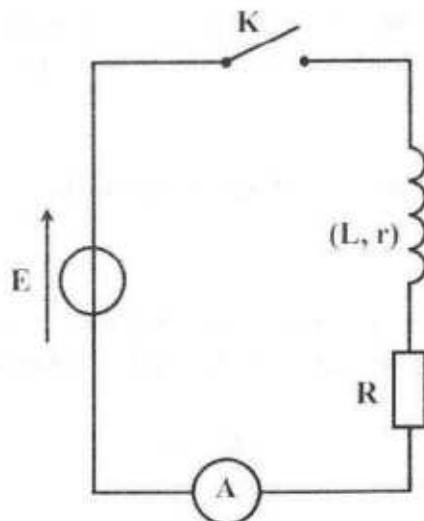


Figure 2

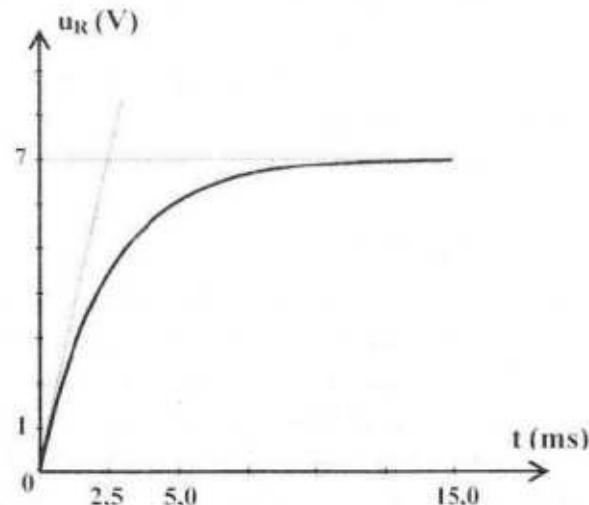


Figure 3

- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ s'écrit : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{u_R(t)}{\tau} = \frac{RE}{L}$; où $\tau = \frac{L}{R+r}$ représente la constante de temps du circuit.
- a- Justifier que : $E = U_{B0}$.
- b- Montrer que : $I_p = \frac{E}{L} \tau$.

- 3) a- En exploitant la courbe de la **figure 3**, déterminer les valeurs de R et de la constante de temps τ .
 b- Déduire les valeurs de L et r .
 c- Déterminer la valeur de la tension U_{BP} aux bornes de la bobine lorsque le régime permanent est établi.

Exercice 2 (4,5 points)

On considère une corde élastique homogène, de longueur $L = 60 \text{ cm}$, tendue horizontalement suivant un axe $x'x$ dont l'origine coïncide avec l'extrémité S de la corde. Cette extrémité est reliée à une lame vibrante qui peut vibrer perpendiculairement à la direction $x'x$ en communiquant à la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence N réglable et d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$. L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (**figure 4**). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de S et se propageant le long de la corde.

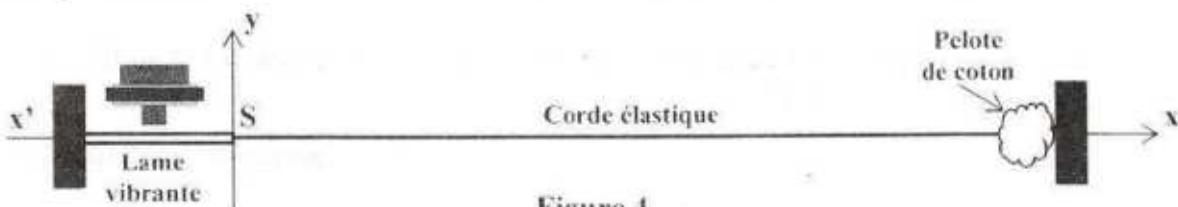


Figure 4

- 1) Dans une première expérience, la lame vibrante est maintenue au repos. A l'instant $t = 0$, on crée un ébranlement au niveau de l'extrémité S de la corde. La **figure 5** représente deux aspects de la corde aux instants t_1 et t_2 tels que : $\Delta t = t_2 - t_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

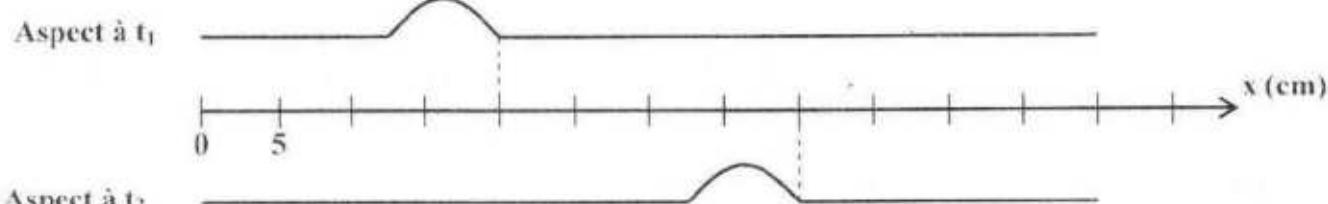


Figure 5

Déterminer la valeur de la célérité v de l'ébranlement.

- 2) Dans une deuxième expérience, la lame vibrante impose à l'extrémité S de la corde des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude a , de fréquence N et d'elongation instantanée $y_S(t) = a \sin(2\pi N t + \phi_S)$. Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$. La **figure 6** représente le diagramme du mouvement du point source S .
- a- Déterminer graphiquement les valeurs de N et ϕ_S .
 b- Déduire la valeur de la longueur d'onde λ .
- 3) On considère deux points A et B de la corde d'abscisses respectives x_A et x_B . Les points A et B débutent leurs mouvements avec les retards respectifs par rapport à S , $\Theta_A = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ et $\Theta_B = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.
- a- Déterminer les valeurs de x_A et x_B .
 b- Comparer l'état vibratoire de chacun des points A et B par rapport à celui de la source S pour $t > \Theta_B$.
 c- Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à la source S à l'instant $t_3 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.
- 4) L'onde issue de S se propage toujours le long de la corde avec la même célérité v . On augmente la fréquence N jusqu'à une valeur N' pour laquelle les points A et B vibrent en phase pour la première fois. Déterminer la valeur de N' .

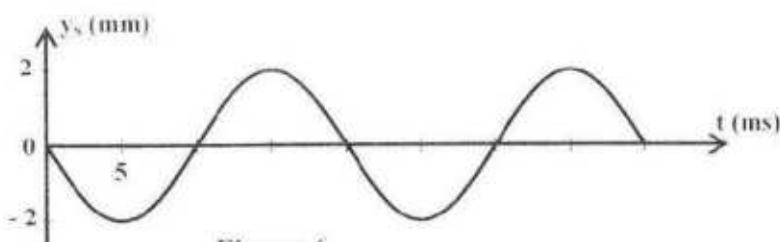


Figure 6

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La couleur des nébuleuses

En astronomie, l'analyse de la lumière émise par les objets célestes demeure la méthode privilégiée permettant d'obtenir des informations sur ces objets.

Ainsi, les nébuleuses dites à émission sont constituées essentiellement de gaz hydrogène. Ces nébuleuses sont toujours situées à proximité d'étoiles très chaudes qui rayonnent des photons de très grande énergie capable d'ioniser l'hydrogène. Ultérieurement, les électrons libres se recombinent avec les protons pour reformer les atomes d'hydrogène dans un état excité. La désexcitation de ces atomes se fait par cascades, avec émission de photons. On sait que la répartition des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène est telle que

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ avec } n \text{ un entier naturel non nul et } E_n \text{ en electron-volt (eV).}$$

La couleur rose des nébuleuses à émission est due à la transition du niveau $n = 3$ au niveau $n = 2$ lorsque les atomes d'hydrogène se désexcitent.

D'après Sciences Physiques CE, Hatier Août 1993

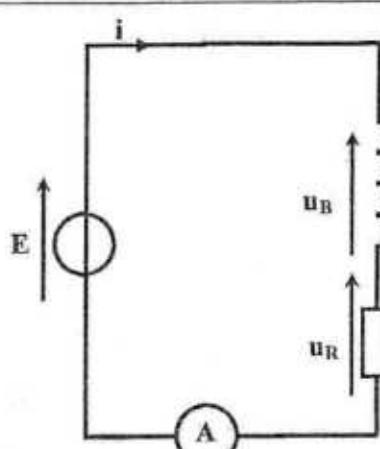
- 1) Préciser le but de l'analyse de la lumière émise par les objets célestes.
- 2) Donner la valeur de l'énergie minimale capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental.
- 3) Expliquer la phrase du texte : " La désexcitation de ces atomes se fait par cascades, avec émission de photons".
- 4) Calculer la longueur d'onde de la radiation qui correspond à la transition du niveau $n = 3$ au niveau $n = 2$ lorsque les atomes d'hydrogène se désexcitent.

On donne : constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)		
Exercice 1 : (4 points)		Barème
1)a-	(A) : amide (B) : chlorure d'acyle (C) : ester (D) : anhydride d'acide	4x0,25
b-	N,N -diméthylpropanamide	0,5
2)a-	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	0,5
b-	$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{Cl} + \text{CH}_3 - \text{OH} \rightarrow \text{HCl} + \text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}}} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{O} - \text{CH}_3$	0,5
3)a-	L'amine est : $\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$	0,75
b-	$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{CH}_2}} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + 2\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3 \rightarrow$ $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}_2}} - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{N} - \text{CH}_3 + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO}^- + [\text{CH}_3 - \text{NH}_2 - \text{CH}_3]^+$	0,75
	Accepter : $[\text{CH}_3 - \text{NH}_2 - \text{CH}_3]^+$ ou $\text{CH}_3 - \text{NH}_2^+ - \text{CH}_3$	
Exercice 2 : (5 points)		Barème
1)a-	$\text{Co} + \text{Ni}^{n+} \rightleftharpoons \text{Go}^{n+} + \text{Ni}$	0,25
b-	$E_i = E^* - \frac{0,06}{n} \log \Pi$	0,5
c-	$E^* = \frac{0,06}{n} \log K$ $E_i = \frac{0,06}{n} \log K - \frac{0,06}{n} \log \Pi = \frac{0,06}{n} \log \frac{K}{\Pi}$	0,5
2)	$\text{pente} = p = \frac{0,06}{n} = \frac{0,03}{1} \Rightarrow n = 2$	0,25
3)a-	$E_{ii} < 0 \Rightarrow$ la réaction qui se produit spontanément est : $\text{Co}^{2+} + \text{Ni} \rightarrow \text{Co} + \text{Ni}^{2+}$	0,75



b-	$E_{i1} = 0,03 \log K - 0,03 \log \Pi_i = -0,01$; $\Pi_i = 10$ $K = 4,64$ $E' = 0,03 \log K = 0,02 \text{ V}$	0,75
c-	$E^{\circ} = E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^{\circ} - E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^{\circ}$; $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^{\circ} = E^{\circ} + E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^{\circ} = -0,26 \text{ V}$ $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^{\circ} > E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^{\circ} \Rightarrow \text{Ni}^{2+} / \text{Ni} \text{ est plus oxydant que Co}^{2+} / \text{Co}$	0,75
4)a-	$E_{i2} > 0 \Rightarrow \text{Ni : borne (+)}$ Co : borne (-)	0,5
b-	$E_{i2} = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{x}{0,1}$; $E_{i1} = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{C_1}{0,1}$ $E_{i2} - E_{i1} = 0,03 \log x$; $x = 20$	0,75
Physique (11 points)		
Exercice 1 : (3,5 points)		Barème
1) Appliquons la loi de mailles :		
$u_B + u_R - E = 0$; $i = \frac{u_R}{R}$; $\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{du_R}{dt}$ $u_B = L \frac{di}{dt} + ri$ $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{u_R(t)}{\tau} = \frac{RE}{L}$; où $\tau = \frac{L}{R+r}$		0,5
2)		
a-	$u_B + u_R = E \Rightarrow u_B(0) + u_R(0) = E$; $u_R(0) = 0$ car $i(t=0) = 0$ $\Rightarrow u_B(0) = E = U_{B0}$	0,5
b-	En régime permanent : $U_{Bp} + U_{Rp} = rI_p + RI_p = E$ $I_p = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow I_p = \frac{E}{L} \tau$	0,5
3)a-	$U_{Rp} = RI_p \Rightarrow R = \frac{U_{Rp}}{I_p} = 70 \Omega$ $\tau = 2,5 \text{ ms}$	3x0,25
b-	$r = \frac{E}{I_p} - R = 10 \Omega$ $L = \tau(R+r) = 0,2 \text{ H}$	3x0,25
c-	$U_{Bp} = rI_p = 1 \text{ V}$	2x0,25



Exercice 2 : (4,5 points)	Barème
1) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 10 \text{ m.s}^{-1}$	2x0,25
2) a- $N = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$ avec $T = 20 \text{ ms}$ $y_s(0) = 0 \Rightarrow \sin\varphi_s = 0$ $\frac{dy_s}{dt}(t=0) < 0 \Rightarrow \cos\varphi_s < 0 \Rightarrow \varphi_s = \pi \text{ rad}$	4x0,25
b- $\lambda = vT = 0,2 \text{ m}$	2x0,25
3) a- $x_A = v\theta_A = 0,15 \text{ m}$ $x_B = v\theta_B = 0,3 \text{ m}$	2x0,25
b- $\varphi_A - \varphi_S = \pi/2 \Rightarrow A$ vibre en quadrature avance de phase par rapport à S $\varphi_B - \varphi_S = \pi \Rightarrow B$ vibre en opposition de phase par rapport à S	0,75
c- $x_f = vt_3 = 0,4 \text{ m} = 2\lambda$ $x_k = (k + \frac{1}{4})\lambda ; 0 < x_k \leq 2\lambda$ $k \in \{0, 1\} \Rightarrow x_0 = 5 \text{ cm}$ et $x_1 = 25 \text{ cm}$	3x0,25
4) $x_B - x_A = k\lambda' = kv/N'$ $N' > N$ et A et B sont en phase pour la première fois $\Rightarrow N' = 66,66 \text{ Hz}$	2x0,25
Exercice 3 : (3 points)	Barème
1) Obtenir des informations sur les objets célestes	0,75
2) 13,6 eV	0,5
3) La transition électronique se fait d'un niveau d'énergie élevé p vers d'autres niveaux d'énergie plus bas d'une façon aléatoire	0,75
4) $E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 0,657 \mu\text{m}$	2x0,5



Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.
La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

À une température θ donnée, on mélange dans un bêcher, à l'instant $t = 0$, un volume $V_1 = 150 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire C_1 avec un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_2) de peroxodisulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) de concentration molaire C_2 . La réaction d'oxydation des ions I^- par les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$, qui se produit dans ce mélange homogénéisé, est lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :



Par une méthode expérimentale appropriée, on suit :

- l'évolution au cours du temps de l'avancement x de la réaction qui se produit dans le mélange. On obtient la courbe $x = f(t)$ de la **figure 1** ;
- l'évolution au cours du temps de la quantité de matière $n(\text{I}^-)$ d'ions I^- dans le mélange. On obtient la courbe $n(\text{I}^-) = g(t)$ de la **figure 2**.

1) Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction étudiée. On notera n_{01} et n_{02} les nombres de moles, respectivement, des ions I^- et des ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ dans le mélange à $t = 0$.

2) a- En exploitant les deux courbes :

- déterminer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction ;
- justifier que I^- n'est pas le réactif limitant.

b- Déduire les valeurs de n_{01} et n_{02} .

3) Déduire les valeurs des concentrations C_1 et C_2 .

4) Déterminer la valeur v_0 de la vitesse instantanée de la réaction à $t = 0$.

5) On reprend l'expérience précédente en modifiant uniquement la concentration de la solution (S_2) qui devient C_2' , de façon que le mélange à $t = 0$ soit réalisé dans les proportions stœchiométriques.

a- Déterminer la valeur de C_2' .

b- Préciser, en le justifiant, si la nouvelle valeur v_0' de la vitesse instantanée de la réaction à $t = 0$, est supérieure, inférieure ou égale à v_0 .

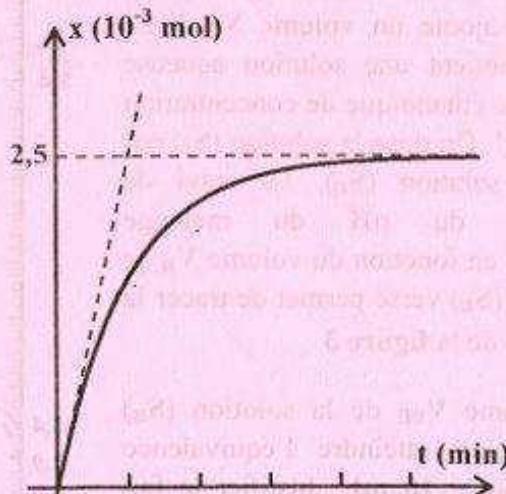


Figure 1

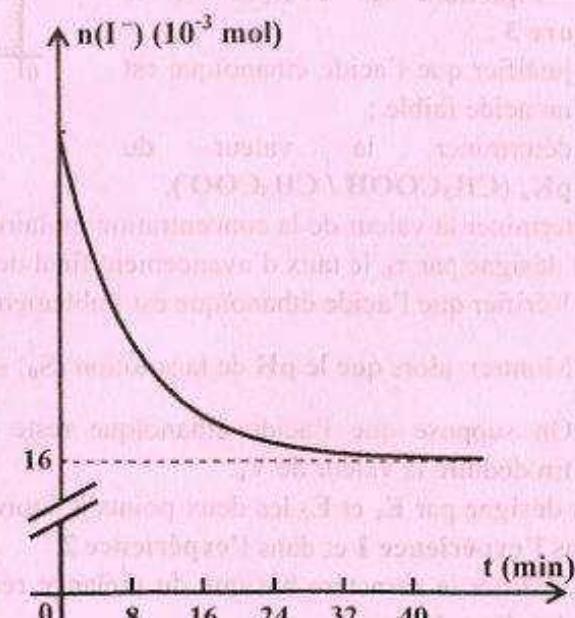


Figure 2

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_w = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse (S_A) d'acide éthanoïque (CH_3COOH) de concentration molaire C_A ,
- d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

On réalise les deux expériences suivantes :

expérience 1 : on dose un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de la solution (S_A) par la solution (S_B). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versé permet de tracer la courbe (C_1) de la figure 3.

expérience 2 : à partir de la solution (S_A), on préleve un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ auquel on ajoute un volume V_e d'eau pure, on obtient une solution aqueuse (S_1) d'acide éthanoïque de concentration molaire C_A' . On dose la solution (S_1) par la même solution (S_B). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S_B) versé permet de tracer la courbe (C_2) de la figure 3.

- 1) Le volume V_{BE} de la solution (S_B) ajouté pour atteindre l'équivalence étant $V_{BE} = 10 \text{ mL}$. Justifier le fait que ce volume reste inchangé dans l'expérience 2.
- 2) En exploitant les courbes de la figure 3 :
 - justifier que l'acide éthanoïque est un acide faible ;
 - déterminer la valeur du $\text{p}K_a$ ($\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$).
- 3) Déterminer la valeur de la concentration molaire C_A .
- 4) On désigne par τ_f , le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
 - Vérifier que l'acide éthanoïque est faiblement ionisé dans la solution (S_0) ($\tau_f \leq 0,05$).
 - Montrer alors que le pH de la solution (S_0) s'écrit : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C_A)$.
 - On suppose que l'acide éthanoïque reste faiblement ionisé dans la solution (S_1). Déterminer C_A' . En déduire la valeur de V_e .
- 5) On désigne par E_1 et E_2 les deux points d'équivalence correspondants respectivement aux dosages effectués dans l'expérience 1 et dans l'expérience 2.
 - Justifier le caractère basique du mélange réactionnel obtenu à l'équivalence acido-basique pour chacun des deux dosages.
 - Sans faire de calculs et sans avoir recours à la méthode des tangentes parallèles, justifier que la valeur 8,4 du pH correspond à pH_{E_2} .

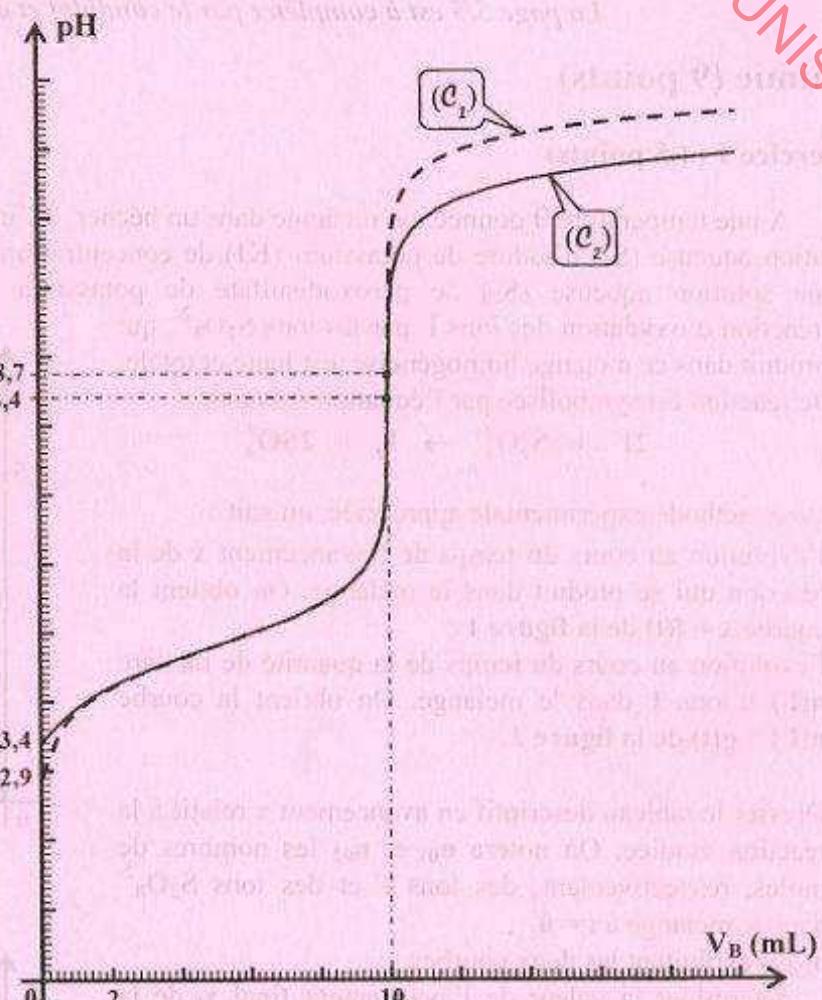


Figure 3

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

Physique (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On réalise un circuit électrique qui comporte, montés en série :

- un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale, $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable ;
- un résistor de résistance R ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un condensateur de capacité $C = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

On dispose d'un oscilloscope bicourbe convenablement branché au circuit électrique. Il permet de visualiser simultanément la tension $u(t)$ sur sa voie Y_1 et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur sur sa voie Y_2 .

Pour une valeur N_1 de la fréquence N du (GBF), on observe, sur l'écran de l'oscilloscope, les oscillosogrammes (I) et (II) de la figure 4 avec les réglages suivants :

- sensibilité horizontale : 1 ms / div ;
- sensibilité verticale sur la voie Y_1 : 2,75 V / div ;
- sensibilité verticale sur la voie Y_2 : 2,50 V / div.

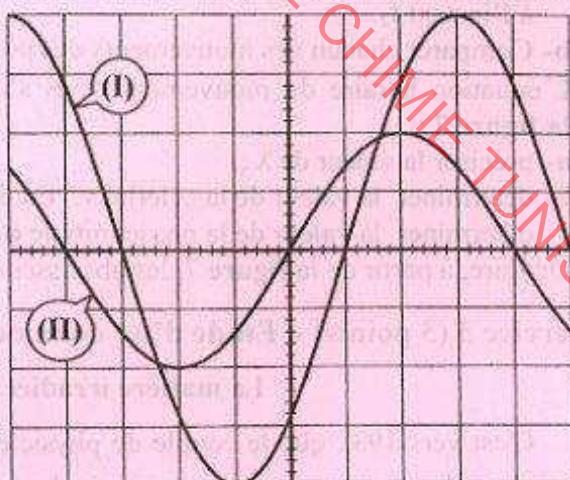


Figure 4

- 1) a- Faire un schéma du circuit électrique étudié, en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u(t)$ et $u_c(t)$.
b- Justifier que l'oscillosgramme (I) correspond à $u_c(t)$.
- 2) Déterminer graphiquement :
 - les amplitudes U_m et U_{cm} respectivement des tensions $u(t)$ et $u_c(t)$;
 - la fréquence N_1 ;
 - le déphasage $\Delta\phi$ de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$: $\Delta\phi = \varphi_u - \varphi_{uc}$.
- 3) L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t + \varphi_i)$, avec I_m son amplitude et φ_i sa phase initiale. L'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$ au cours du temps, s'écrit : $Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u(t)$.
 - Exprimer I_m en fonction de N_1 , C et U_{cm} . Calculer sa valeur.
 - Déterminer φ_i . Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, inductif ou résistif.
 - La figure 5 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie) représente la construction de Fresnel inachevée relative à l'équation différentielle précédente et à la fréquence N_1 .
c₁- Compléter, en respectant l'échelle donnée, la construction de Fresnel de la figure 5 de la page 5/5.
c₂- En déduire les valeurs de R et L .

Exercice 2 (3,5 points)

On dispose d'une corde élastique, homogène, tendue horizontalement et de longueur $L = 70 \text{ cm}$. L'extrémité S de cette corde est attachée à un vibreur qui lui impose des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude $a = 5 \text{ mm}$ et de fréquence N . L'autre extrémité A est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton comme l'indique la figure 6. Une onde progressive transversale, de longueur d'onde λ , prend naissance en S à l'instant $t = 0$ et se propage le long de la corde avec une célérité v constante.

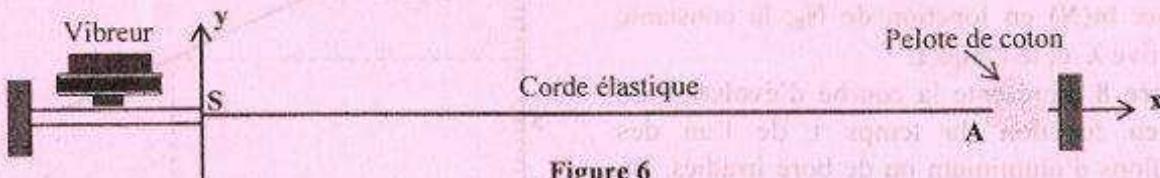


Figure 6

- 1) Reproduire et compléter le tableau ci-dessous en attribuant à chacun des éléments du dispositif le rôle qui lui convient parmi les suivants : milieu de propagation, source d'énergie, absorbant énergétique.

Elément du dispositif	vibreur	Corde tendue	Pelote de coton
Rôle			

- PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE
- 2) Les courbes (f_1) et (f_2) de la **figure 7** de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), représentent les deux aspects de la corde respectivement aux instants t_1 et t_2 tel que $t_2 - t_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ s. La position de chacun des trois points S, M_1 et M_2 de la corde, à l'instant t_1 , est indiquée sur la courbe (f_1) .
- a- Indiquer, sur la courbe (f_2) de la **figure 7** de la page 5/5, les nouvelles positions des points S, M_1 et M_2 à l'instant t_2 .
- b- Comparer chacun des mouvements des points M_1 et M_2 à celui de S.
- 3) L'équation horaire du mouvement de S s'écrit : $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \phi_S)$. En exploitant les courbes de la **figure 7** :
- a- préciser la valeur de λ ;
 b- déterminer la valeur de la célérité v . En déduire la valeur de la fréquence N ;
 c- déterminer la valeur de la phase initiale ϕ_S .
- 4) Déduire, à partir de la **figure 7**, les abscisses des points qui vibrent en phase avec S à l'instant t_2 .

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La matière irradiée, source de radioactivité artificielle

C'est vers 1932 que le couple de physiciens français Frédéric Joliot et Irène Curie commence à utiliser, pour ses recherches, une source de particules alpha (${}^4_2\text{He}$) émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Grâce à elle, ils peuvent provoquer des réactions nucléaires dans les atomes des éléments. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent des éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que des éléments légers, en particulier l'aluminium et le bore, éjectent parfois un neutron. Mais ils observent également un autre phénomène, parfaitement inattendu : « la matière irradiée, notent-ils, conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules alpha, radioactivité se manifestant par l'émission de positons ». Ainsi, une feuille d'aluminium irradiée émet un rayonnement avec une demi-vie de 3 minutes 15 secondes. Un résultat analogue est obtenu avec du bore irradié, mais la demi-vie est différente : 14 minutes. La seule explication possible, c'est que l'aluminium (Al) et le bore, éléments naturellement stables, sont devenus radioactifs.

Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle, par la création d'un élément instable et sa désintégration spontanée. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium, contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule alpha et aurait immédiatement réémis un neutron. L'aluminium se serait alors transmuté en un isotope instable du phosphore (P). Puis le phosphore (P) radioactif se serait à son tour désintégrer en silicium (Si) stable, en émettant un positon.

Extrait tiré de : « Les grandes expériences scientifiques » de Michel Rival (Éditions du Seuil)

- Dégager du texte le moyen découvert par les Joliot-Curie pour provoquer une radioactivité artificielle.
- En se référant au texte, et en appliquant les lois de conservation adéquates, écrire les équations des deux réactions nucléaires conduisant à la formation du silicium (Si).
- Les échantillons d'aluminium et de bore irradiés suivent la loi de décroissance radioactive car ils contiennent des noyaux radioactifs. Soit N le nombre de noyaux, à l'instant t , d'un échantillon radioactif et N_0 son nombre de noyaux à l'instant $t = 0$.
 - Exprimer $\ln(N)$ en fonction de N_0 , la constante radioactive λ et le temps t .
 - La **figure 8** représente la courbe d'évolution de $\ln(N)$ en fonction du temps t de l'un des échantillons d'aluminium ou de bore irradiés. En exploitant cette courbe, identifier l'échantillon étudié.

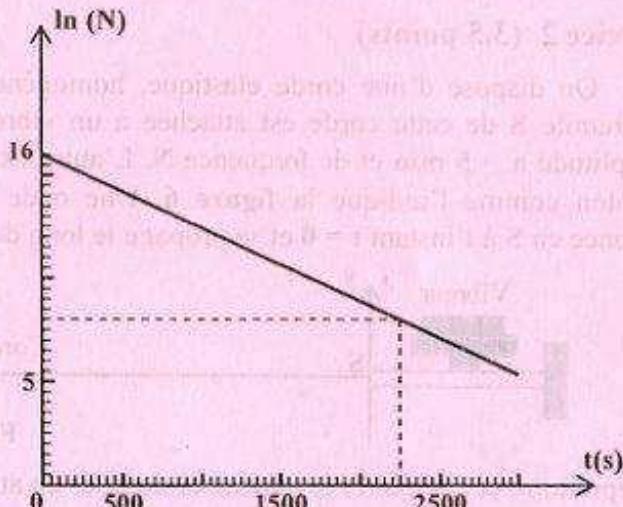


Figure 8

Section : N° d'inscription : Série :

Signatures des surveillants

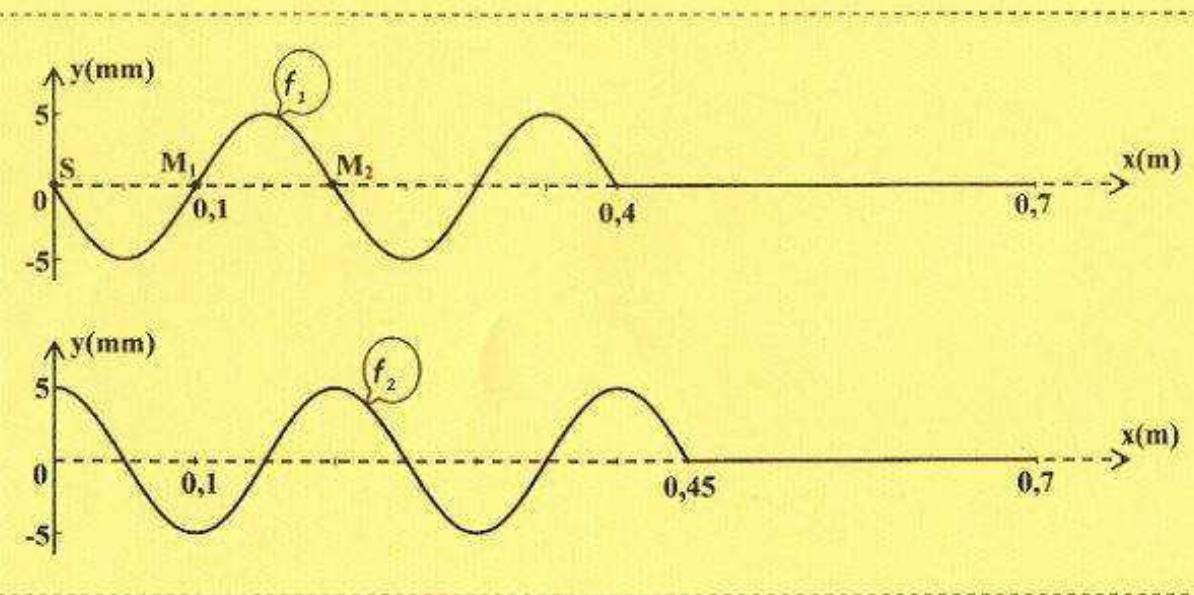
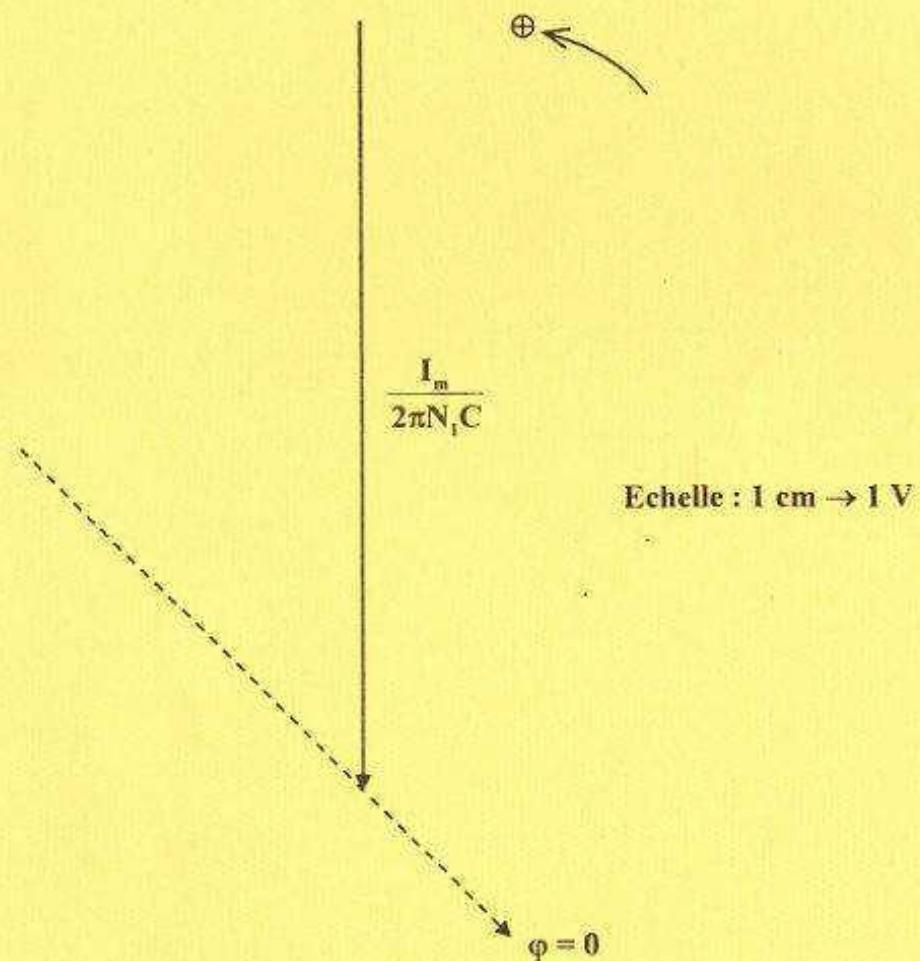
Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales - Session principale- 2018

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Figure 5



EXAMEN DU BACCALAUREAT Session 2018	Session principale	Epreuve : Sciences Physiques	Section : Sciences expérimentales
---	-----------------------	---------------------------------	--------------------------------------

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)	Barème																														
Exercice 1 (4,5 points)																															
1)																															
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Equation de la réaction</td> <td>$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Etat du système</td> <td>Avancement</td> <td colspan="4">Quantités de matière</td> </tr> <tr> <td>$t = 0$</td> <td>0</td> <td>n_{01}</td> <td>n_{02}</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>t</td> <td>x</td> <td>$n_{01} - 2x$</td> <td>$n_{02} - x$</td> <td>x</td> <td>$2x$</td> </tr> <tr> <td>t_{final}</td> <td>x_f</td> <td>$n_{01} - 2x_f$</td> <td>$n_{02} - x_f$</td> <td>x_f</td> <td>$2x_f$</td> </tr> </table>	Equation de la réaction		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$				Etat du système	Avancement	Quantités de matière				$t = 0$	0	n_{01}	n_{02}	0	0	t	x	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - x$	x	$2x$	t_{final}	x_f	$n_{01} - 2x_f$	$n_{02} - x_f$	x_f	$2x_f$	0,5
Equation de la réaction		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$																													
Etat du système	Avancement	Quantités de matière																													
$t = 0$	0	n_{01}	n_{02}	0	0																										
t	x	$n_{01} - 2x$	$n_{02} - x$	x	$2x$																										
t_{final}	x_f	$n_{01} - 2x_f$	$n_{02} - x_f$	x_f	$2x_f$																										
2)																															
a- $x_f = 2,5 \cdot 10^{-3}$ mol	0,25																														
- D'après la courbe de la figure 2, la quantité de matière finale de I^- n'est pas nulle donc I^- n'est pas le réactif limitant.	0,5																														
b- $n_{02} - x_f = 0 \Rightarrow n_{02} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ mol	2x0,25																														
$n_{01} - 2x_f = 16 \cdot 10^{-3}$ mol $\Rightarrow n_{01} = 21 \cdot 10^{-3}$ mol	2x0,25																														
3) $C_1 = \frac{n_{01}}{V_1} = 0,14 \text{ mol.L}^{-1}$	0,25																														
$C_2 = \frac{n_{02}}{V_2} = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$	0,25																														
4) $v_0 = \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} = 3,125 \cdot 10^{-4} \text{ mol.min}^{-1}$	2x0,25																														
5)																															
a- $C_2' = \frac{n_{02}'}{V_2} = \frac{n_{01}}{2V_2} = 0,21 \text{ mol.L}^{-1}$	0,5+0,25																														
b- $v_0' > v_0$, car la concentration des ions $S_2O_8^{2-}$ augmente (facteur cinétique)	2x0,25																														
Exercice 2 (4,5 points)																															
1) La quantité de matière initiale de l'acide n'a pas changé suite à la dilution.	0,25																														
2) a- Chacune des deux courbes présente deux points d'inflexion, donc il s'agit du dosage d'un acide faible par une base forte \Rightarrow l'acide éthanoïque est un acide faible.	0,5																														
b- A la demi-équivalence : $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$, $pH = pK_a (\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$	2x0,25																														
3) $C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$	2x0,25																														
4)																															
a- $\tau_f = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_A} = \frac{10^{-2,9}}{0,1} = 1,25 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \tau_f \leq 0,05 \Rightarrow$ l'acide éthanoïque est faiblement ionisé dans la solution (S_0)	2x0,25																														
b- $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$.	0,5																														

c- $C'_A = 10^{pK_A - 2pH'} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

avec $pH' = 3,4$

$$C'_A = \frac{C_A V_A}{V_A + V_e} \Rightarrow V_e = 9V_A = 90 \text{ mL}$$

5)

a- A l'équivalence on obtient une solution aqueuse d'éthanoate de sodium qui contient les ions inertes Na^+ et les ions CH_3COO^- . CH_3COO^- est une base faible qui régénère dans l'eau OH^- qui confère au mélange le caractère basique.

b- A l'équivalence, le milieu est basique. La dilution diminue le pH d'une solution basique donc : $\text{pH}_{E1} > \text{pH}_{E2}$

$$\text{pH}_{E1} = 8,7$$

$$\text{pH}_{E2} = 8,4$$

2x0,25

2x0,25

0,25

0,5

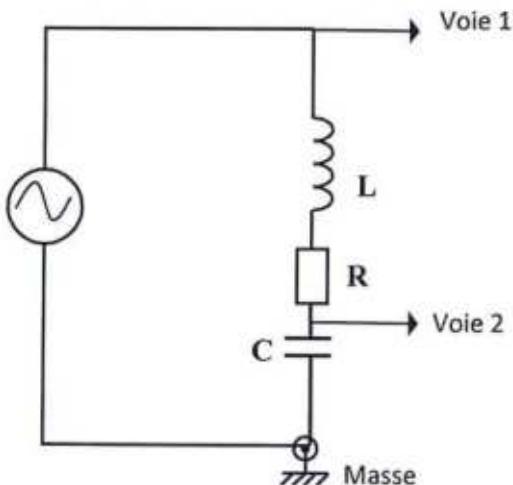
Physique (11 points)

Barème

Exercice 1 (4,5 points)

1)

a-



0,5

b- $u_c(t)$ est toujours en retard de phase par rapport à $u(t)$: l'oscillogramme (I) correspond à $u_c(t)$.

0,25

2) a- $U_m = 5,5 \text{ V}$ et $U_{cm} = 10 \text{ V}$

2x0,25

b- $N_1 = \frac{1}{T_1} = 125 \text{ Hz}$

2x0,25

c- $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc} = \frac{2\pi}{T_1} \cdot \frac{T_1}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$

0,25

3) a- $U_{cm} = \frac{I_m}{2\pi N_1 C} \Rightarrow I_m = 2\pi N_1 C U_{cm} = 19,63 \text{ mA}$

2x0,25

b- $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc} = -\phi_{uc} = -(\phi_i - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \phi_i = \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$

0,25

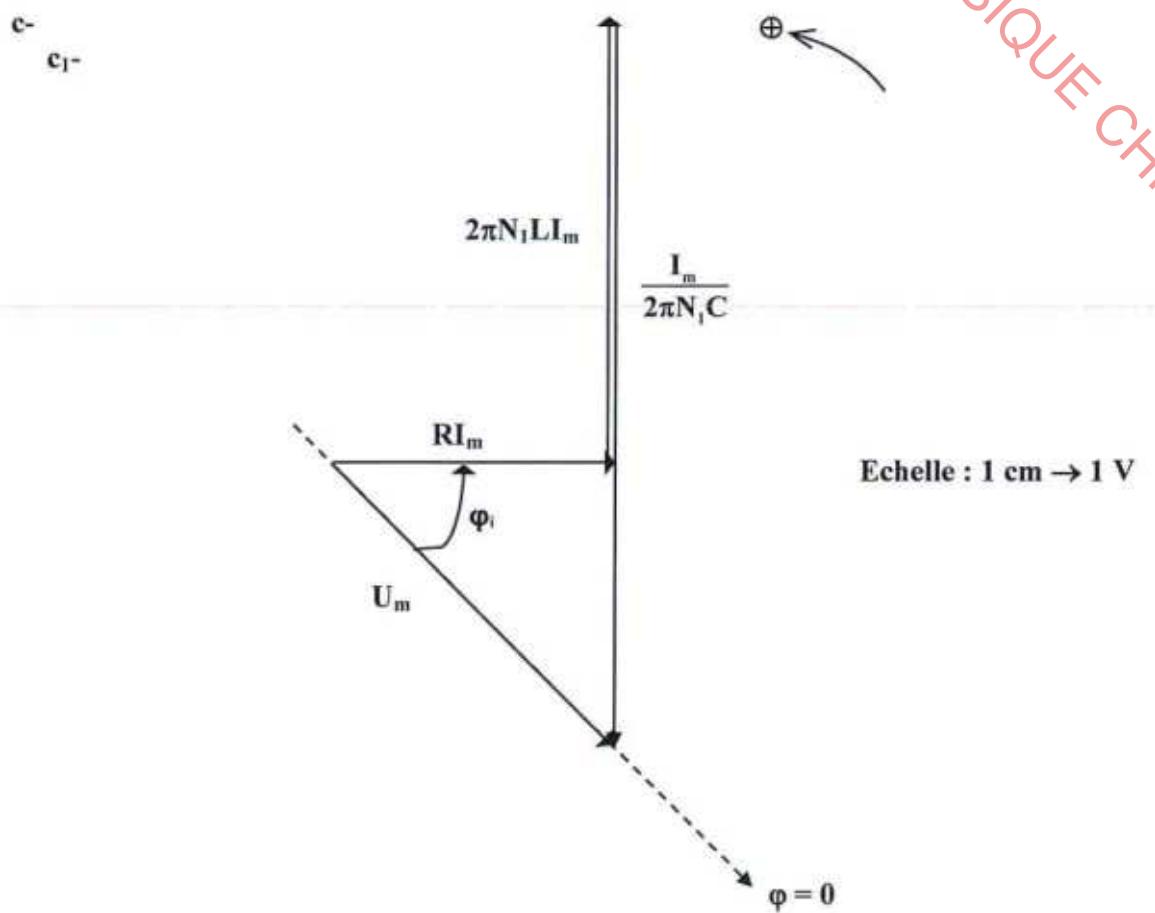
$i(t)$ est en avance de phase sur $u(t)$: le circuit est capacitif.

0,25



جامعة تونس للامتحانات
محمد الولبة

0,5



c₂- $RI_m = 3,9 \text{ V} \Rightarrow R = 198,6 \Omega$

0,5

$2\pi N_1 L I_m = 6,1 \text{ V} \Rightarrow L = 0,39 \text{ H}$

0,5

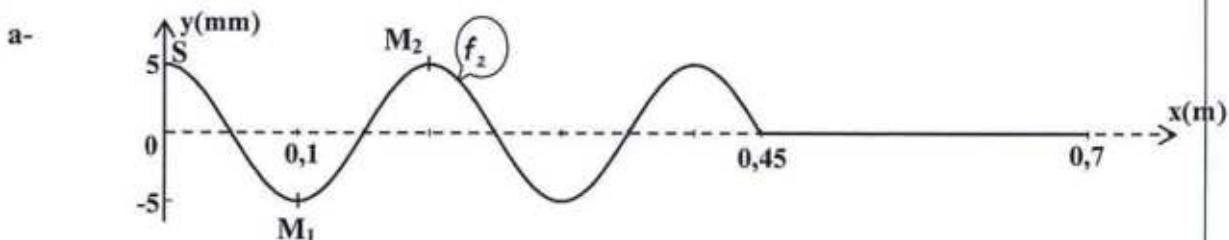
Exercice 2 (3,5 points)

1)

Elément du	vibreur	Corde tendue	Pelote de coton
Rôle	source d'énergie	milieu de propagation	absorbant énergétique

0,5

2)



0,25

b- M_1 vibre en opposition de phase par rapport à S .
 M_2 vibre en phase avec S .

2x0,25

3)

a- $\lambda = 0,2 \text{ m}$

0,25

b- $v(t_2 - t_1) = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow v = \frac{\lambda}{4(t_2 - t_1)} = 10 \text{ m.s}^{-1}$

2x0,25

$N = \frac{v}{\lambda} = 50 \text{ Hz}$

2x0,25

c- $\phi_S = 0$

2x0,25

4) $x_1 = 0,2 \text{ m}$
 $x_2 = 0,4 \text{ m}$

2x0,25



جامعة تونس المنار
جامعة الأولى

Exercice 3 (3 points)		
1)	La création d'un élément instable et sa désintégration spontanée.	0,5
2)	${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$ ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0\text{e}$	2x0,5
3)		
a-	$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(N) = \ln(N_0) - \lambda t$	0,5
b-	$\lambda = 3,55 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$	0,5
	$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx 3 \text{ min } 15 \text{ s} \Rightarrow \text{l'échantillon est celui d'aluminium}$	0,5

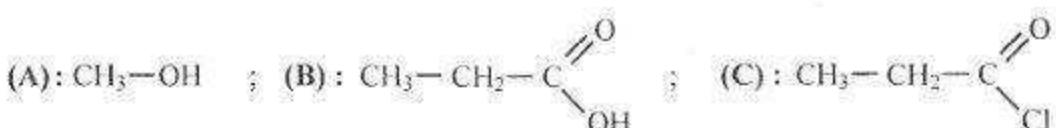
REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ••••• EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	Session de contrôle	
	Epreuve : Sciences physiques	Section : Sciences expérimentales
	Durée : 3h	
		Coefficient de l'épreuve: 4

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On dispose des trois composés organiques suivants :



- Le composé (C) réagit avec un excès d'ammoniac (NH_3) pour donner un amide non substitué (D) et du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) solide.
 - Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction.
 - Nommer le composé (D).
 - Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des amides répondant à la formule brute du composé (D).
- On fait réagir le composé (B) avec le composé (C), on obtient un composé (E) et du chlorure d'hydrogène (HCl).
 - Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction.
 - Préciser si l'on peut synthétiser l'amide (D) à partir du composé (E). Dans l'affirmative, écrire l'équation de la réaction qui se produit.
 - Le composé (E) réagit, à son tour, avec le composé (A) pour obtenir un composé (F) et régénérer le composé (B). Donner la formule semi-développée de (F).
- Reproduire et compléter le tableau suivant :

Composé	(A)	(B)	(C)	(E)	(F)
Fonction chimique					

Exercice 2 (4,5 points)

À 25°C , on réalise une pile électrochimique (P) à l'aide des deux demi-piles (1) et (2) suivantes :

- demi-pile (1) : constituée d'une lame de cobalt qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de cobalt ($\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ et de concentration molaire C_1 ;
- demi-pile (2) : constituée d'une lame de nickel qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de nickel ($\text{Ni}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume $V_2 = 100 \text{ mL}$ et de concentration molaire C_2 .

La fem standard de la pile (P) est : $E^\circ = 0,02 \text{ V}$.

Dans une première étape, on relie les bornes de la pile à un voltmètre qui indique initialement une fem E . Dans une deuxième étape, tout en gardant le voltmètre branché, on relie les bornes de la pile à un résistor de résistance R et un interrupteur (K) tous les deux sont associés en série. On ferme l'interrupteur (K). Après une durée suffisante Δt_1 de fonctionnement de la pile (P), on observe, entre autres, un dépôt de nickel comme l'indique la figure 1 et le voltmètre indique une fem E_1 non nulle.

- 1) a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à (P).
- c- Exprimer E_1 en fonction de E° , C_1 et C_2 .
- 2) a- En exploitant le résultat indiqué par la figure 1, préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).
- b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant dans le circuit extérieur.
- c- Déduire le signe de la fem E_f .
- 3) a- Après une durée Δt_2 ($\Delta t_2 > \Delta t_1$) de fonctionnement de la pile (P), on constate que la fem E de la pile s'annule lorsque $[Co^{2+}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Déterminer, dans ce cas, la valeur de $[Ni^{2+}]$.
- b- Calculer les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2 . On donne $E_1 = 0,05 \text{ V}$.
- c- Déterminer la masse m du dépôt de nickel déposé après la durée Δt_2 . On donne : $M(Ni) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$.

On supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions restent constants durant le fonctionnement de la pile.

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,75 points)

Le circuit électrique de la figure 2 comporte :

- un générateur de tension idéal de fem $E = 6 \text{ V}$;
- un résistor de résistance $R_0 = 50 \Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- une diode D ;
- une lampe L ;
- un interrupteur K .

Dans une première expérience, on ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$. A l'aide d'une méthode expérimentale appropriée, on suit l'évolution au cours du temps de l'intensité instantanée i du courant électrique qui circule dans le circuit. On obtient la courbe de la figure 3 ; où la droite (Δ) représente la tangente à cette courbe à l'instant $t = 0$.

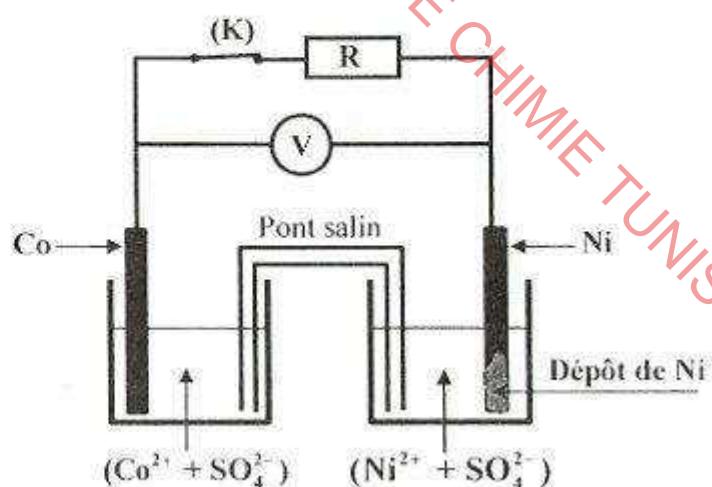


Figure 1

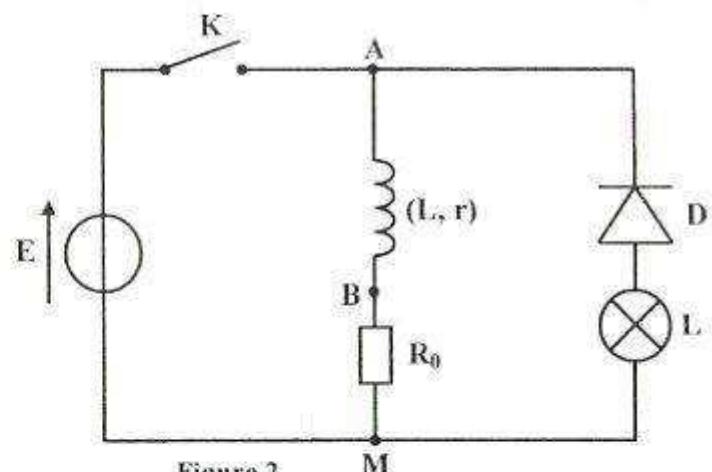


Figure 2

- 1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de i en fonction du temps s'écrit :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}; \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du circuit}$$

que l'on exprimera en fonction de L , r et R_0 .

- 2) Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R_0 + r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de l'équation différentielle précédente.

- 3) a- Déterminer graphiquement :

- la valeur I_0 de l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi ;
- la valeur de la constante de temps τ .

- b- Déduire les valeurs de r et L .

- 4) Tracer l'allure de la courbe traduisant l'évolution au cours du temps de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes de la bobine tout en précisant les valeurs que prend $u_{AB}(t)$ respectivement à la fermeture de l'interrupteur K et lorsque le régime permanent est établi.

- 5) Dans une deuxième expérience et lorsque le régime permanent est établi, on ouvre l'interrupteur K . On constate que la lampe L s'allume pendant une courte durée avant de s'éteindre.

- a- Enoncer la loi de Lenz.

- b- Nommer le phénomène physique responsable de l'annulation progressive de l'intensité du courant électrique dans le circuit.

- c- Préciser sur un schéma, le sens du courant électrique circulant dans le circuit juste après l'ouverture de K .

Exercice 2 (4,25 points)

Un solide (S) de masse m est attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k . L'autre extrémité du ressort est fixe. Le système $\{(R) + (S)\}$ peut osciller horizontalement le long d'une tige (T) . À l'équilibre, le centre d'inertie G du solide (S) coïncide avec l'origine O d'un repère (O, \vec{i}) porté par l'axe horizontal $x'x$ (figure 4). Dans ce repère, la position de G à un instant t donné, est repérée par son abscisse $x(t)$. Les frottements sont supposés négligeables.

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance x_0 et on le lance, à l'instant $t = 0$, avec une vitesse v_0 en lui communiquant une énergie cinétique $E_{c0} = 18,75 \cdot 10^{-3} \text{ J}$. Un système approprié permet d'enregistrer les courbes (C_1) et (C_2) de la figure 5 traduisant l'évolution au cours du temps de l'elongation $x(t)$ et de la vitesse instantanée $v(t)$ du centre d'inertie G de (S) .

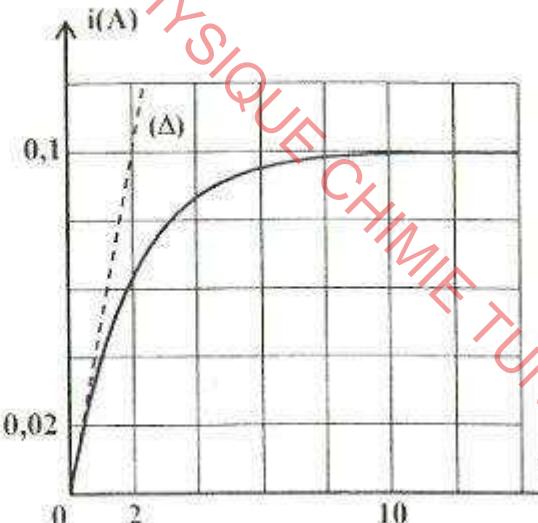


Figure 3

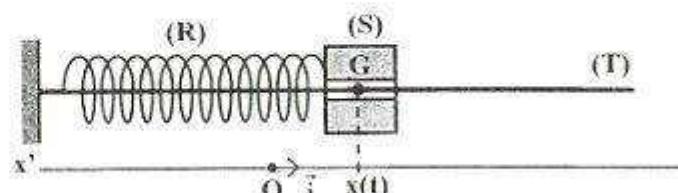


Figure 4

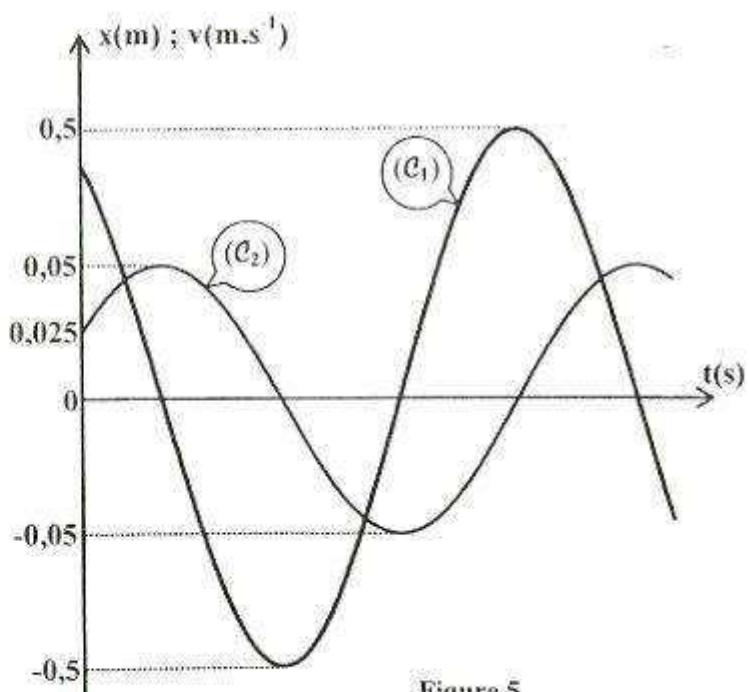


Figure 5

On suppose que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au niveau du plan horizontal contenant la tige (T).

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de x en fonction du temps s'écrit :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 ; \text{ où } \omega_0 \text{ est une constante que l'on exprimera en fonction de } k \text{ et } m.$$

2) Justifier que la courbe (C_2) correspond à $x(t)$.

3) En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer :

a- la valeur de x_0 ;

b- les valeurs de X_m et V_m , amplitudes respectives de $x(t)$ et $v(t)$. En déduire la valeur de ω_0 ;

c- la phase initiale ϕ_0 de $x(t)$.

4) a- Déterminer la valeur de la vitesse v_0 . Déduire la valeur de m .

b- Déduire la valeur de k .

5) Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E du système $\{(R) + (S)\}$.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

La diffraction au quotidien

La diffraction est un phénomène qui se présente lorsque l'onde heurte une discontinuité par rapport au milieu continu dans lequel elle se propage. On représente couramment la diffraction d'une onde par une diffusion de celle-ci à travers soit un trou, soit contre un obstacle. Imaginez vous une série de vagues planes, c'est-à-dire dont les fronts d'ondes représentent une ligne droite. Ces ondes, en passant par le trou, ne sont plus planes mais deviennent circulaires. De plus, l'énergie de la perturbation correspondant à celle de petit bout de vague passant le trou va se diffuser dans tout l'espace après le trou, d'où la diminution de la valeur de l'amplitude de la perturbation. C'est exactement ce qu'il se passe avec la lumière. Au passage d'un trou, celle-ci se diffuse dans l'espace. Il y a un dernier détail concernant la diffraction. Afin que celle-ci soit observable, il faut que la taille de l'obstacle soit de l'ordre de la période spatiale de l'onde. C'est la raison pour laquelle vous ne voyez pas de diffraction au quotidien ; la lumière visible possède une longueur d'onde bien trop faible par rapport à la taille des objets du quotidien.

Cependant, vous pouvez faire une expérience très simple de diffraction en utilisant simplement vos yeux et une source lumineuse suffisamment intense. Pour cela, fixez la source lumineuse puis plissez vos yeux. Vous allez voir apparaître des sortes de « branches » en étoile, et bien vous êtes face à un phénomène de diffraction ! Seulement, contrairement à ce qu'on pourrait penser, la diffraction n'est pas créée par l'espace entre nos deux paupières mais grâce à toute une combinaison de choses : nos cils, le liquide qui protège nos yeux, notre pupille...

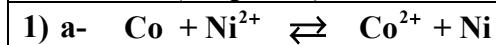
Lorsque vous prenez le soleil en photo, il arrive souvent d'avoir des phénomènes de diffraction qui sont dus à l'intensité lumineuse, aux lentilles et à la taille du diaphragme utilisé pour prendre la photo.

D'après <http://physiquereussite.fr/les-ondes/>

- 1) Dégager du texte le passage confirmant que lors de la diffraction d'une onde il y a modification de son trajet et par suite de sa forme.
- 2) a- Préciser la condition permettant d'obtenir un phénomène de diffraction observable.
b- Justifier la non observation de la diffraction de la lumière visible au quotidien.
- 3) En se référant au texte, représenter un schéma simplifié d'un dispositif expérimental permettant d'observer la diffraction de la lumière visible.
- 4) Les expériences décrites dans le texte mettent en évidence un caractère de la lumière. Préciser ce caractère.

Corrigé et barème de notation

Chimie (9 points)	Barème												
Exercice 1 (4,5 points)													
1)													
a-													
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{array} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{sd})$	0,5												
b- (D) : propanamide.	0,25												
c-	6x0,25												
$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{NH-CH}_3 \end{array}$; $\text{H} - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{N-CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$; $\text{H} - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{NH-CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array}$ <i>N</i> -méthyléthanamide ; <i>N,N</i> -diméthylméthanamide ; <i>N</i> -éthylméthanamide													
2)													
a-													
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{array} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \end{array} - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{HCl}$	0,25												
b- Oui, on peut synthétiser l'amide (D) à partir du composé (E)	2x0,25												
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{C}_2\text{H}_5\text{-COO}^- + \text{NH}_4^+$													
c-	0,25												
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \\ \diagup \\ \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{-OH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \\ \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{O-CH}_3 \end{array}$ (F)													
3)													
<table border="1"> <tr> <td>Composé</td><td>(A)</td><td>(B)</td><td>(C)</td><td>(E)</td><td>(F)</td></tr> <tr> <td>Fonction chimique</td><td>Alcool</td><td>Acide carboxylique</td><td>Chlorure d'acyle</td><td>Anhydride d'acide</td><td>Ester</td></tr> </table>	Composé	(A)	(B)	(C)	(E)	(F)	Fonction chimique	Alcool	Acide carboxylique	Chlorure d'acyle	Anhydride d'acide	Ester	5x0,25
Composé	(A)	(B)	(C)	(E)	(F)								
Fonction chimique	Alcool	Acide carboxylique	Chlorure d'acyle	Anhydride d'acide	Ester								

Exercice 2 (4,5 points)

0,5

b- $K = 10^{\frac{E^\circ}{0,03}} = 4,64$

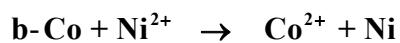
2x0,25

c- $E_i = E^\circ - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2}$

0,5

2) a- Dépôt de Ni sur l'électrode en Ni \Rightarrow les électrons circulent de Co vers Ni :

2x0,25

Ni : \oplus 

0,5

c- $E_1 > 0.$

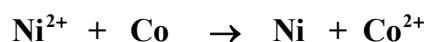
0,25

3)

a- $E = 0 \Rightarrow K = \frac{[\text{Co}^{2+}]_{\text{eq}}}{[\text{Ni}^{2+}]_{\text{eq}}} \Rightarrow [\text{Ni}^{2+}]_{\text{eq}} = 2,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

2x0,25

b- $E_i = E^\circ - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow C_2 = 10C_1$



$t = 0$	C_2	C_1
t_{eq}	$C_2 - y$	$C_1 + y$

3x0,25

$\Rightarrow C_2 + C_1 \approx 0,12 \text{ mol.L}^{-1}$

$\Rightarrow C_1 \approx 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$C_2 \approx 0,11 \text{ mol.L}^{-1}$

c- $y = C_2 - 2,15 \cdot 10^{-2} \approx 8,85 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$n = y \times V_2 = \frac{m}{M}$

2x0,25

$m = y \times V_2 \times M \approx 0,52 \text{ g}$

Physique (11 points)

Exercice 1 (3,75 points)

1) Appliquons la loi des mailles : $E - u_b - u_{R0} = 0$

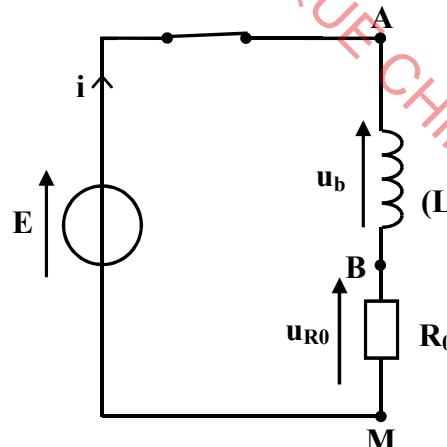
$$E - L \frac{di}{dt} - ri - R_0 i = 0 \Rightarrow$$

$$L \frac{di}{dt} + (r + R_0)i = E$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{r + R_0}{L} i = \frac{E}{L} \Rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}$$

$$\text{avec } \tau = \frac{L}{r + R_0}$$

$$2) -\frac{E}{\tau(R_0 + r)} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{\tau(R_0 + r)} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = \frac{E}{L}$$



3) a-

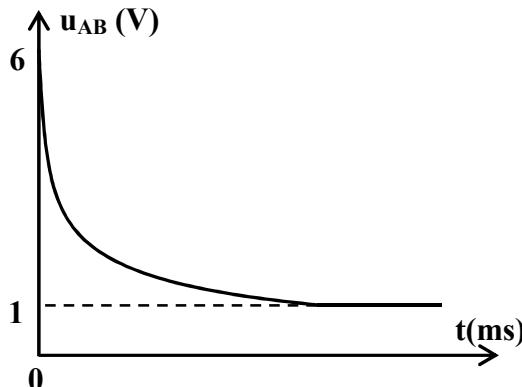
$$I_0 = 0,1 \text{ A}$$

$$\tau = 2 \text{ ms}$$

$$b- \text{En régime permanent, on a : } (R_0 + r)I_0 = E \Rightarrow r = \frac{E}{I_0} - R_0 = 10 \Omega$$

$$L = \tau(R_0 + r) = 0,12 \text{ H}$$

4)



5)

a- Loi de Lenz.

b- Auto-induction

c- Le courant électrique, circulant dans la bobine juste après l'ouverture de K, a le même sens que celui du courant électrique principal. (Schéma exigé).

Exercice 2 (4,25 points)

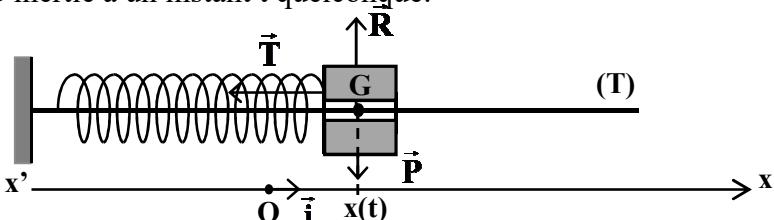
1) Appliquons le théorème du centre d'inertie à un instant t quelconque:

$$\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m \vec{a}_G \Rightarrow$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$$

$$m \neq 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 ; \text{ avec } \omega_0^2 = \frac{k}{m}$$



2) $x(t)$ est toujours en retard de phase par rapport à $v(t)$: la courbe (C₂) correspond à $x(t)$.

Barème

3x0,25

0,25

0,25

2x0,25

0,25

3x0,25

0,25

0,25

0,25

3x0,25

0,25

<p>3)</p> <p>a- $x_0 = 2,5 \text{ cm}$</p> <p>b- $X_m = 5 \text{ cm}$ et $V_m = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$</p> $\omega_0 = \frac{V_m}{X_m} = 10 \text{ rad.s}^{-1}$ <p>c- $x_0 = X_m \sin \varphi_x \Rightarrow \sin \varphi_x = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_x = \frac{\pi}{6} \text{ rad car } \cos \varphi_x > 0$</p> <p>4) a- $v_0 = \omega_0 X_m \cos \varphi_x \approx 0,43 \text{ m.s}^{-1}$</p> $E_{c0} = \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow m = \frac{2 E_{c0}}{v_0^2} = 200 \text{ g}$ <p>b-</p> $k = \omega_0^2 m = 20 \text{ N.m}^{-1}$ <p>5) X_m et V_m sont constantes au cours du temps donc le système {(R) + (S)} est conservatif $\Rightarrow E = \text{cste} \Rightarrow E = \frac{1}{2} k X_m^2 = 25 \cdot 10^{-3} \text{ J}$</p>	<p>0,25</p> <p>2x0,25</p> <p>2x0,25</p> <p>2x0,25</p> <p>0,25</p> <p>2x0,25</p> <p>0,25</p> <p>0,25</p> <p>2x0,25</p>
<p>Exercice 3 (3 points)</p> <p>1) « Ces ondes, en passant par le trou, ne sont plus planes mais deviennent circulaires ».</p> <p>2) a- La taille de l'obstacle soit de l'ordre de la période spatiale de l'onde.</p> <p>b- La lumière visible possède une longueur d'onde bien trop faible par rapport à la taille des objets du quotidien.</p> <p>3) Dispositif comportant : une source de lumière, un diaphragme et un écran.</p> <p>4) Caractère ondulatoire de la lumière.</p>	<p>0,5</p> <p>0,75</p> <p>0,5</p> <p>0,75</p> <p>0,5</p>



Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remettre avec la copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Afin d'étudier expérimentalement la réaction d'estérification, on réalise un mélange équimolaire formé d'un monoacide carboxylique (A) et d'un alcool primaire (B), en phase liquide, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré dont on négligera le volume. Le mélange est réparti en des échantillons identiques dans des tubes à essai surmontés chacun d'un réfrigérant à air. Chaque échantillon contient initialement n_0 mol de (A) et n_0 mol de (B).

A l'instant initial $t = 0$, pris comme origine des temps, on place les tubes à essai dans un bain-marie porté à une température θ convenable. A des instants successifs t , on retire un des tubes chauffés et on verse immédiatement son contenu dans un erlenmeyer placé dans un bain d'eau glacée. On dose, à chaque fois, l'acide carboxylique restant dans chacun des tubes, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C_B = 2 \text{ mol.L}^{-1}$.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la **figure 1** qui représente l'évolution de V_{BE} en fonction du temps, où V_{BE} désigne le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence du dosage de l'acide carboxylique restant à l'instant t .

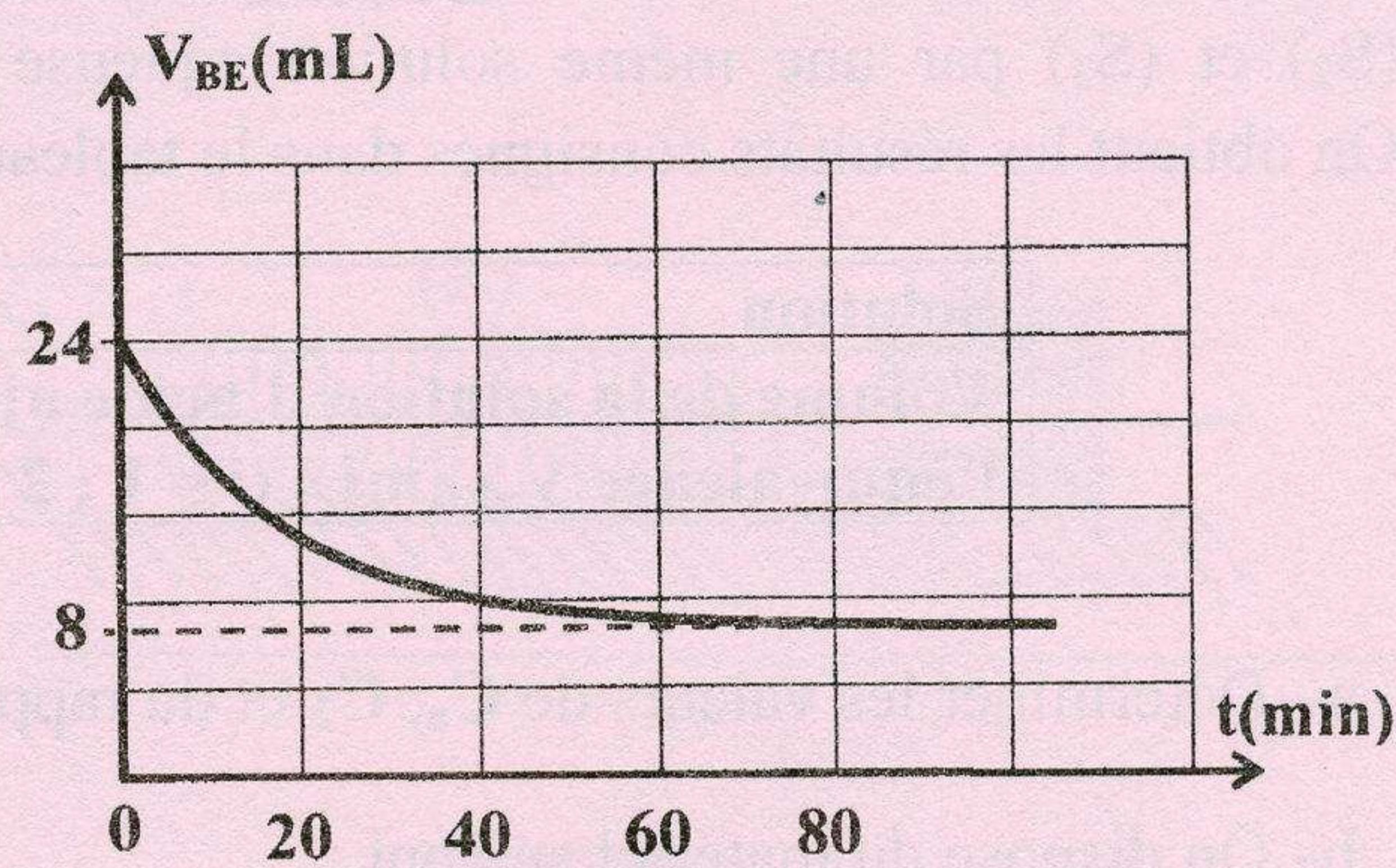


Figure 1

- Indiquer le rôle du réfrigérant à air surmontant le tube à essai.
 - Expliquer pourquoi l'rlenmeyer est placé dans un bain d'eau glacée.
 - En exploitant la courbe de la **figure 1**, déterminer la valeur de n_0 .
- On désigne par n_E le nombre de mole d'ester (E) formé, à l'instant t , dans un tube à essai.
 - Dresser le tableau descriptif en avancement x relatif à la réaction d'estérification.
 - Exprimer n_E en fonction de n_0 , C_B et V_{BE} .
 - Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction d'estérification. En déduire une caractéristique de cette réaction.
- Montrer que la fonction des concentrations Π relative à cette réaction s'écrit : $\Pi = \left(\frac{n_0}{C_B \cdot V_{BE}} - 1 \right)^2$.
Calculer sa valeur à l'équilibre chimique.
- On reprend l'expérience précédente, à la même température θ . A l'instant $t = 0$, chaque tube à essai contient un mélange non équimolaire formé de n_0 mol de l'acide carboxylique (A) et a mol de l'alcool primaire (B) ; avec $a > n_0$. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence lorsque l'équilibre chimique est atteint devient $V'_{BE} < 8 \text{ mL}$.
 - Préciser, en le justifiant, si le nouveau taux d'avancement final τ'_f de la réaction devient inférieur ou supérieur à τ_f (calculé à la question 2) c-).
 - Déduire l'intérêt pratique du choix d'un mélange initial non équimolaire.

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont considérées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On prépare par dilution, à partir d'une solution aqueuse (S_1) d'une monobase (B) de concentration molaire C_1 , deux solutions aqueuses (S_2) et (S_3) de concentrations molaires respectives C_2 et C_3 . On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction de la monobase (B) avec l'eau. Pour la solution (S_3), la plus diluée, le taux d'avancement final est $\tau_{f3} = 3,98 \cdot 10^{-2}$ et le pH a pour valeur $pH_3 = 10,6$.

- 1) Justifier que la monobase (B) est faible.
- 2) Pour toute solution (S_i) ($i = 1 ; 2 ; 3$), on désigne par C_i , pH_i et τ_{fi} , respectivement sa concentration molaire, son pH et le taux d'avancement final de la réaction de la monobase (B) avec l'eau dans (S_i).
 - Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique y_i de la réaction de la monobase (B) avec l'eau.
 - Exprimer τ_{fi} en fonction de pH_i , pK_e et C_i . En déduire que $C_3 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- 3) a- Montrer, en justifiant les approximations utilisées, que pour chacune des trois solutions étudiées le pH s'écrit : $pH_i = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log C_i)$; où K_a est la constante d'acidité du couple BH^+ / B .
- 4) b- En déduire la valeur du pK_a du couple BH^+ / B .

4) On effectue séparément le dosage d'un même volume $V_b = 20 \text{ mL}$ de chacune des trois solutions (S_1), (S_2) et (S_3) par une même solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_a . On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
Volume de la solution d'acide ajouté à l'équivalence $V_{aEi}(\text{mL})$ ($i = 1 ; 2 ; 3$)	20	10	4

a- Déterminer les valeurs de C_a , C_2 et du rapport $\frac{C_1}{C_3}$.

b- On dispose du matériel suivant :

- un flacon contenant 100 mL de la solution (S_1) ;
- deux fioles jaugées de 50 mL et de 250 mL ;
- deux pipettes jaugées de 10 mL et de 20 mL ;
- une pissette remplie d'eau distillée.

En indiquant le matériel **adéquat**, décrire le mode opératoire à suivre pour préparer la solution (S_3) à partir de la solution (S_1).

Physique (11 points)**Exercice 1 (3,5 points)**

Le circuit électrique de la **figure 2** comporte, montés en série :

- une bobine (B) ;
- un résistor de résistance $R_0 = 20 \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem E ;
- un interrupteur K.

On branche un voltmètre aux bornes de la bobine (B) et à l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K. Après une durée suffisante, le régime permanent est atteint et le voltmètre indique une tension de valeur constante $U_1 = 2 \text{ V}$.

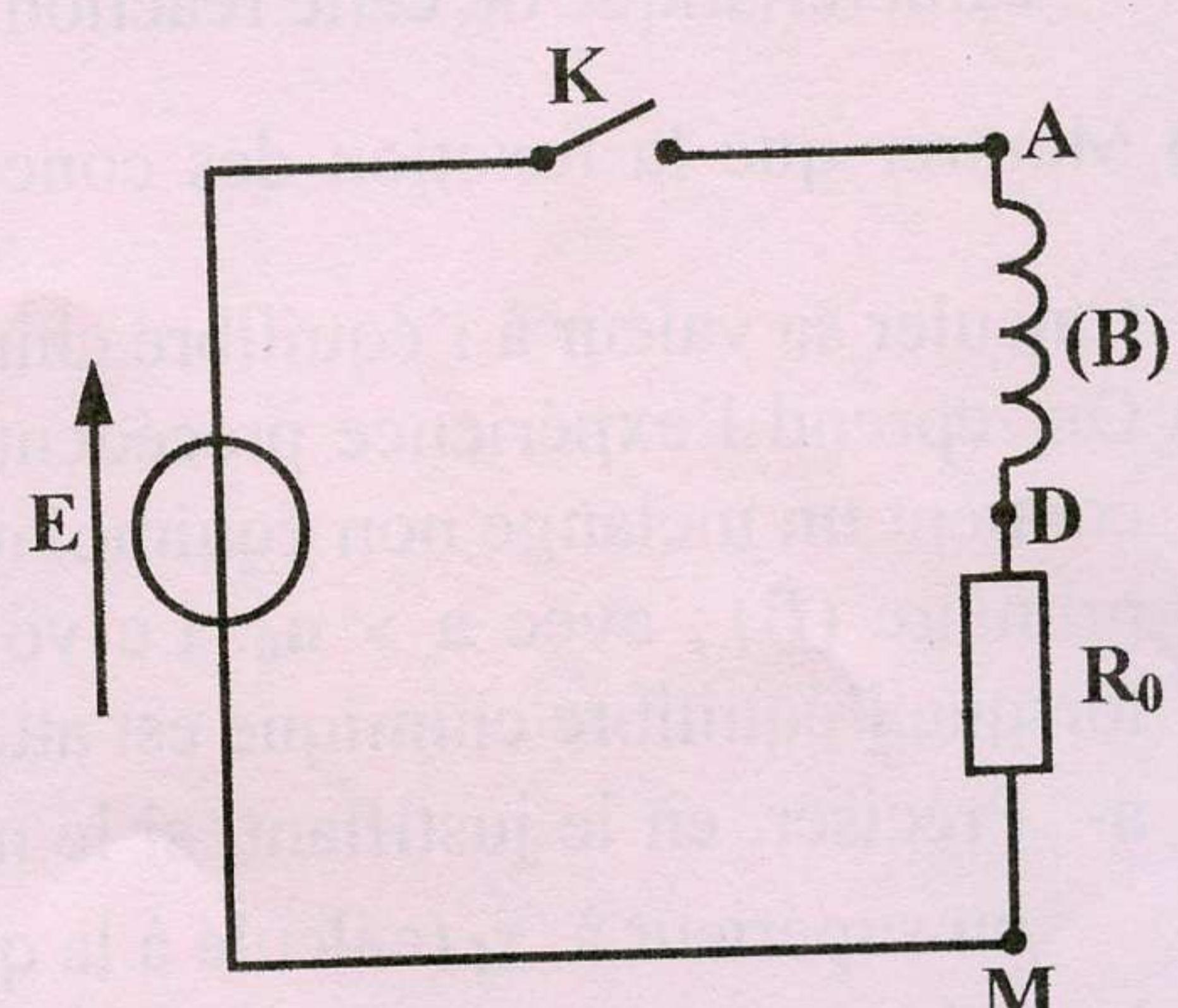


Figure 2

- 1) Justifier que la bobine (B) possède une résistance r non nulle.
- 2) Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps des tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$, respectivement sur ses voies X et Y. La courbe représentée sur la **figure 3** correspond à l'une des tensions visualisées.

- a- Compléter, sur la **figure 4** de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), le schéma du montage en indiquant les connexions nécessaires à l'oscilloscope pour visualiser les tensions $u_{DM}(t)$ et $u_{AM}(t)$.
- b- Identifier, en le justifiant, la courbe de la **figure 3**.
- c- On désigne par U_0 , la valeur de $u_{DM}(t)$ lorsque le régime permanent est atteint.

Etablir la relation reliant U_0 , U_1 et E .

- d- Déterminer graphiquement U_0 et déduire la valeur de E .

- 3) La bobine (B) est d'inductance L et de résistance r .

- a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de u_{DM} au cours du temps s'écrit :

$$\tau \frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0 ; \text{ où } \tau = \frac{L}{R_0 + r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

- b- Montrer que $r = 5 \Omega$.

- c- Déterminer graphiquement la valeur de τ . En déduire la valeur de L .

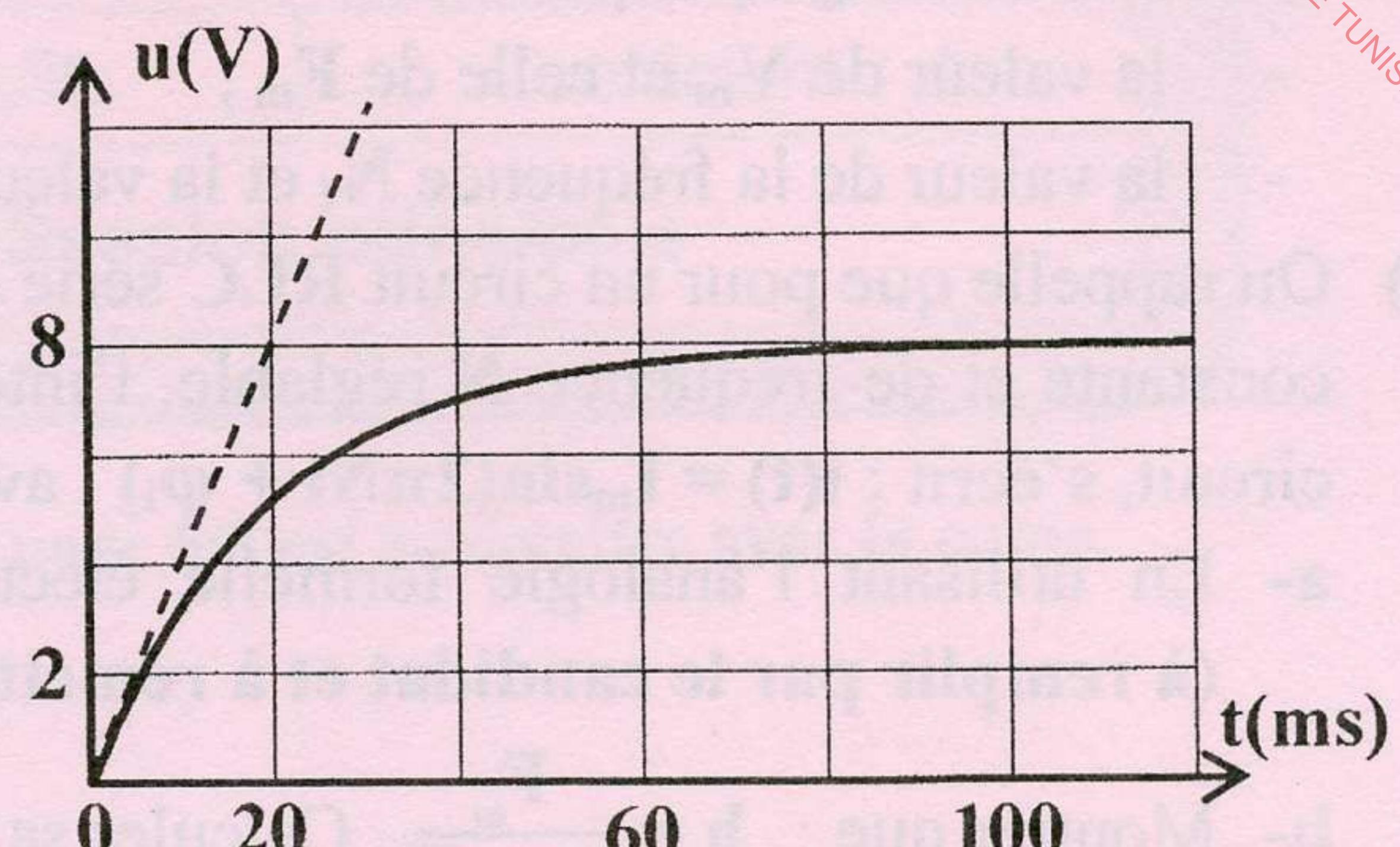


Figure 3

Exercice 2 (4,5 points)

Un pendule élastique est constitué d'un solide (S) de masse $m = 50 \text{ g}$ fixé à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur k et dont l'autre extrémité est fixe (figure 5). Le solide (S) est assujetti à se déplacer suivant l'axe du ressort (R) qui est maintenu fixe et horizontal, tout en étant soumis à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f}(t) = -h\vec{v}(t)$, où h est une constante positive et \vec{v} est le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie G du solide (S). A l'équilibre, le centre d'inertie G du solide (S) coïncide avec l'origine O d'un repère (O, \vec{i}) , de vecteur unitaire \vec{i} porté par l'axe $x'x$. Un excitateur transmet au système $\{(R) + (S)\}$ une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \cdot \vec{i}$; d'amplitude F_m constante et de fréquence N réglable. Le système $\{(R) + (S)\}$ oscille en régime sinusoïdal forcé. La vitesse instantanée de G s'écrit : $v(t) = V_m \sin(2\pi Nt + \varphi_v)$, où V_m est l'amplitude et φ_v est la phase initiale.

- 1) Un système approprié permet de suivre, simultanément, l'évolution au cours du temps de $v(t)$ et de $F(t)$. Pour une valeur N_1 de N , on obtient les courbes (C_1) et (C_2) représentées sur la **figure 6**.

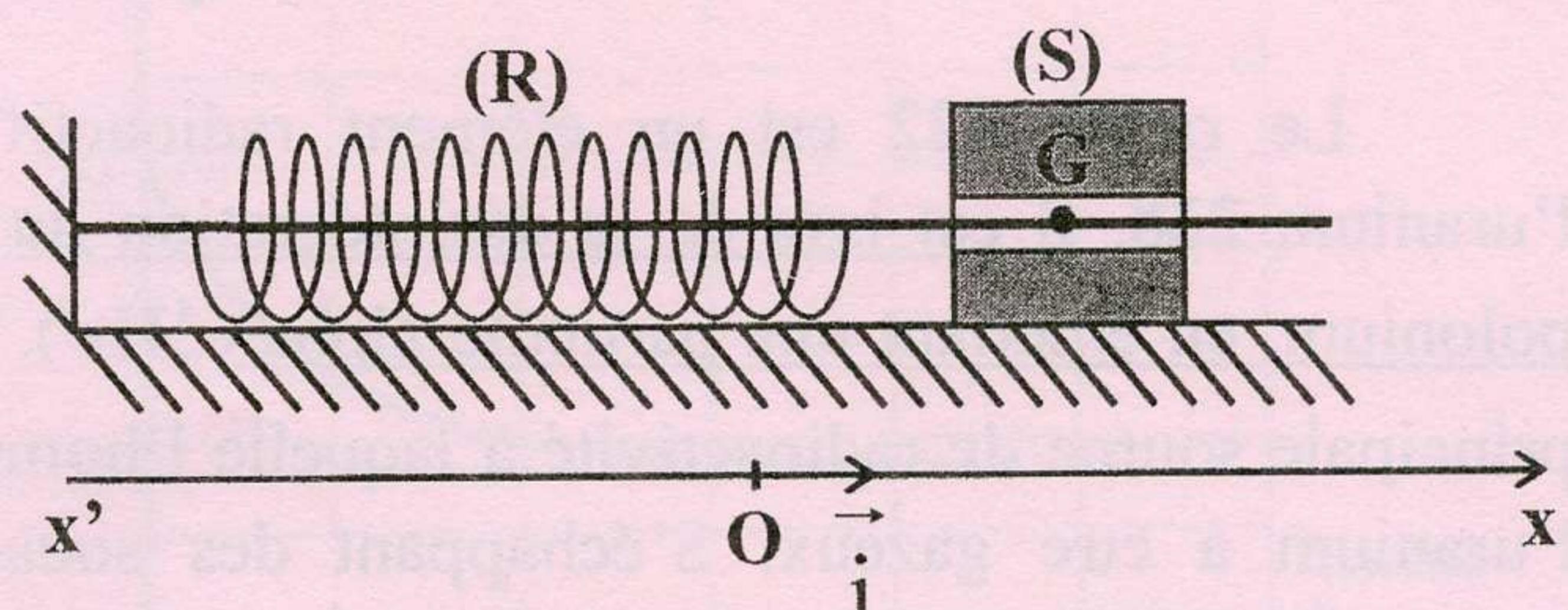


Figure 5

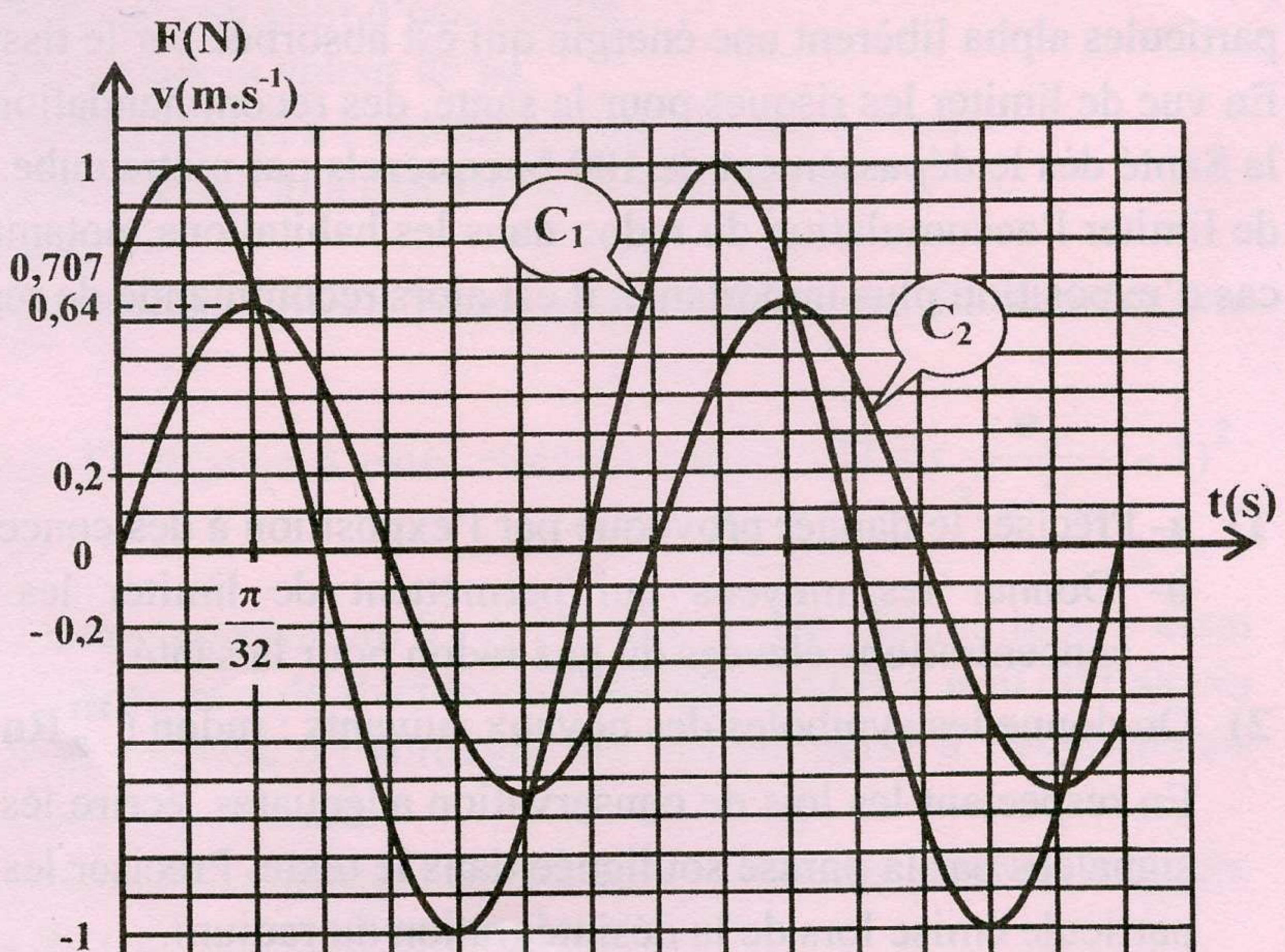


Figure 6

- a- Justifier que la courbe (C_1) correspond à $v(t)$.
- b- Déterminer graphiquement :
- la valeur de V_m et celle de F_m ;
 - la valeur de la fréquence N_1 et la valeur de la phase initiale ϕ_v .
- 2) On rappelle que pour un circuit RLC série alimenté par une tension $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable, l'intensité instantanée $i(t)$ du courant électrique, circulant dans le circuit, s'écrit : $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \phi_i)$; avec I_m son amplitude et ϕ_i sa phase initiale.
- a- En utilisant l'analogie formelle électrique-mécanique, compléter le tableau 1 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie).
- b- Montrer que : $h = \frac{F_m}{V_m \sqrt{2}}$. Calculer sa valeur.
- c- Déduire la valeur de k .
- 3) On fait varier la fréquence N de la force excitatrice. Pour une valeur N_2 de N , l'amplitude V_m de $v(t)$ prend sa valeur la plus grande notée V_{m0} . Par recours à l'analogie formelle électrique-mécanique :
- a- montrer que le système $\{(R) + (S)\}$ est le siège d'un phénomène physique particulier dont on précisera le nom ;
- b- déterminer N_2, V_{m0} et la nouvelle valeur ϕ'_v de la phase initiale de $v(t)$.

Exercice 3 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

... Et qui respire du Radon ?

Le radon 222 est un élément radioactif naturel, qui fait partie de la famille radioactive de l'uranium 238. Il est issu de la désintégration du radium et se désintègre lui-même en quelques jours en polonium, en émettant une particule alpha (${}^4_2\text{He}$). Le radon, de période très courte (3,8 jours), constitue la principale source de radioactivité à laquelle l'homme est exposé, parce qu'il est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux. S'échappant des sous-sols volcaniques et granitiques ainsi que de certains matériaux de construction, le radon est présent partout à la surface de la terre et hante nos maisons.

A long terme, le seul risque connu lors d'une exposition à des concentrations élevées est de développer un cancer du poumon. En effet, le gaz radon et ses descendants solides présents dans l'air peuvent être emprisonnés dans les poumons où ils se désintègrent et émettent des « particules alpha ». Les particules alpha libèrent une énergie qui est absorbée par le tissu pulmonaire et endommage celui-ci. En vue de limiter les risques pour la santé, des recommandations sont émises par l'Organisation Mondiale de la Santé dès le dépassement de 100 becquerels par mètre cube. La mise en œuvre de moyens simples permet de limiter l'accumulation du radon dans les habitations, notamment en aérant régulièrement le logement. En cas d'exposition plus importante, il est alors recommandé de renforcer l'étanchéité des murs et des sols...

D'après Jacqueline Denis-Lempereur
Science & Vie n° 846, mars 1988

- 1) a- Préciser le danger provoqué par l'exposition à des concentrations élevées du gaz radon.
 - b- Donner les moyens qui permettent de limiter les risques provenant d'une exposition à des concentrations élevées du gaz radon pour la santé.
 - 2) On donne les symboles des noyaux suivants : radon (${}^{222}_Z\text{Rn}$) ; radium (${}^{226}_{88}\text{Ra}$) ; polonium (${}^{A}_{84}\text{Po}$).
- En respectant les lois de conservation adéquates, écrire les équations traduisant les deux désintégrations signalées par la phrase soulignée dans le texte. Préciser les valeurs de A et de Z ainsi que la nature de la particule émise lors de la désintégration du radium.
- 3) Déterminer le nombre minimal N_{min} de noyaux de radon, présents dans un mètre cube, nécessitant la mise en œuvre des moyens de protection.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants
PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

X

Sciences physiques (section : Sciences expérimentales)

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

Figure 4

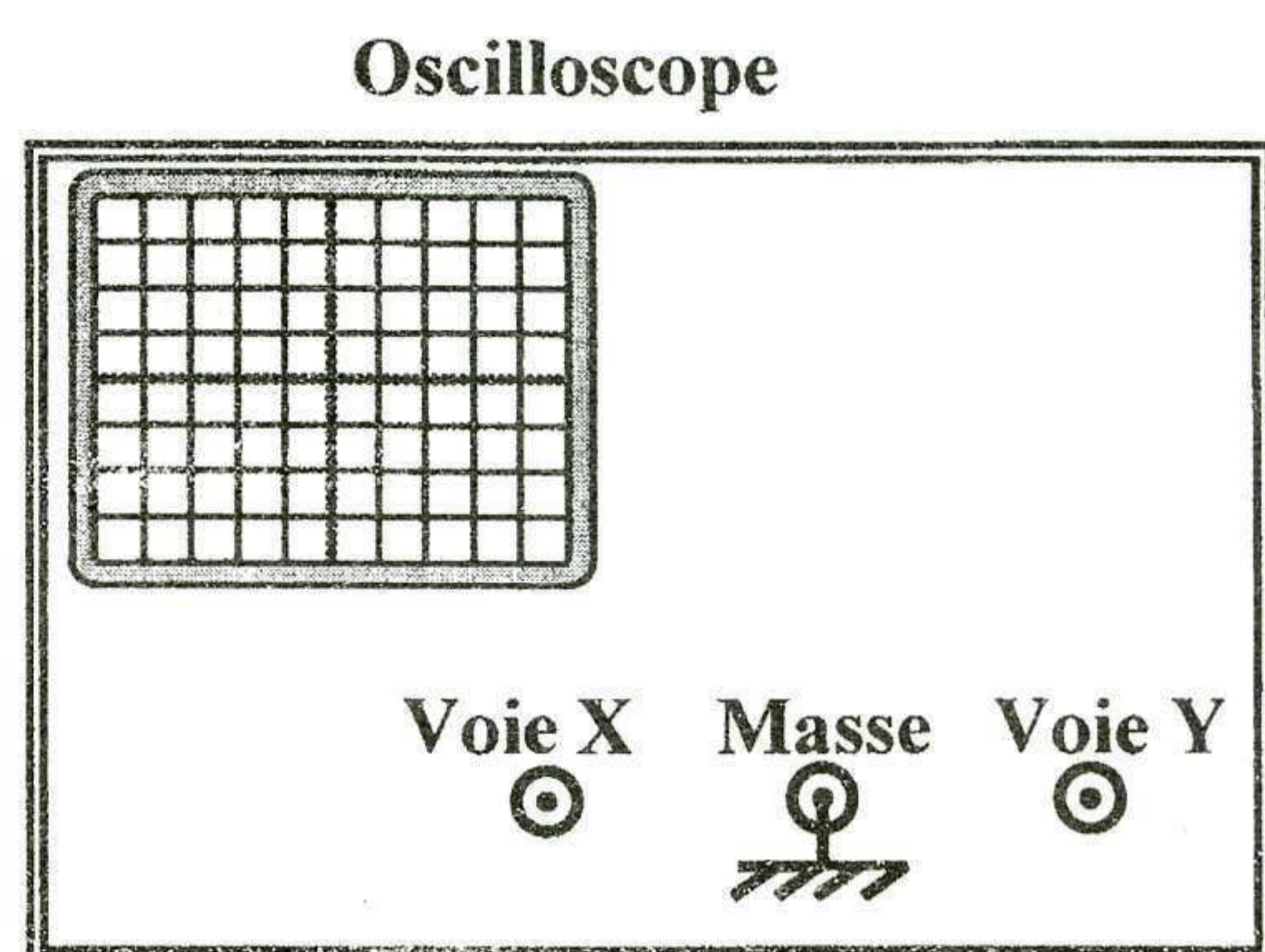
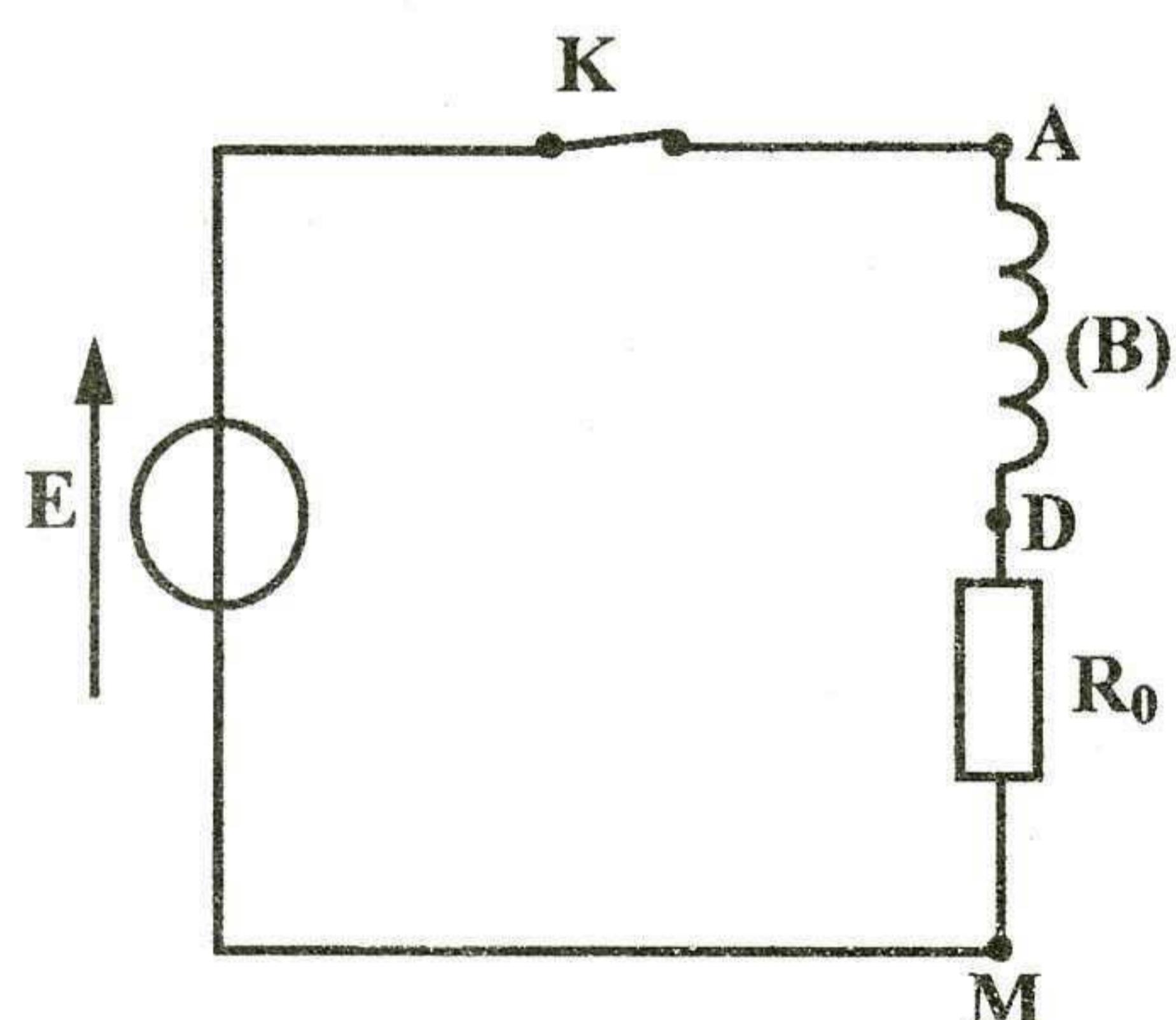


Tableau 1

Oscillateur forcé en régime sinusoïdal	Circuit RLC série	Pendule élastique
Amplitude de la grandeur oscillante	$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL\right)^2}}$	.....
Impédance Z	$Z = \frac{U_m}{I_m}$	.....
Expressions donnant la phase initiale de la grandeur oscillante	$\cos(\phi_i) = \frac{R}{Z}$ $\tan(\phi_i) = \frac{\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL}{R}$	.....

Corrigé

CHIMIE

Exercice 1

1- a- Eviter les pertes par évaporation.

b- Ralentir au maximum la réaction.

c- $n_0 = C_B V_{BE0} = 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

2- a-

Equation de la réaction		A	+	B	\rightleftharpoons	E	+	eau
Etat du système à	Avancement	Quantité de matière en mol						
t_{initial}	0	n_0		n_0		0		0
t	x	$n_0 - x$		$n_0 - x$		x		x
t_{final}	x_f	$n_0 - x_f$		$n_0 - x_f$		x_f		x_f

b- $n_0 - x = C_B V_{BE} \Rightarrow n_E = x = n_0 - C_B V_{BE}$

c- $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} ; \quad \tau_f = \frac{n_0 - C_B V_{BEf}}{n_0} = 0,66 < 1$; donc la réaction est limitée.

3-

$$\Pi = \frac{[E][\text{eau}]}{[A][B]} = \frac{(n_0 - C_B V_{BE})^2}{(C_B V_{BE})^2} = \left(\frac{n_0}{C_B V_{BE}} - 1 \right)^2$$

$$\Pi_{\text{eq}} = K = \left(\frac{n_0}{C_B V_{BEf}} - 1 \right)^2 = 4$$

4-a- $n_{Ef} = n_0 - C_B V_{BEf}$ et $n'_{Ef} = n_0 - C_B V'_{BEf}$

$$\tau_f = \frac{n_0 - C_B V_{BEf}}{n_0} \quad \text{et} \quad \tau'_{f'} = \frac{n_0 - C_B V'_{BEf}}{n_0}$$

$$V_{BEf} > V'_{BEf} \Rightarrow \tau'_{f'} > \tau_f$$

b-

Intérêt pratique : favorise la formation de l'ester

Exercice 2

1- $\tau_{f3} < 1 \Rightarrow$ la base (B) est faible.

2- a-

Equation chimique		B	+	H ₂ O	\rightleftharpoons	OH ⁻	+	BH ⁺
Etat du système à	Avancement volumique	Concentration (mol.L ⁻¹)						
t _{initial}	0	C _i			en excès	0	0	
t _{final}	y _{fi}	C _i - y _{fi}			en excès	y _{fi}	y _{fi}	

$$\text{b- } \tau_{fi} = \frac{y_{fi}}{C_i} = \frac{[OH^-]}{C_i} = \frac{10^{(pH_i - pK_e)}}{C_i}$$

$$\tau_{f3} = \frac{10^{(pH_3 - pK_e)}}{C_3} \Rightarrow C_3 = \frac{10^{(pH_3 - pK_e)}}{\tau_{f3}} ; \quad \text{AN: } C_3 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{3- a- } K_a = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} [B]_{\text{éq}}}{[BH^+]_{\text{éq}}} \quad \text{avec } [BH^+] = [OH^-] \text{ et } [B] = C_i ; (\tau_{f1} < \tau_{f2} < \tau_{f3} < 0,05)$$

$$K_a = \frac{C_i [H_3O^+]^2}{K_e}$$

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log C_i)$$

$$\text{b- } pK_a = 2pH_3 - pK_e - \log C_3 = 9,2$$

4- a-

$$C_a = \frac{C_3 V_b}{V_{aE_3}} \quad \text{AN: } C_a = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_2 = \frac{C_a V_{aE_2}}{V_b} \quad \text{AN: } C_2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{C_1}{C_3} = \frac{V_{aE1}}{V_{aE3}} \quad \text{AN: } \frac{C_1}{C_3} = 5$$

b- A l'aide de la pipette jaugée de 10 mL, on prélève 10 mL de la solution (S₁) que l'on verse dans la fiole jaugée de 50 mL puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

PHYSIQUE

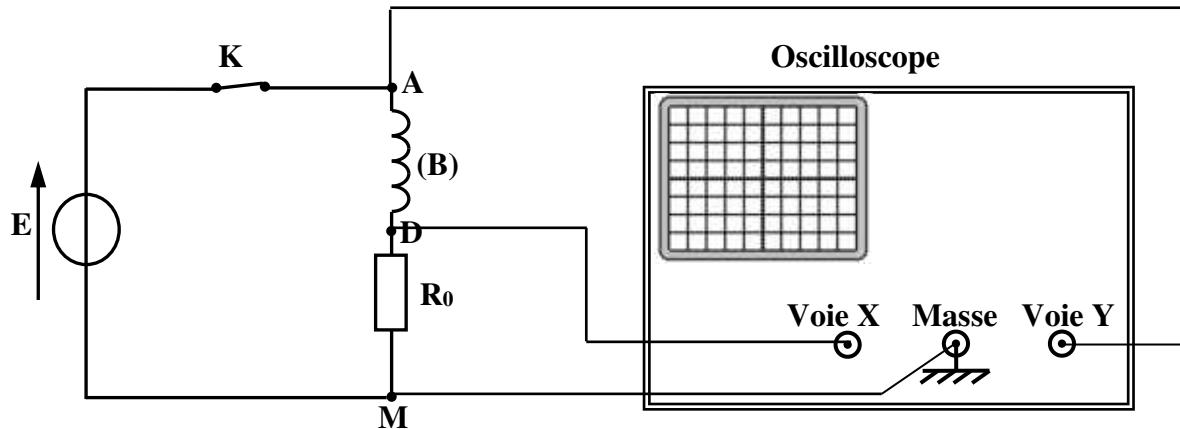
Exercice 1

1- $u_B(t) = L \frac{di}{dt} + ri$

En régime permanent : $U_B = U_1 = rI \neq 0$

Or : $I \neq 0 \Rightarrow r \neq 0$

2- a-



b- $u_{AM}(t) = E = \text{cte}$; $u_{DM}(t) = R_0 \cdot i(t)$ correspond à la courbe de la figure 3.

c- $E - U_1 - U_0 = 0$

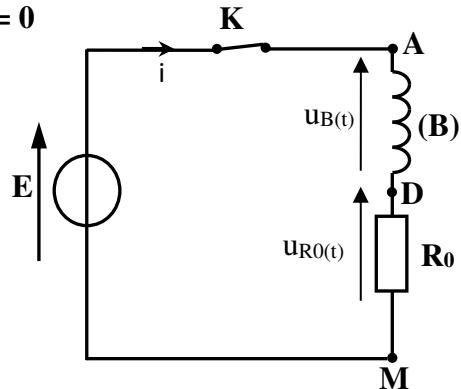
d- $U_0 = 8 \text{ V}$ donc $E = U_1 + U_0 = 10 \text{ V}$.

3- a- Appliquons la loi de mailles : $E - u_B(t) - u_{R0}(t) = 0$

$$L \frac{di}{dt} + (r + R_0)i = E \text{ avec } i = \frac{u_{DM}(t)}{R_0}$$

$$\frac{L}{R_0 + r} \frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = E \frac{R_0}{r + R_0}$$

$$\tau \frac{du_{DM}(t)}{dt} + u_{DM}(t) = U_0$$



b- $r = \frac{U_1}{I_0}$ avec $I_0 = \frac{U_0}{R_0}$ (intensité du courant en régime permanent)

$$r = \frac{U_1 R_0}{U_0} \text{ AN : } r = 5 \Omega$$

c- $\tau = 20 \text{ ms}$; donc : $L = \tau(r + R_0) = 0,5 \text{ H}$.

Exercice 2

1- a- $\varphi_F = 0 \Rightarrow (C_2)$ correspond à $F(t)$ donc (C_1) correspond à $v(t)$.

b- $V_m = 1 \text{ m.s}^{-1}$; $F_m = 0,64 \text{ N}$; $N_1 = 2,55 \text{ Hz}$

$$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi}{T} \Delta t = |\varphi_v - \varphi_F| = \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$$

$v(t)$ est en avance de phase sur $F(t)$ donc $\varphi_v = \frac{\pi}{4} \text{ rad.}$

2- a-

Oscillateur forcé en régime sinusoïdal	Circuit RLC série	Pendule élastique
Amplitude de la grandeur oscillante	$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL)^2}}$	$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + (\frac{k}{2\pi N} - 2\pi Nm)^2}}$
Impédance Z	$Z = \frac{U_m}{I_m}$	$Z = \frac{F_m}{V_m}$
Expressions donnant la phase initiale de la grandeur oscillante	$\cos(\varphi_i) = \frac{R}{Z}$	$\cos(\varphi_v) = \frac{h}{Z}$
	$\operatorname{tg}(\varphi_i) = \frac{\frac{1}{2\pi NC} - 2\pi NL}{R}$	$\operatorname{tg}(\varphi_v) = \frac{\frac{k}{2\pi N} - 2\pi Nm}{h}$

b- $h = Z \cos \varphi_v = \frac{F_m}{V_m} \cos \varphi_v = \frac{F_m}{V_m \sqrt{2}} = 0,45 \text{ kg.s}^{-1}$

c-

$$\operatorname{tg}(\varphi_v) = \frac{\frac{k}{2\pi N_1} - 2\pi N_1 m}{h} = 1$$

$$h = \frac{k}{2\pi N_1} - 2\pi N_1 m \Rightarrow k = 2\pi N_1 (h + 2\pi N_1 m) = 20 \text{ N.m}^{-1}$$

3- a- I_m est maximale \Rightarrow résonance d'intensité

Par analogie, électrique-mécanique, V_m est maximale \Rightarrow résonance de vitesse

b-

$$N_2 = N_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 3,18 \text{ Hz}$$

$$V_{m0} = \frac{F_m}{h} = 1,42 \text{ m.s}^{-1}$$

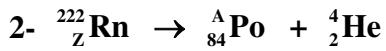
$F(t)$ et $v(t)$ sont en phase $\Rightarrow \varphi'_v = 0$

Exercice 3

1-a- Cancer des poumons

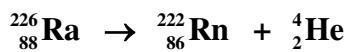
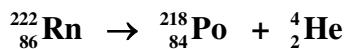
b-

- Aérer les logements
- Renforcer l'étanchéité des murs et des sols



Conservation du nombre de masse : $A = 218$

Conservation du nombre de charge : $Z = 86$



La particule émise est : ${}^4_2 \text{He}$

3- $A_{\min} = \lambda N_{\min} \Rightarrow N_{\min} = \frac{T A_{\min}}{\ln 2} = 4,7 \cdot 10^7$ noyaux

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On considère deux solutions aqueuses mères (S_1) et (S_2) de même concentration molaire C_0 et contenant respectivement les monoacides A_1H et A_2H . On prélève un même volume de chacune des solutions (S_1) et (S_2) que l'on dilue n fois avec de l'eau distillée afin de préparer plusieurs solutions filles de concentrations différentes. On mesure alors le pH de chaque solution fille. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes (ζ_1) et (ζ_2) de la figure 1, traduisant l'évolution du pH en fonction de $\log n$ pour les solutions filles préparées, respectivement, à partir de (S_1) et (S_2).

On rappelle que :

- pour une solution aqueuse d'un monoacide fort, de concentration molaire C_0 , le pH s'exprime par : $pH_0 = -\log C_0$;
 - pour une solution aqueuse d'un monoacide faible, faiblement ionisé, de concentration molaire C_0 , le pH s'exprime par : $pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_0)$; avec K_a la constante d'acidité du couple acide-base correspondant.
- 1) a- Exprimer le pH d'une solution aqueuse d'un monoacide fort, n fois diluée, en fonction de $\log n$ et pH_0 .
b- Exprimer le pH d'une solution aqueuse d'un monoacide faible, n fois diluée, en fonction de $\log n$ et pH'_0 . On suppose que l'acide reste faiblement ionisé suite à la dilution.

2) En exploitant les courbes de la figure 1 :

- a- montrer que A_1H est fort alors que A_2H est faible ;
- b- déterminer la valeur du pH initial pH_{01} de la solution (S_1). En déduire la valeur de C_0 ;
- c- montrer que $pK_a(A_2H / A_2^-) = 4,8$.

3) On dose un volume $V_a = 10 \text{ mL}$ de la solution (S_2), par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($NaOH$) (base forte) de concentration molaire $C_b = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Tracer l'allure de la courbe traduisant l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_b de la solution d'hydroxyde de sodium versé au cours de ce dosage. Préciser la valeur du pH initial pH'_{02} de la solution (S_2) et les coordonnées des points de demi-équivalence et d'équivalence.

On rappelle que le pH d'une solution aqueuse d'une monobase faible, faiblement ionisée, de concentration molaire C s'exprime par : $pH = \frac{1}{2}(pK_a + pK_e + \log C)$.

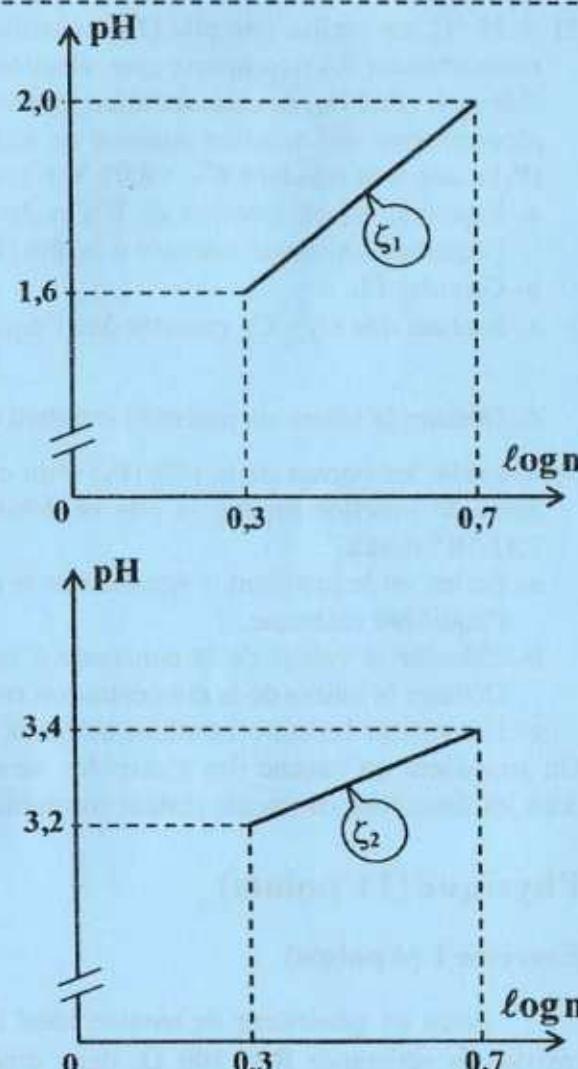


Figure 1

Exercice 2 (4,5 points)

A 25 °C, on réalise la pile électrochimique (P₁) dont le schéma est représenté sur la figure 2.

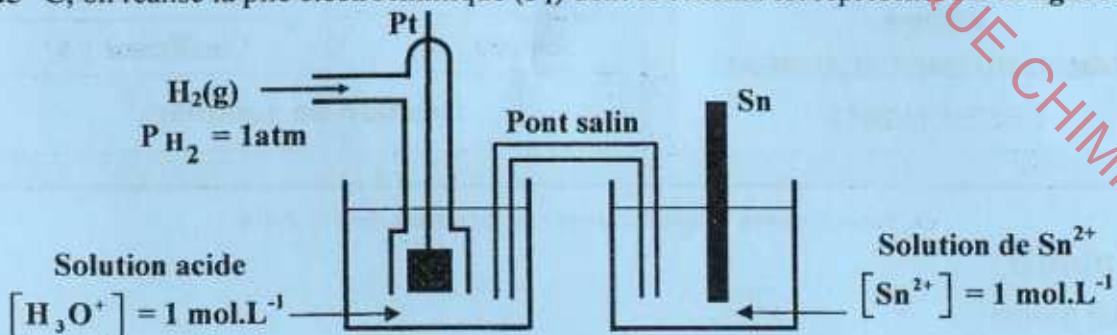


Figure 2

La mesure de la fem initiale de cette pile donne $E_1 = -0,14$ V.

- 1) a- Nommer la demi-pile située à gauche dans le schéma de la pile (P₁).

b- On désigne par $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0$, le potentiel standard d'électrode du couple $\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$.

Justifier que $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = E_1$. On donne : $E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2(\text{g})}^0 = 0$.

- 2) A 25 °C, on réalise une pile (P₂) constituée de deux compartiments (A) et (B) reliés par un pont salin. Le compartiment (A) comporte une électrode en étain (Sn) plongée dans une solution aqueuse de sulfate d'étain II (SnSO_4) de concentration molaire C₁. Le compartiment (B) comporte une électrode en plomb (Pb) plongée dans une solution aqueuse de nitrate de plomb II ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) de concentration molaire C₂. La pile (P₂) a une fem standard $E_2^0 = 0,01$ V et une fem initiale $E_2 = -0,02$ V.

a- Exprimer E_2 en fonction de E_2^0 et de la valeur initiale Π_1 de la fonction des concentrations relative à l'équation chimique associée à la pile (P₂).

b- Calculer Π_1 .

c- Sachant que $C_1 > C_2$, montrer que l'équation chimique associée à la pile (P₂) s'écrit :



d- Déduire la valeur du potentiel standard d'électrode $E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0$ du couple $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$.

- 3) On relie les bornes de la pile (P₂) à un circuit extérieur comportant un dipôle résistor. Après une certaine durée de fonctionnement, la pile ne débite plus de courant et la concentration en ions Sn^{2+} devient égale $7,51 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

a- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans la pile avant d'atteindre l'équilibre chimique.

b- Calculer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P₂). Déduire la valeur de la concentration en ions Pb^{2+} à l'équilibre chimique.

c- Déterminer les concentrations molaires C₁ et C₂.

On supposera qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

Physique (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Avec un générateur de tension idéal de fem E = 6 V, un résistor de résistance R = 100 Ω, deux dipôles D₁ et D₂ et un commutateur K, on réalise le montage schématisé sur la figure 3.

L'un des dipôles D₁ ou D₂ est un condensateur de capacité C initialement déchargé, alors que l'autre est une bobine d'inductance L et de résistance r non nulle.

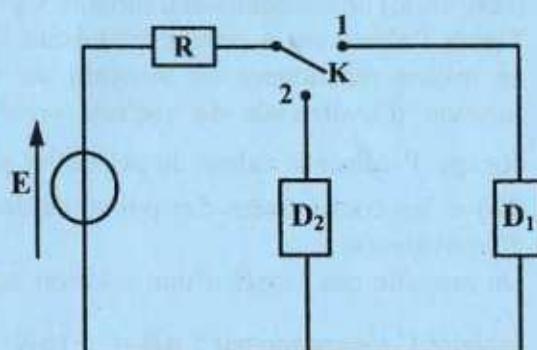


Figure 3

Dans le but d'identifier D_1 et D_2 et de déterminer les valeurs de leurs grandeurs caractéristiques, on réalise les deux expériences suivantes :

expérience (1) : à l'instant $t = 0$, on place le commutateur K en position (1). La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{D1}(t)$ aux bornes de D_1 et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 4** ;

expérience (2) : à l'instant $t = 0$, on place le commutateur K en position (2). La visualisation, à l'aide d'un oscilloscope bicourbe de la tension $u_{2R}(t)$ aux bornes du résistor et de celle aux bornes du générateur a permis d'obtenir les courbes de la **figure 5**.

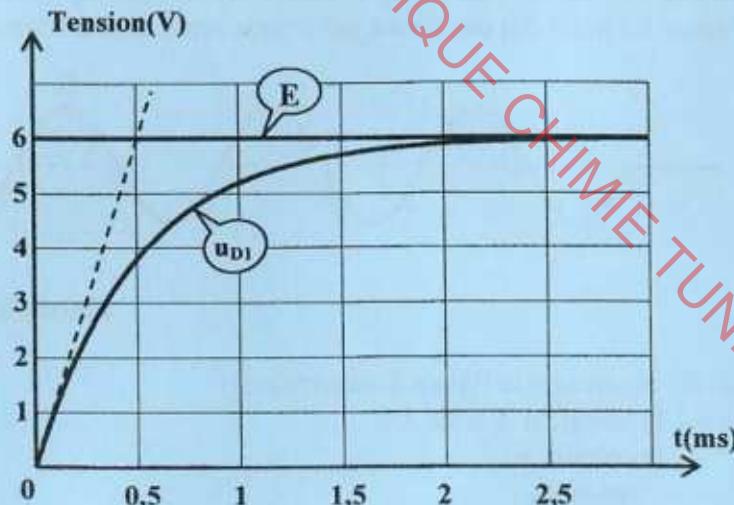


Figure 4

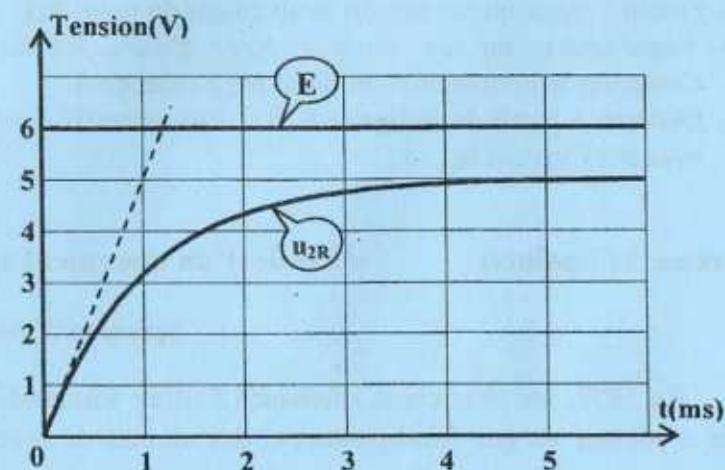


Figure 5

- 1) a- En appliquant la loi des mailles au circuit correspondant à l'**expérience (1)**, exprimer la tension $u_{1R}(t)$ aux bornes du résistor en fonction de E et de $u_{D1}(t)$.
 b- En déduire, par exploitation des courbes de la **figure 4**, que l'intensité du courant circulant dans le circuit s'annule lorsque le régime permanent est atteint.
 c- Déduire, en le justifiant, que le dipôle D_1 est le condensateur.

- 2) On rappelle que la constante de temps τ_1 d'un dipôle RC soumis à un échelon de tension, s'écrit : $\tau_1 = RC$.

- a- Déterminer graphiquement la valeur de τ_1 .
- b- En déduire la valeur de la capacité C .

- 3) Dans le circuit correspondant à l'**expérience (2)**, on désigne par I_2 et U_{D2} , respectivement les valeurs de l'intensité du courant électrique et de la tension aux bornes de D_2 lorsque le régime permanent est atteint.

- a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de $u_{2R}(t)$ s'écrit :

$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2} u_{2R}(t) = \frac{R}{L} E ; \text{ où } \tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

- b- En exploitant les courbes de la **figure 5**, déterminer les valeurs de I_2 , U_{D2} et τ_2 .

- c- En déduire les valeurs de r et L .

Exercice 2 (4 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point S. En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point S des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence N . Ainsi, une onde progressive, de longueur d'onde λ , prend naissance au point S à l'instant $t = 0$ et se propage à la surface de l'eau avec une célérité v constante. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni atténuation de l'onde au cours de la propagation.

- 1) Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau observée en lumière ordinaire.

- 2) La figure 6 représente, à un instant t_0 , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S, M_1 et M_2 . Les points M_1 et M_2 sont séparés par la distance $d = M_1M_2 = 1,25$ cm lorsque le liquide est au repos. Le point M_1 est atteint par l'onde issue de S à l'instant $t_1 = 5 \cdot 10^{-2}$ s.

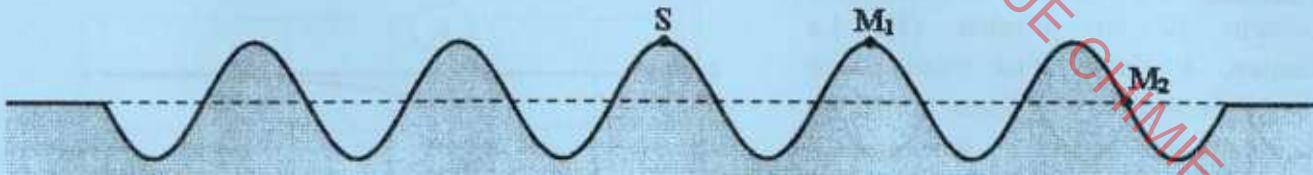


Figure 6

- a- En exploitant la figure 6, déterminer :

- la longueur d'onde λ ;
- la célérité v ;
- l'instant t_0 .

- b- Montrer que le mouvement du point S est régi par l'équation horaire :

$$y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t + \pi) \text{ pour } t \geq 0 ; \text{ où } y_s \text{ s'exprime en mètre et } t \text{ en seconde.}$$

- 3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement du point M_2 .

- b- Représenter, sur un même système d'axes, les diagrammes de mouvements des points S et M_2 . Comparer le mouvement du point M_2 à celui de S.

- c- Déduire, à partir de la figure 6, les lieux géométriques des points vibrants en quadrature retard de phase avec S à l'instant t_0 .

Exercice 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

Spectres d'étoiles

En 1859, les physiciens allemands Gustav Kirchhoff et Robert Wilhelm Bunsen eurent conjointement l'idée d'éclairer un gaz froid contenant des atomes de mercure à basse pression avec une source lumineuse continue, obtenue à partir d'un corps chaud. Ils concentreront la lumière à la sortie de la vapeur de mercure à l'aide d'une lentille convergente et placèrent, derrière un écran percé d'une fente, un prisme afin d'observer le spectre de la lumière traversant la flamme.

Kirchhoff obtint un spectre. Il en déduisit que les raies sombres sur le spectre continu correspondaient à la lumière absorbée par le mercure, et appela ce spectre le spectre d'absorption du mercure. Il fit de même pour l'hydrogène, puis pour le sodium, pour lequel il n'obtint qu'une seule radiation absorbée pour 589 nm. Il généralisa ce résultat pour tous les autres atomes.

Kirchhoff fit alors le rapprochement avec le spectre du Soleil obtenu par l'astronome Joseph Von Fraunhofer. Il proposa un modèle du Soleil et des autres étoiles comprenant une boule de gaz à très haute température, dont la surface émet de la lumière d'origine thermique, entourée d'une enveloppe gazeuse (chromosphère) à faible pression, absorbant la lumière. Ainsi, le spectre d'une étoile se présente donc comme un spectre continu comportant de nombreuses raies noires.

D'après Physique.chimie.sjh.free.fr/documents/Activité_étoile.doc

- 1) Proposer un schéma simplifié du dispositif expérimental utilisé par les physiciens Kirchhoff et Bunsen, pour observer le spectre d'absorption du mercure.
- 2) Dégager du texte une définition du spectre d'absorption atomique d'un élément chimique.
- 3) Expliquer, comment l'analyse du spectre d'une étoile permet de reconnaître certains constituants chimiques de sa chromosphère.

EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2017	Session de contrôle	Épreuve : Sciences Physiques	Section : Sciences expérimentales
--	------------------------------------	---	--

Corrigé

CHIMIE

Exercice 1

1- a- Pour une solution aqueuse d'un monoacide fort, on a : $\text{pH}_0 = -\log C_0$;

On dilue n fois la solution considérée, la nouvelle concentration C' s'écrit : $C' = \frac{C_0}{n}$; donc :

$$\text{pH} = \log n - \log C_0 = \log n + \text{pH}_0$$

b- Pour une solution aqueuse d'un monoacide faible, on a : $\text{pH}'_0 = \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_0)$

On dilue n fois la solution considérée

$$; C' = \frac{C_0}{n} ; \text{pH} = \frac{1}{2} \log n + \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_0) = \frac{1}{2} \log n + \text{pH}'_0$$

2- a- Les deux courbes (C_1) et (C_2) sont des droites affines d'équations respectives $\text{pH} = a_1 \log n + b_1$

et $\text{pH} = a_2 \log n + b_2$

$$a_1 = \frac{\Delta \text{pH}}{\Delta \log n} = 1, \text{ donc A}_1\text{H est un acide fort}$$

$$a_2 = \frac{\Delta \text{pH}}{\Delta \log n} = 0,5, \text{ donc A}_2\text{H est un acide faible}$$

b- $\text{pH}_{01} = \text{pH} - \log n$

Pour $\log n = 0,3$; $\text{pH} = 1,6 \Rightarrow \text{pH}_{01} = 1,3$

$$\text{pH}_{01} = 1,3 = -\log C_0 \Rightarrow C_0 = 10^{-1,3} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

c- $\frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_0) = 3,05 \Rightarrow \text{pK}_a(\text{A}_2\text{H} / \text{A}_2^-) = 4,8$

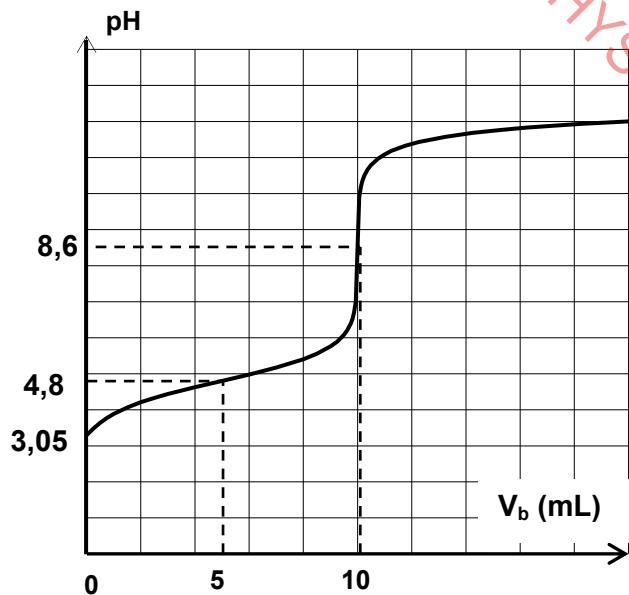
3- A l'équivalence : $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow V_{bE} = 10 \text{ mL}$

$$\text{A la demi-équivalence : } V_{\frac{bE}{2}} = \frac{V_{bE}}{2} = 5 \text{ mL}$$

$$\text{pH}_{\frac{1}{2}} = \text{pK}_a = 4,8$$

$$\text{pH}_E = \frac{1}{2}(\text{pK}_a + \text{pK}_e + \log \frac{C_a V_a}{V_a + V_{bE}}) = 8,6$$

$$\text{pH}'_{02} = 3,05$$



Exercice 2

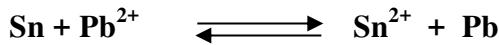
1- a- Electrode normale à hydrogène (ou ENH)

b- Dans les conditions standards : $E_1 = V_D - V_G = E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 - E_{\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{(g)}}^0 = E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0$

2- a- $E_2 = E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Pb}}^0 - 0,03 \log \Pi_i$

$$\text{b- } \Pi_i = 10^{\frac{E_2^0 - E_2}{0,03}} = 10$$

c- $\Pi_i > 1$ et comme $C_1 > C_2$ alors $\frac{C_1}{C_2} > 1$, d'où : $\Pi_i = \frac{C_1}{C_2} = \frac{[\text{Sn}^{2+}]}{[\text{Pb}^{2+}]}$ ⇒ l'équation associée s'écrit :



$$\text{d- } E_2^0 = E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 - E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 \Rightarrow E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = E_2^0 + E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = -0,13 \text{ V}$$

3- a- $E_2 < 0 \Rightarrow$ la réaction qui se produit est : $\text{Sn}^{2+} + \text{Pb} \rightarrow \text{Sn} + \text{Pb}^{2+}$

b-

$$K = 10^{\frac{E_2^0}{0,03}} = 2,15$$

$$K = \frac{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{éq}}}{[\text{Pb}^{2+}]_{\text{éq}}} \Rightarrow [\text{Pb}^{2+}]_{\text{éq}} = \frac{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{éq}}}{K} = 3,49 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

c-

$$\Pi_i = \frac{C_1}{C_2} = 10$$

$$C_1 + C_2 = 11 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

PHYSIQUE

Exercice 1

1- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow E - u_{D1}(t) = u_{1R}(t)$

b- En régime permanent : $U_{D1} = E$

$$U_{1R} = R \cdot I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = 0$$

c- Un condensateur complètement chargé

$$\Leftrightarrow U_c = E \text{ et } I = 0$$

$U_{D1} = E$ et $I_1 = 0$ donc D_1 est un condensateur

2- a- $\tau_1 = 0,5\text{ms}$

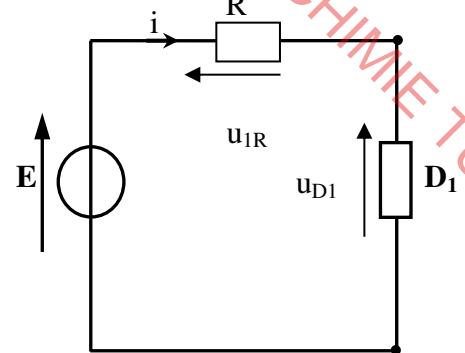
$$b- C = \frac{\tau_1}{R} = 5\mu\text{F}$$

3- a- Appliquons la loi des mailles $\Rightarrow E - u_{D2}(t) - u_{1R}(t)$

$$L \frac{di}{dt} + (r + R)i = E \text{ avec } i = \frac{u_{2R}(t)}{R}$$

$$\frac{L}{R+r} \frac{du_{2R}(t)}{dt} + u_{2R}(t) = E \frac{R}{r+R}$$

$$\frac{du_{2R}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_2} u_{2R}(t) = E \frac{R}{L}; \text{ avec } \tau_2 = \frac{L}{R+r}$$

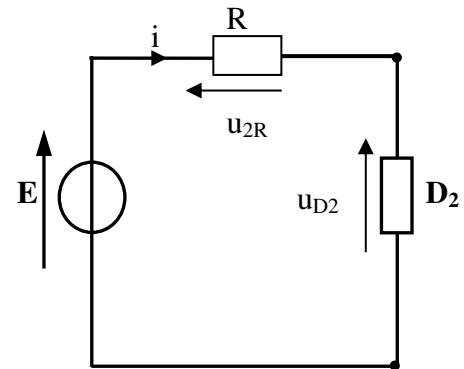


$$b- \text{En régime permanent } U_{2R} = R \cdot I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_2 = \frac{U_{2R}}{R} = 50\text{mA} \\ U_{D2} = E - U_{2R} = 1\text{V} \\ \tau_2 = 1\text{ms} \end{cases}$$

c-

$$r = \frac{U_{D2}}{I_2} = 20\Omega$$

$$\tau_2 = \frac{L}{R+r} \text{ donc } L = \tau_2(r+R) = 0,12 \text{ H.}$$



Exercice 2

1- En lumière ordinaire, on observe des rides circulaires concentriques au point S.

2- a- $d = 1,25\lambda \Rightarrow \lambda = 1 \text{ cm}$

$$v = \frac{SM_1}{t_1} = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$$

$$t_0 = \frac{x_f}{v} = 13,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$b- y_S(t) = \text{asin}(2\pi Nt + \phi_S)$$

$$y_s(t_0) = 2.10^{-3} \sin(40\pi t_0 + \varphi_s) = 2.10^{-3} \Rightarrow \varphi_s = \pi \text{ rad.}$$

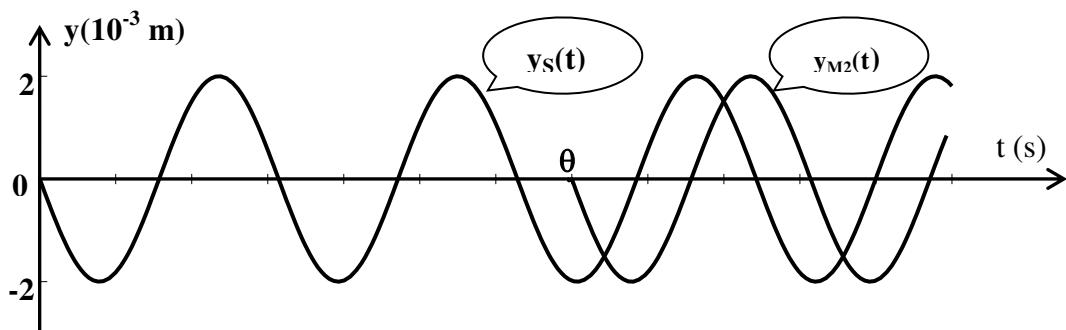
$$y_s(t) = 2.10^{-3} \sin(40\pi t + \pi) \text{ pour } t \geq 0$$

3- a-

$$y_{M_2}(t) = y_s(t - \theta) ; \theta = \frac{SM_2}{v}$$

$$y_{M_2}(t) = \begin{cases} 0 \text{ si } t < \theta \\ 2.10^{-3} \sin(40\pi t + \frac{\pi}{2}) \text{ pour } t \geq \theta \end{cases}$$

b-



M_2 vibre en quadrature retard de phase par rapport à S .

c- Les points sont situés sur des cercles concentriques en S et de rayons :

$$r_1 = 0,25 \text{ cm}$$

$$r_2 = 1,25 \text{ cm}$$

$$r_3 = 2,25 \text{ cm}$$

Exercice 3

1- Dispositif convenable :

Dispositif comportant, disposés dans l'ordre : source de lumière continue, mercure gazeux à basse pression, une lentille convergente, une fente, un prisme.

2- Le spectre d'absorption est constitué par des raies noires sur le spectre continu correspondant aux radiations absorbées par l'atome.

3- Par comparaison des raies noires obtenues sur le spectre d'une étoile avec ceux des éléments chimiques, on peut reconnaître certains constituants de sa chromosphère.

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : Sciences physiques
	Section : Sciences expérimentales
	Durée : 3 h Coefficient : 4
SESSION 2016	Session principale

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie: (9 points)

Exercice 1 : (4 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_w = 10^{-14}$. On dispose de trois solutions aqueuses : S_1 , S_2 et S_3 .

S_1 : solution d'un monoacide A_1H de concentration molaire C_1 .

S_2 : solution d'un monoacide A_2H de concentration molaire C_2 .

S_3 : solution d'hydroxyde de sodium $NaOH$ (base forte) de concentration $C_3 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$.

On réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_2 sur un volume $V_3 = 10 \text{ mL}$ de la solution S_3 , contenu dans un bêcher ;
- **expérience 2** : à l'aide d'une burette graduée, on ajoute progressivement la solution S_3 sur un volume $V_1 = 24 \text{ mL}$ de la solution S_1 , contenu dans un bêcher.

Dans chacune de ces deux expériences et sous agitation magnétique, on suit à l'aide d'un pH-mètre l'évolution du pH du mélange réactionnel contenu dans le bêcher en fonction du volume ajouté $V_{\text{ajouté}}$ de la solution contenue dans la burette. Sur la Figure 1 de la page 5/5, sont tracées les courbes (C) et (C') traduisant le $pH = f(V_{\text{ajouté}})$, sur lesquelles sont représentés respectivement les points d'équivalences acido-basiques E et E' .

- 1- Représenter le schéma annoté du dispositif expérimental utilisé dans l'expérience 1.
- 2- Affecter à chacune des deux courbes (C) et (C') l'expérience correspondante en justifiant la réponse.
- 3- Définir l'équivalence acido-basique.
- 4- En exploitant les courbes (C) et (C') de la Figure 1 de la page 5/5 :
 - a) préciser, en le justifiant, le caractère (acide, neutre ou basique) de chacun des deux mélanges réactionnels obtenus à l'équivalence au cours des expériences 1 et 2 ;
 - b) calculer les concentrations molaires C_1 et C_2 des deux solutions S_1 et S_2 ;
 - c) justifier que A_1H est un acide faible et que A_2H est un acide fort.

- 5- En utilisant la Figure 1 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec la copie, déterminer graphiquement la valeur du pK_a du couple correspondant à l'acide faible.

Exercice 2 : (5 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et qu'aucune des deux électrodes ne disparait complètement durant le fonctionnement de la pile. A 25 °C, on réalise une pile électrochimique P_1 symbolisée par : $Ni|Ni^{2+}(C_1) \parallel Co^{2+}(C_2)|Co$.

- 1- Ecrire l'équation chimique associée à la pile P_1 .
- 2- Après une durée de fonctionnement de la pile P_1 , on constate qu'il y a formation d'un dépôt de nickel sur la lame de nickel.
 - a) Ecrire, en justifiant la réponse, l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans P_1 lorsque celle-ci débite du courant électrique.
 - b) Préciser, en le justifiant, le signe de la fem initiale E_i de la pile P_1 .
- 3- Exprimer la force électromotrice initiale E_i de P_1 en fonction de sa force électromotrice standard E_0 et des concentrations C_1 et C_2 .
- 4- Pour des concentrations $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, la fem initiale de P_1 vaut $E_i = -0,05 \text{ V}$.
 - a) Déterminer la valeur de la fem standard E_0 de la pile P_1 ainsi que celle de la constante d'équilibre K de la réaction qui lui est associée.

- b) Déterminer les concentrations C'_1 et C'_2 respectivement des ions Ni^{2+} et Co^{2+} lorsque P_1 ne débite plus de courant électrique.
- c) On ajoute une petite quantité de cristaux de sulfate de cobalt CoSO_4 dans le compartiment de droite de la pile P_1 .
- c₁- Dire, en le justifiant, dans quel sens évolue le système.
 c₂- Préciser alors la polarité des électrodes de la pile.
- 5- On réalise une pile électrochimique P_2 constituée par l'électrode normale à hydrogène ENH placée à gauche et la demi-pile qui met en jeu le couple redox Co^{2+}/Co dans les conditions standard, placée à droite. Les deux compartiments sont reliés par un pont salin. La valeur initiale de la fem de cette pile est $E_2 = -0,28 \text{ V}$.
- a) Schématiser la pile P_2 réalisée avec toutes les précisions nécessaires.
 b) Définir le potentiel standard d'un couple redox.
 c) Déterminer la valeur du potentiel standard du couple Co^{2+}/Co . Déduire celle du couple Ni^{2+}/Ni .

Physique : (11 points)

Exercice 1: (5 points)

On dispose :

- d'un résistor de résistance $R = 100 \Omega$;
- d'un condensateur de capacité C ;
- d'une bobine d'inductance L et de résistance supposée négligeable ;
- d'un générateur basse fréquence G à masse flottante ;
- d'un interrupteur K ;
- d'un oscilloscope bicourbe.

On se propose de déterminer les valeurs de C et de L par deux méthodes différentes.

I- Première méthode

1- Détermination de la valeur de la capacité C du condensateur

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure 2, qui comporte, associés en série le condensateur de capacité C initialement déchargé, le résistor de résistance R , l'interrupteur K et le générateur G délivrant une tension en crêtes de période T , qui varie périodiquement entre E et 0 (la tension vaut E pendant une demi-période et 0 pendant l'autre demi-période).

On ferme l'interrupteur K et on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du générateur G sur la voie Y_A et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_B de l'oscilloscope.

On admet que pour $t \in [0, \frac{T}{2}]$, le condensateur se charge

et la tension entre ses bornes s'écrit :

$$u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau}), \text{ où } \tau = RC \text{ représente la constante de temps du dipôle } RC.$$

- a) Vérifier que pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur vaut $0,63 E$.
- b) Pour une valeur T_1 de la période du générateur G et en faisant les réglages appropriés, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure 3 avec :
- sensibilités verticales des voies Y_A et Y_B : 1 V.div^{-1} ;
 - balayage horizontal : 1 ms.div^{-1} .

En exploitant les chronogrammes de la Figure 3 :

- b₁- donner la valeur maximale E de la tension délivrée par le générateur G ;
- b₂- déterminer la valeur de la constante de temps τ du dipôle RC et en déduire celle de la capacité C ;
- b₃- déterminer la valeur de T_1 et expliquer pourquoi le choix de cette période est convenable pour permettre au condensateur d'atteindre sa charge maximale.

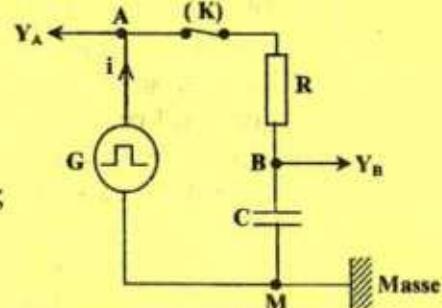


Figure 2

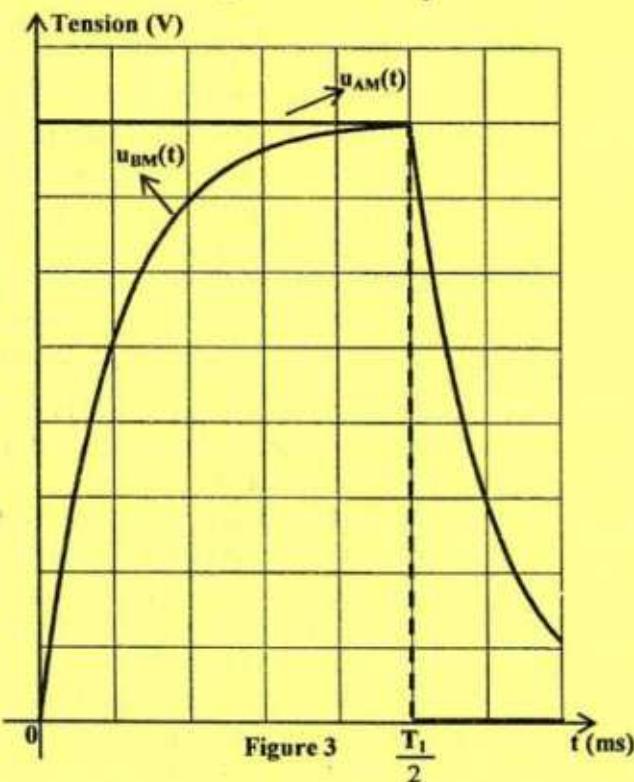


Figure 3

2- Détermination de la valeur de l'inductance L de la bobine

On réalise le circuit électrique schématisé par la Figure 4, qui comporte, associés en série la bobine d'inductance L , le résistor de résistance R , l'interrupteur K et le générateur G délivrant maintenant une tension alternative triangulaire.

On ferme l'interrupteur K et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du résistor sur la voie Y_A et la tension $u_{MB}(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_B au lieu de u_{BM} , et ce en appuyant sur le bouton **INVERSE** de cette voie.

a) Exprimer la tension $u_{MB}(t)$ aux bornes de la bobine en fonction de L , R et $\frac{du_{AM}(t)}{dt}$.

b) Pour une valeur N_2 de la fréquence de la tension délivrée par le générateur G et en faisant les réglages nécessaires, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure 5 avec :

- sensibilité verticale de la voie Y_A : 1 V.div^{-1} ;
- sensibilité verticale de la voie Y_B : 500 mV.div^{-1} ;
- balayage horizontal: 4 ms.div^{-1} .

A l'aide des chronogrammes de la Figure 5 :

b₁- préciser la valeur de la période T_2 de la tension délivrée par le générateur G ;

b₂- déterminer les valeurs de u_{MB} et $\frac{du_{AM}}{dt}$ sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_2}{2}\right]$. En déduire alors la valeur de l'inductance L de la bobine.

II- Deuxième méthode

On réalise le circuit électrique de la Figure 6 qui comporte, associés en série le résistor de résistance R , la bobine d'inductance L , le condensateur de capacité C , l'interrupteur K et le générateur G délivrant dans ce cas une tension alternative sinusoïdale de fréquence N réglable et d'amplitude U_m constante.

On ferme l'interrupteur K et à l'aide de l'oscilloscope, on visualise simultanément la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du générateur G sur la voie Y_A et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_B . Pour une fréquence $N_3 = 159 \text{ Hz}$ de la tension délivrée par le générateur G et avec un réglage convenable, on obtient les chronogrammes représentés sur la Figure 7 avec :

- sensibilité verticale de la voie Y_A : 2 V.div^{-1} ;
- sensibilité verticale de la voie Y_B : 3 V.div^{-1} .

I- En exploitant les chronogrammes de la Figure 7 :

- déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{AM} - \varphi_{BM}$ de la tension $u_{AM}(t)$ par rapport à la tension $u_{BM}(t)$;
- déduire que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité ;
- déterminer l'intensité maximale I_{m0} du courant dans le circuit ;
- retrouver la valeur de l'inductance L de la bobine.

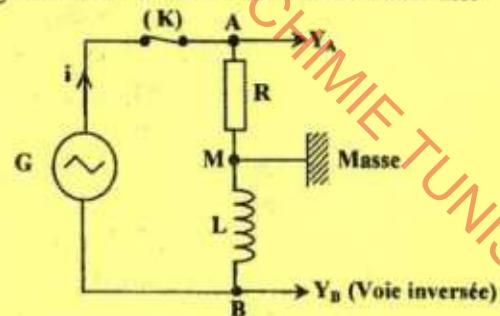


Figure 4

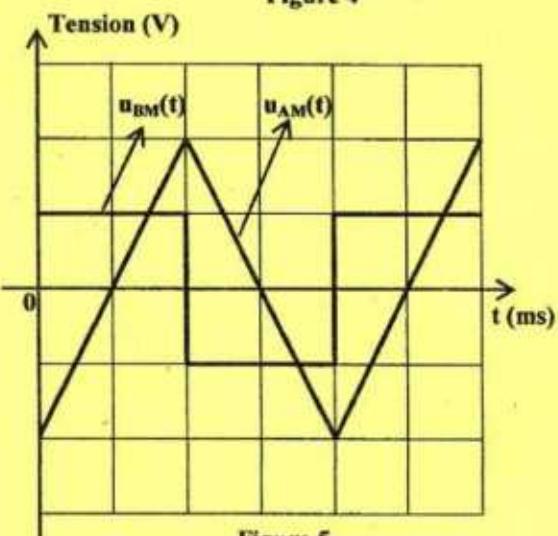


Figure 5

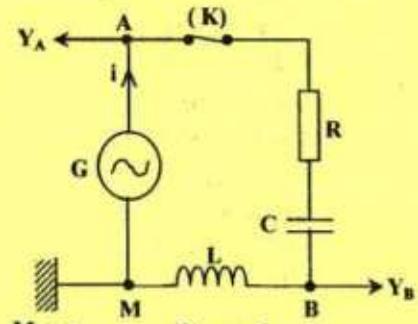


Figure 6

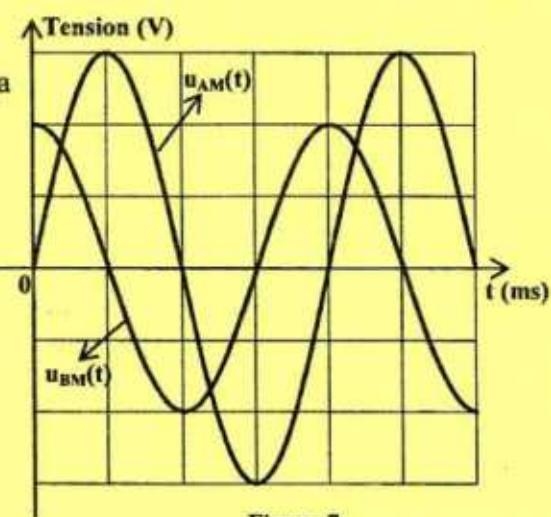


Figure 7

2- Retrouver la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 2 : (3,5 points)

L'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) se désintègre spontanément en un noyau de xénon ($^{131}_{54}\text{Xe}$) avec émission d'un électron. Sa période radioactive est $T = 8$ jours.

- 1- a) Préciser si la radioactivité est de type α , β^+ ou β^- . Justifier la réponse.
b) En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer les valeurs de Z et A .
c) En réalité, cette désintégration est accompagnée de l'émission d'un photon. Expliquer l'origine de ce photon.
- 2- Un échantillon d'iode 131 contient N_0 noyaux de ce radioélément à l'instant $t = 0$. A un instant de date t , le nombre de noyaux non désintégrés est $N(t)$.
a) Rappeler la loi de décroissance radioactive en faisant intervenir N_0 et la constante radioactive λ .
b) Définir la période radioactive T .
c) Sachant que l'activité instantanée $A(t)$ d'un échantillon de noyaux radioactifs est $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$,
c₁- établir l'expression de $A(t)$ en fonction de λ , N_0 et t ;
c₂- exprimer l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des temps, en fonction de N_0 et de T .
d) On considère un échantillon d'iode 131 de masse $m_0 = 1 \mu\text{g}$ et d'activité A_0 à l'instant $t_0 = 0$, pris comme origine des temps. Cette activité devient A_1 à un instant $t_1 = 24$ jours.
d₁- Calculer le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon d'iode ; sachant que la masse d'un atome d'iode 131 est égale à $2,17 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.
d₂- Calculer les activités A_0 et A_1 .

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 pts)

Les atomes ont-ils des couleurs ?

Oui, puisque les atomes peuvent absorber ou émettre de la lumière à certaines longueurs d'onde caractéristiques. L'interaction avec la lumière visible concerne surtout les électrons de l'atome. De par leurs propriétés ondulatoires, les électrons se répartissent dans un atome sur des niveaux d'énergie bien distincts, parfois appelés couches électroniques. Ces niveaux d'énergie se calculent avec précision grâce aux lois de la physique quantique, et sont spécifiques de l'élément considéré. Un électron peut passer à un niveau d'énergie supérieur en absorbant un photon de lumière, qui apporte l'énergie requise. Inversement, l'électron peut se désexciter et tomber vers un niveau plus bas en émettant un photon d'énergie donc de fréquence appropriée. C'est cette structure en niveaux d'énergie discrets qui explique les spectres d'émission ou d'absorption des atomes. Lorsque les écarts entre niveaux d'énergie électroniques sont de l'ordre de l'électronvolt, ce qui est souvent le cas, la lumière émise ou absorbée appartient au domaine visible. L'étude des spectres atomiques rend d'immenses services. En astrophysique par exemple : c'est en analysant le spectre d'un astre qu'on détermine les éléments qu'il contient, sa température, sa vitesse de déplacement, etc. Grâce à la très grande précision avec laquelle on sait mesurer la fréquence des rayonnements émis par les atomes, la spectroscopie est aussi à la base des horloges atomiques, instruments qui servent notamment d'étalons de temps.

Maurice Mashaal - La recherche (mensuel n°299 daté juin 1997 à la page 86)

Questions

- 1- Prouver, d'après le texte, que les atomes ont des couleurs.
- 2- Comment un électron peut-il passer d'un niveau d'énergie à un autre ?
- 3- Préciser dans quelle condition la lumière émise ou absorbée par l'atome appartient au domaine visible.
- 4- Citer deux applications de la spectroscopie.

Épreuve : sciences physiques
Section : sciences expérimentales
Page à remplir et à remettre avec la copie

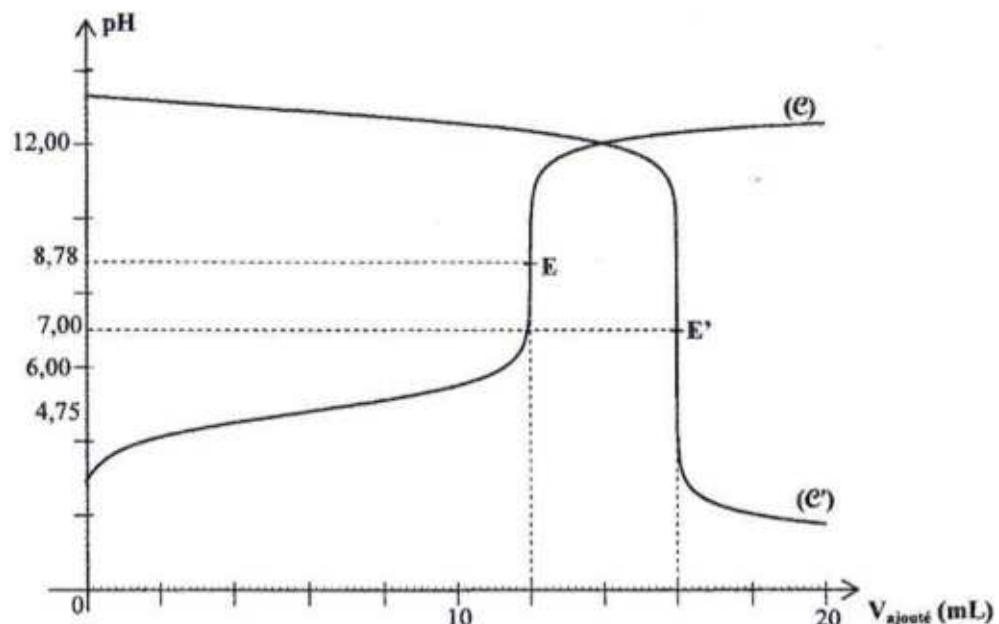


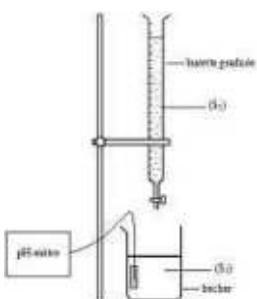
Figure 1

Chimie :

Exercice 1

Eléments de réponse

1-



2- Pour la courbe (\mathcal{C}), le pH du mélange réactionnel diminue, par suite le bêcher contient initialement la solution basique (S_3), ce qui correspond à l'expérience 1, ainsi la courbe (\mathcal{C}) correspond à l'expérience 2.

3- L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont dans les proportions stœchiométriques.

4- a)

- Première expérience : E' ($V_{E'} = 16 \text{ mL}$; $\text{pH}_{E'} = 7$), mélange neutre.
- Deuxième expérience : E ($V_E = 12 \text{ mL}$; $\text{pH}_E = 8,78$), mélange basique.

b) - Pour l'**expérience 1**, l'équivalence acido-basique est caractérisée par:

$$C_3 V_3 = C_1 V_{E'}, \text{ par suite : } C_1 = \frac{C_3 V_3}{V_{E'}} = \frac{0,2 \cdot 10 \text{ mL}}{16 \text{ mL}} = 0,125 \text{ mol.L}^{-1}.$$

- Pour l'**expérience 2**, l'équivalence acido-basique est caractérisée par:

$$C_2 V_2 = C_3 V_E, \text{ par suite : } C_2 = \frac{C_3 V_E}{V_2} = \frac{0,2 \cdot 12 \text{ mL}}{24 \text{ mL}} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}.$$

c) La courbe (\mathcal{C}) présente un seul point d'inflexion or, la base utilisée dans l'expérience correspondante est forte, par suite A_2H est un acide fort.

La courbe (\mathcal{C}) a deux points d'inflexion, la base utilisée est toujours forte, ainsi A_1H est un acide faible.

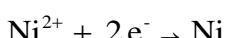
5-On a $\text{pK}_a = \text{pH}_{E/2}$ (pour $V_{\text{ajouté}} = V_{E/2} = 6 \text{ mL}$) = 4,75.

Exercice 2

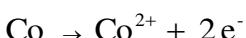
Eléments de réponse

1- L'équation de la réaction associée à P_1 : $\text{Ni} + \text{Co}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Co}$

2- a) La transformation ayant lieu dans le compartiment de gauche est :



La transformation ayant lieu dans le compartiment de droite de P_1 est :



Donc l'équation de la réaction spontanée s'écrit :



b) La réaction spontanée se produit dans le sens inverse de l'équation associée ainsi la fem de P_1 est négative ($E_i < 0$).

$$3- E_i = E_{Co^{2+}/Co}^0 - E_{Ni^{2+}/Ni}^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2}$$

$$4- a) E_0 = E_1 + 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} \text{ or } E_1 = -0,05 \text{ V ; } C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \text{ donc } E_0 = -0,02 \text{ V. A}$$

$$\text{l'équilibre } E = 0 \text{ d'où } E_0 - 0,03 \log K = 0 \text{ ainsi } K = 10^{\frac{E_0}{0,03}} \text{ or } E_0 = -0,02 \text{ V par suite } K = 0,215$$

b)

On a	Equation chimique	$Ni + Co^{2+} \rightleftharpoons Ni^{2+} + Co$	
	Etat du système	Avancement volumique	
	Etat initial	0	$C_2 \quad C_1$
	Etat d'équilibre	$y_{\text{éq}}$	$C_2' = C_2 + y_{\text{éq}} \quad C_1' = C_1 - y_{\text{éq}}$

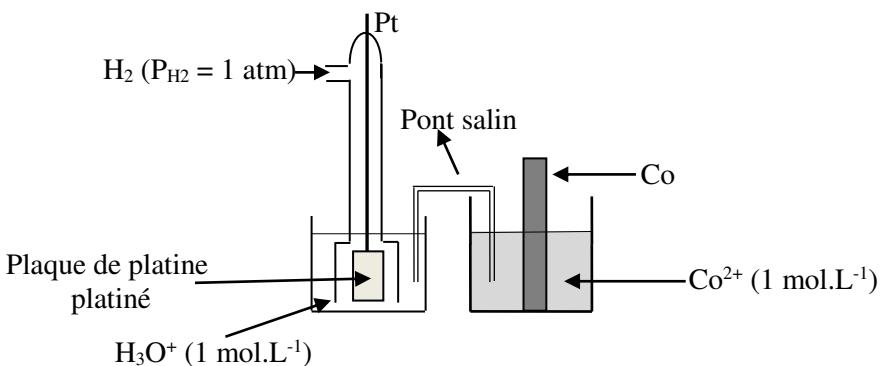
$$K = \frac{[Ni^{2+}]_{\text{éq}}}{[Co^{2+}]_{\text{éq}}} = \frac{C_1 - y_{\text{éq}}}{C_2 + y_{\text{éq}}} \text{ d'où } y_{\text{éq}} = \frac{C_1 - KC_2}{K + 1} = 0,81$$

$$\text{Donc } y_{\text{éq}} = 0,81 \text{ mol.L}^{-1} \text{ d'où } C_1' = C_1 - y_{\text{éq}} = 0,19 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } C_2' = C_2 + y_{\text{éq}} = 0,91 \text{ mol.L}^{-1}$$

c1- L'ajout d'une petite quantité de sulfate de cobalt dans le compartiment de droite à volume constant fait augmenter la concentration des ions Co^{2+} or et d'après la loi de modération, l'équilibre précédent se déplace dans le sens qui fait diminuer la concentration de cette espèce, ce qui correspond au sens direct de l'équation associée.

c2- Le sens direct correspond à $E > 0$ ainsi Co est le pôle positif de la pile et Ni son pôle négatif.

5- a)



b) Le potentiel standard d'électrode d'un couple Ox/Red est par définition la fem de la pile constituée par l'électrode normale à hydrogène, placée à gauche et la demi pile mettant le couple Ox/Red dans les conditions standard, placée à droite.

$$c) \text{On a : } E_{Co^{2+}/Co}^0 = E_2 = -0,28 \text{ V}$$

$$\text{On a } E_0 = E_{Co^{2+}/Co}^0 - E_{Ni^{2+}/Ni}^0 \text{ d'où } E_{Ni^{2+}/Ni}^0 = E_{Co^{2+}/Co}^0 - E_0 \text{ or } E_{Co^{2+}/Co}^0 = -0,28 \text{ V et } E_0 = -0,02 \text{ V}$$

$$\text{donc } E_{Ni^{2+}/Ni}^0 = -0,26 \text{ V}$$

Exercice 1

Eléments de réponse

I-1- a) $u_C(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$ ainsi pour $t = \tau$, $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 0,63.E$

b) b₁- On a $E = 8 \text{ V}$

b₂- Pour $t = \tau$ on a $u_C = u_{BM} = 0,63.E = 5 \text{ V}$ ainsi $\tau = 1 \text{ ms}$.

$$\tau = RC \text{ par suite } C = \frac{\tau}{R} \text{ or } \tau = 1 \text{ ms et } R = 100 \Omega \text{ donc } C = 10^{-5} \text{ F}$$

b₃- $\frac{T_1}{2} = 5 \text{ ms}$ d'où $T_1 = 10 \text{ ms}$. On a $\tau = 1 \text{ ms}$ d'où $T = 10\tau = T_1$ ainsi la condition pour que

le condensateur puisse atteindre sa charge maximale est vérifiée donc le choix de T_1 est convenable.

2- a) $u_{MB}(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ or $i(t) = \frac{u_{AM}(t)}{R}$ par suite $u_{MB}(t) = \frac{L}{R} \cdot \frac{du_{AM}(t)}{dt}$

b) b₁- $T_2 = 16 \text{ ms}$.

b₂- sur l'intervalle des temps $\left[0, \frac{T_2}{2}\right]$: $u_{MB} = 500 \text{ mV}$; $\frac{du_{AM}}{dt} = \frac{4}{8 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ V.s}^{-1}$ donc

$$L = R \cdot \frac{u_{MB}}{\frac{du_{AM}}{dt}} = 100 \cdot \frac{0,5}{500} = 0,1 \text{ H}$$

II-1- a) $\varphi_{AM} - \varphi_{BM} = -w\Delta t = -\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$

b) $\varphi_u - \varphi_i = (\varphi_{AM} - \varphi_{BM}) + (\varphi_{BM} - \varphi_i)$ or $\varphi_{AM} - \varphi_{BM} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$ et $\varphi_{BM} - \varphi_i = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$ du fait que

$u_{BM}(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ donc $\varphi_u - \varphi_i = 0$ d'où la tension délivrée par G est en phase avec l'intensité du courant dans le circuit donc ce dernier est le siège d'une résonnance d'intensité.

c) $I_{m_0} = \frac{U_m}{R} = \frac{U_{m_{AM}}}{R}$ or $U_{m_{AM}} = 6 \text{ V}$; $R = 100 \Omega$ donc $I_{m_0} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ A}$

d) $U_{m_{BM_0}} = Z_b \cdot I_{m_0}$ or $Z_b = Lw_3 = 2\pi L N_3$ d'où $L = \frac{U_{m_{BM_0}}}{2\pi N_3}$ or $U_{m_{BM_0}} = 6 \text{ V}$ et $N_3 = 159 \text{ Hz}$ donc

$$L = 0,1 \text{ H}$$

2- A la résonnance d'intensité $LC\omega_3^2 = 1$ d'où $4\pi^2 L C N_3^2 = 1$ par suite $C = \frac{1}{4\pi^2 L N_3^2}$ or $N_3 = 159$

Hz et $L = 0,1 \text{ H}$ donc $C = 10^{-5} \text{ F}$

Exercice 2

Eléments de réponse

1- a) Il s'agit de la radioactivité bêta moins car il y a émission d'un électron.

b) On applique les lois de conservation du nombre de masse et du nombre de charge à savoir $131 = A + 0$ ainsi $A = 131$ et $53 = Z - 1$ ainsi $Z = 54$.

c) Le photon émis est du à la désexcitation du noyau de Xénon formé dans un état excité.

2- a) $N = N_0 e^{-\lambda t}$

b) La période radioactive d'une substance radioactive est la durée T au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon de cette substance est réduit de moitié.

c₁- $A = -\frac{dN}{dt}$ or $N = N_0 e^{-\lambda t}$ d'où $A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$

c₂- Pour $t = 0$, on a $A = A_0 = \lambda N_0$ or $\lambda = \frac{\log 2}{T}$ ainsi $A_0 = N_0 \frac{\log 2}{T}$

d) $d_1- N_0 = \frac{m_0}{m_{\text{atome d'iode 131}}}$ or $m_0 = 1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$ et $m_{\text{atome d'iode 131}} = 2,17 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

donc $N_0 = 4,6 \cdot 10^{15}$ noyaux

d₂- $A_0 = N_0 \frac{\log 2}{T}$ or $N_0 = 4,6 \cdot 10^{15}$; $T = 8,24 \cdot 3600 \text{ s}$ donc $A_0 = 4,6 \cdot 10^9 \text{ Bq}$

$A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1}$ or $t_1 = 24 \text{ jours} = 3T$ donc $A_1 = \frac{A_0}{8} = 5,75 \cdot 10^8 \text{ Bq}$

Exercice 3

Eléments de réponse

1- Les atomes ont des couleurs car ils peuvent absorber ou émettre de la lumière à certaines longueurs d'onde caractéristiques

2- Un électron peut passer d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie supérieur en absorbant un photon de lumière, qui apporte l'énergie requise. Inversement, l'électron peut se désexciter et tomber vers un niveau plus bas en émettant un photon d'énergie donc de fréquence appropriée

3- La lumière émise ou absorbée par l'atome appartient au domaine visible lorsque les écarts entre niveaux d'énergie électroniques sont de l'ordre de l'électronvolt.

4- En astrophysique : l'analyse du spectre d'un astre nous permet de déterminer les éléments qu'il contient, sa température, sa vitesse de déplacement, etc. Grâce à la très grande précision avec laquelle on sait mesurer la fréquence des rayonnements émis par les atomes, la spectroscopie est aussi à la base des horloges atomiques, instruments qui servent notamment d'étalons de temps.

La correction a été élaborée par Hedi KHALED

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie

Chimie (9 points)

Exercice 1 : (5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25 °C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel lors de l'ajout d'un volume V_B d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration

$C_B = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, à un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ d'une solution S d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration $C_A = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et de pH initial pH_0 . On porte, dans le tableau ci-dessous, les résultats des mesures relatifs à sept points H, I, J, K, L, M et N de la courbe $\text{pH} = f(V_B)$.

Point	H	I	J	K	L	M	N
$V_B (\text{mL})$	0	2	5	8	10	12	14
pH	3,4	4,2	4,8	5,4	8,3	11,1	11,5

- Préciser la valeur de pH_0 et en déduire que l'acide éthanoïque est un acide faible.
- a) Définir l'équivalence acido-basique.
 - Préciser, en le justifiant, le point correspondant au point d'équivalence ainsi que celui correspondant au point de demi-équivalence parmi ceux figurant dans le tableau précédent.
 - En déduire la valeur du pK_a du couple acide/base correspondant à l'acide éthanoïque.
- a) Ecrire l'équation de la réaction du dosage de l'acide éthanoïque par l'hydroxyde de sodium et montrer qu'elle est totale.
 - Justifier le caractère basique au point d'équivalence.
- Pour permettre une bonne immersion de l'électrode combinée du pH-mètre dans le mélange réactionnel, on ajoute un volume V_e d'eau distillée au volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution S précédente et on refait le dosage avec la même solution d'hydroxyde de sodium.

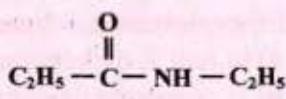
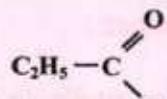
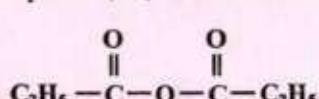
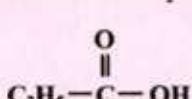
Le pH initial du mélange réactionnel vaut dans ce cas: $\text{pH}'_0 = 3,7$.

On suppose que l'acide éthanoïque de concentration C_A demeure faible et que son pH vérifie la relation : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_a - \log C_A)$.

- Montrer que : $V_e = \alpha V_A$; où α est une constante que l'on exprimera en fonction de pH_0 et pH'_0 . Calculer alors V_e .
- Préciser, en le justifiant et sans faire de calcul, si à la suite de cette dilution, les grandeurs suivantes restent inchangées ou subissent une augmentation ou une diminution :
 - le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence ;
 - le pH à la demi-équivalence ;
 - le pH à l'équivalence.

Exercice 2: (4 points)

Soient les composés organiques A, B, C et D dont les formules semi-développées sont les suivantes:



- Préciser la fonction chimique de chacun des composés A, B, C et D et nommer le composé D.

- 2- On désire préparer le composé B, à partir de deux composés parmi ceux donnés précédemment.
- Identifier les deux composés concernés.
 - Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.
- 3- Le composé D est obtenu par action d'un excès d'une amine R-NH_2 sur le composé C.
- Préciser la formule semi-développée de l'amine utilisée dans cette réaction.
 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique correspondante.
 - La même amine R-NH_2 réagit avec l'un des composés A ou B pour donner le composé D.
- Identifier le composé utilisé.
 - Ecrire l'équation de la réaction chimique correspondante.

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (5,25 points)

On dispose des dipôles électriques suivants :

- un résistor de résistance $R = 270 \Omega$;
- un condensateur de capacité C ;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un commutateur K à deux positions ;
- un générateur \mathbf{G} , supposé idéal de force électromotrice E .

Partie I

A l'aide du circuit de la Figure 1, constitué par l'association du condensateur initialement déchargé, du résistor, du commutateur K , du générateur \mathbf{G} et de la bobine, on réalise les deux expériences suivantes :

- **expérience 1** : on place le commutateur K sur la position 1 ;
- **expérience 2** : lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule le commutateur à la position 2.

Un dispositif approprié d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de la tension u_{AM} aux bornes du condensateur au cours du temps et de tracer la courbe correspondante. La fermeture du circuit dans chaque expérience déclenche l'acquisition des mesures à l'instant $t = 0$. On obtient alors les chronogrammes (a) et (b) de la Figure 2. Sur le chronogramme (a), on a tracé la tangente (Δ_0) à la courbe $u_{AM} = f(t)$ au point d'abscisse $t = 0$.

- 1- Pour chacun des chronogrammes (a) et (b), préciser l'expérience correspondante et indiquer le phénomène physique mis en évidence parmi la liste suivante : résonance d'intensité électrique, charge d'un condensateur, oscillations électriques forcées, oscillations électriques libres amorties.

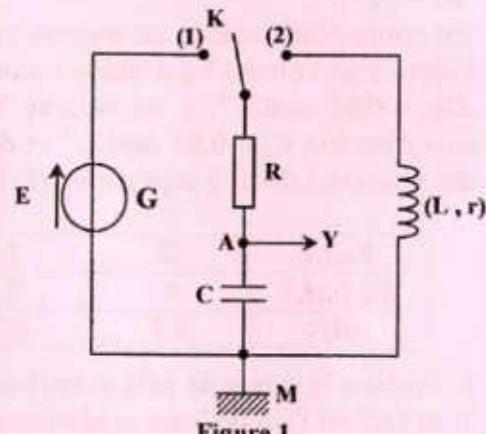


Figure 1

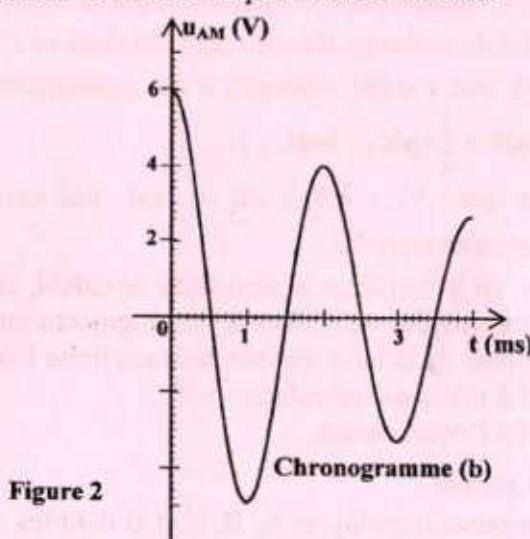
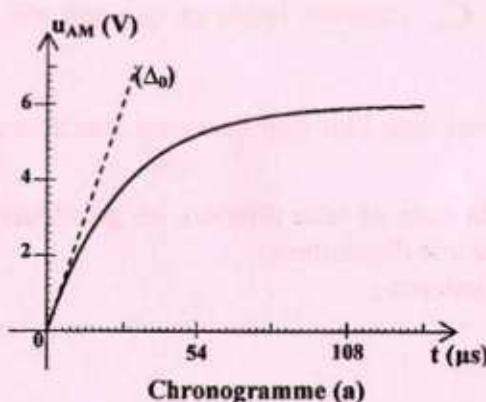


Figure 2

- 2- En exploitant la Figure 2, déterminer :

- la fem E du générateur \mathbf{G} ;
- la constante de temps τ relative au dipôle RC et déduire la valeur de la capacité C du condensateur ;
- la pseudo-période T des oscillations électriques libres mises en jeu et déduire la valeur de l'inductance L de la bobine, sachant que $T \approx T_0$; avec T_0 est la période propre du circuit et $\pi^2 \approx 10$.

- d) la valeur de l'énergie électrique totale du circuit dans la deuxième expérience en $t_0 = 0$ et $t_1 = T$.
 Déduire l'énergie dissipée par effet Joule entre ces deux instants.

Partie II

On réalise maintenant le circuit de la Figure 3, constitué par l'association en série, de la bobine d'inductance L et de résistance r , du résistor de résistance R , de l'interrupteur K' et du générateur G de fem $E = 6$ V. Le sens du courant i est indiqué sur le schéma du circuit.

Les résultats de l'acquisition de la tension $u_b(t) = u_{HM}(t)$ aux bornes de la bobine au cours du temps permettent d'obtenir le chronogramme de la Figure 4.

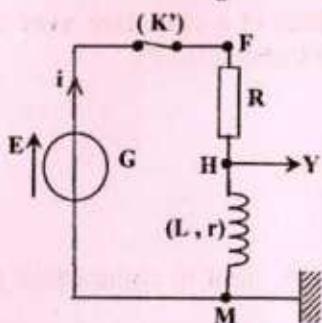


Figure 3

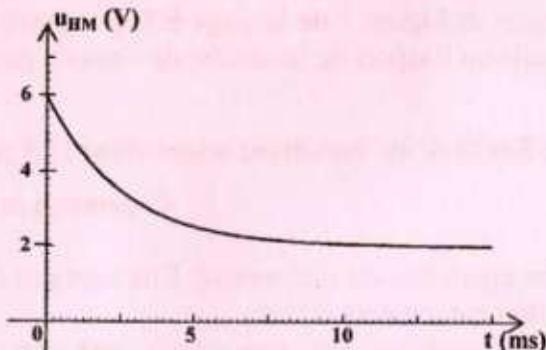


Figure 4

- 1- Nommer le phénomène qui se manifeste dans la bobine à la fermeture de l'interrupteur K' .
- 2- a) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_R(t) = u_{FH}(t)$ aux bornes du résistor s'écrit : $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} \cdot u_R = \frac{RE}{L}$.
- b) Déterminer l'expression de la tension U_{R0} aux bornes du résistor lorsque le régime permanent s'établit, en fonction de E , r et R .
- c) Déduire qu'en régime permanent, la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine est : $U_{b0} = \frac{rE}{R+r}$.
- 3- En exploitant le chronogramme de la figure 4:
 - déterminer les valeurs U_{R0} et U_{b0} des tensions respectivement aux bornes du résistor et de la bobine lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit ;
 - déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

Exercice 2 : (3,25 points)

Un vibreur, muni d'une pointe fine, provoque des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence N en un point S de la surface d'une nappe d'eau initialement au repos contenue dans une cuve à ondes. Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse. Des ondes entretenues de forme circulaire se propagent à la surface de l'eau avec la célérité v . On néglige l'amortissement des ondes.

A l'instant $t = 0$, le point S débute son mouvement en partant de l'état de repos.

- Indiquer pourquoi les bords de la cuve à ondes sont tapissés avec de la mousse.
- Préciser, en le justifiant, si l'onde à la surface de l'eau est transversale ou longitudinale.
- On considère deux points A et B de la surface de l'eau, situés sur un même rayon Sx , comme l'indique la Figure 5.
 Les courbes d'évolution au cours du temps des elongations $y_A(t)$ et $y_B(t)$ respectivement des points A et B sont données par la Figure 6. On donne $AB = 6$ mm.

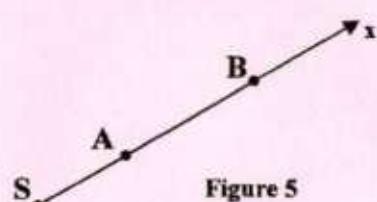


Figure 5

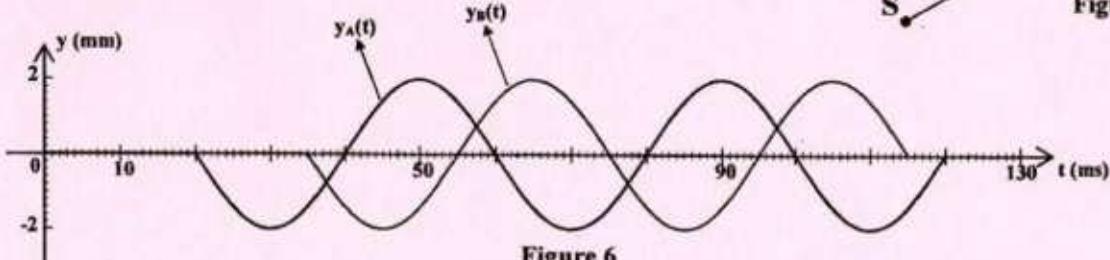


Figure 6

- a) En exploitant la Figure 6, déterminer:
- la fréquence N ;
 - la durée Δt qui sépare les dates de passage de l'onde par les deux points A et B.
- b) Calculer la célérité v de l'onde à la surface de l'eau. En déduire la longueur d'onde λ .
- 3- On remplace la pointe précédente par une réglette (R). Parallèlement à (R) et à une certaine distance, on place un obstacle (P) présentant une fente (F) dont la largeur L est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ , comme le montre la Figure 7 de la page 5/5.
- On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope de fréquence $N_e = N$.
- a) Nommer le phénomène qui a lieu au niveau de la fente (F).
- b) Compléter la Figure 7 de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, en schématisant l'aspect de la surface de l'eau de part et d'autre de l'obstacle (P).

Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 points)

Cigarettes atomiques

La fumée des cigarettes est radioactive. Elle contient du polonium 210, dont la combustion produit tout simplement du rayonnement alpha.

Le rayonnement alpha est très énergétique - car c'est un rayonnement corpusculaire, à la différence du rayonnement gamma, qui est électromagnétique et ses particules sont 7500 fois plus lourdes que celles du rayonnement bêta. Elles sont moins pénétrantes, mais beaucoup plus ionisantes et l'on sait que les organes les plus touchés par le polonium 210 sont la rate, les poumons et le côlon.

Le polonium 210 est un émetteur de radiations alpha si instable et dangereux qu'il est un des rares à n'avoir jamais été utilisé en médecine. Il provoque des cancers du poumon par inhalation : il se dépose aux embranchements des bronches où il provoque le processus de cancérisation.

Mais d'où vient ce polonium ? Selon les Drs Thomas Winters et Joseph di Franzo, de l'université du Massachusetts, il proviendrait d'engrais phosphatés utilisés dans la culture du tabac. Ce fut d'ailleurs l'une des hypothèses les plus sérieuses.

Extrait de *Sciences & Vie* n°775, 1982

Questions

- 1- Justifier, d'après le texte pourquoi la fumée des cigarettes est radioactive.
- 2- Citer les rayonnements radioactifs figurant dans le texte et préciser la nature de chacun d'eux.
- 3- En se référant au texte, comparer les propriétés des rayonnements alpha et bêta.
- 4- Justifier pourquoi, le polonium 210 est qualifié parmi les rares éléments radioactifs à n'avoir jamais été utilisé en médecine.

Épreuve : sciences physiques (session de contrôle 2016)

Section : sciences expérimentales

Page à remplir et à remettre avec la copie

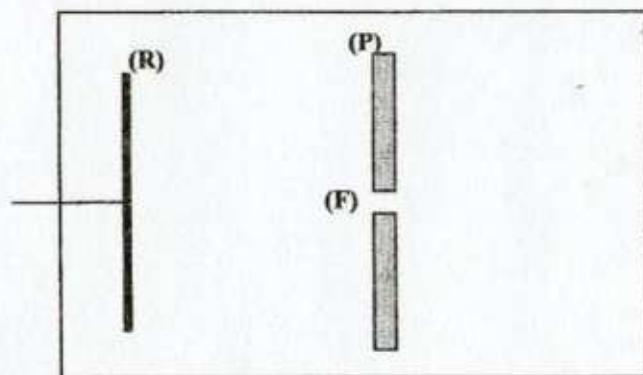


Figure 7

Chimie :

Exercice 1

Eléments de réponse

1- Le pH initial correspond à $V_E = 0$ par suite $pH_0 = 3,4$.

$pH_0 = 3,4 > -\log C_A = 2$ d'où la concentration de $H_3O^+ < C_A$ ainsi la réaction d'ionisation de l'acide éthanoïque dans l'eau n'est pas totale, il s'agit alors d'un acide faible.

2- a) L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont dans les proportions stoechiométriques.

b) A l'équivalence acido-basique : $C_A V_A = C_B V_{BE}$ or $C_A = \frac{1}{2} C_B$ par suite $V_{BE} = \frac{1}{2} V_A = 10 \text{ mL}$ ainsi le point d'équivalence correspond au point **L**.

La demi-équivalence acido-basique s'obtient pour $V_{BE_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2} V_{BE} = 5 \text{ mL}$ ce qui correspond au point **J** du tableau.

c) $pK_a = pH_{E_{\frac{1}{2}}} \text{ (pour } V_{BE_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2} V_{BE} = 5 \text{ mL) } = 4,8$.

3- a) L'équation de la réaction de dosage: $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

$$K = \frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq} [OH^-]_{eq}} = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq} [OH^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq}} = \frac{K_a}{K_e}$$

$$K = \frac{K_a}{K_e} = \frac{10^{-pK_a}}{10^{-pK_e}} = 10^{pK_e - pK_a} \text{ or } pK_e = 14 \text{ et } pK_a = 4,8 \text{ d'où } K = 10^{9,2}$$

$K \gg 10^4$ donc la réaction est totale.

b) A l'équivalence la totalité de l'acide CH_3COOH est transformée en base conjuguée CH_3COO^- qui est une base faible d'où le caractère basique du mélange obtenu à l'équivalence.

4- a) $pH_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A)$ et $pH'_0 = \frac{1}{2}(pK_a - \log C'_A)$ ainsi $pH'_0 - pH_0 = \frac{1}{2} \log \frac{C_A}{C'_A}$ or

$$\frac{C_A}{C'_A} = \frac{V_A + V_e}{V_A} = 1 + \alpha \text{ par suite } \log(1 + \alpha) = 2(pH'_0 - pH_0) \text{ donc } \alpha = 10^{2(pH'_0 - pH_0)} - 1 \text{ il vient}$$

$$V_e = V_A (1 + 10^{2(pH'_0 - pH_0)}) \text{ or } pH'_0 = 3,7 \text{ et } pH_0 = 3,4$$

ainsi $V_e \approx 60 \text{ mL}$.

b) - A l'équivalence : Avant dilution : $C_A V_A = C_B V_{BE}$

Après dilution : $C'_A V'_A = C'_B V'_{BE}$

Au cours de la dilution, le nombre de moles de l'acide ne change pas d'où $C_A V_A = C'_A V'_A$ ainsi $V_{BE} = V'_{BE}$ donc le volume de la base ajoutée pour atteindre l'équivalence reste inchangé au cours de la dilution.

- A la demi-équivalence, $pH = pK_a = \text{cte}$ ainsi ce pH reste inchangé.

- Le pH à l'équivalence est celui d'une solution basique plus diluée (de concentration plus petite que celle avant dilution) ainsi ce pH subit une diminution.

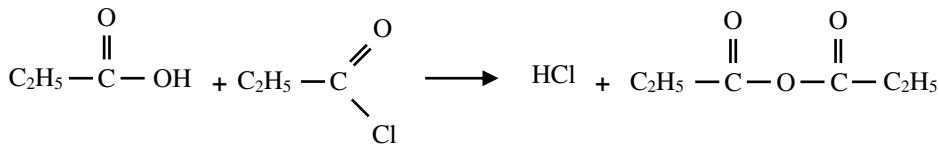
Exercice 2

Eléments de réponse

1- A : acide carboxylique; B : anhydride d'acide ; C : chlorure d'acyle ; D : (amide) N'éthylpropanamide

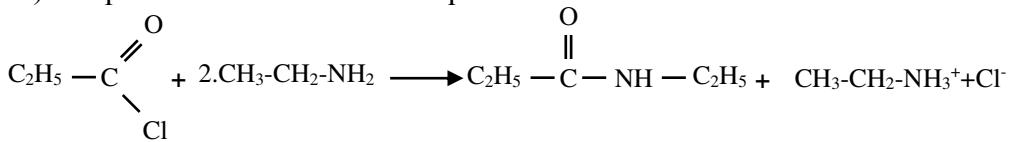
2-a) Les deux composés concernés sont : A et C.

b)



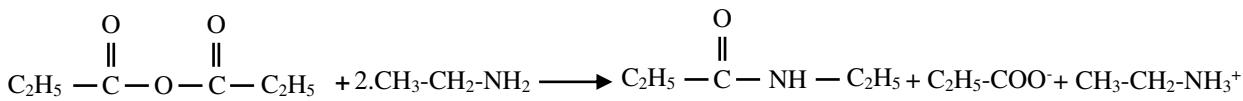
3- a) L'amide D est obtenu par action d'une amine primaire $\text{R}-\text{NH}_2$ sur le chlorure de propanoyle d'où l'amine concernée est $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$.

b) L'équation de la réaction chimique s'écrit :



c) c₁- Le composé D peut être obtenu à partir de l'action d'une amine sur l'anhydride d'acide. Donc le composé utilisé est B.

c₂- L'équation de la réaction chimique s'écrit :



Physique :

Exercice 1

Eléments de réponse

1-

Expérience	1	2
Chronogramme	(b)	(a)
Phénomène	Charge du condensateur	Oscillations électriques libres amorties

2- a) Graphiquement $E = 6 \text{ V}$

b) $\tau = 27 \mu\text{s} = 27 \cdot 10^{-6} \text{ s}$. $\tau = RC$ par suite $C = \frac{\tau}{R}$ or $\tau = 27 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ et $R = 270 \Omega$ donc $C = 0,1 \mu\text{F}$.

c) D'après le chronogramme (a), on a $T = 2 \text{ ms}$. $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ d'où $L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$ or $T = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$; $C = 10^{-5} \text{ F}$ donc $L = 1 \text{ H}$.

d) $E(t) = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$

- A $t_1 = 0$, on a $i(0) = 0$ et $u_C(0) = E = 6$ V donc $E(t_1) = \frac{1}{2}CE^2 = 18 \cdot 10^{-7}$ J.

- A $t_2 = T$, on a $i(T) = 0$ et $u_C(T) = 4$ V donc $E(t_2) = 8 \cdot 10^{-7}$ J.

- On a $\Delta E = E(t_2) - E(t_1) = -10^{-6}$ J ainsi l'énergie dissipée par effet Joule vaut 10^{-6} J.

Partie II

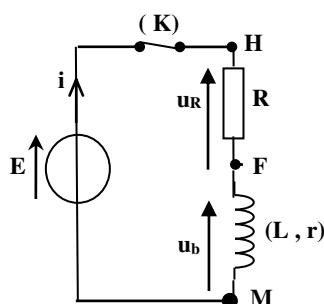
1- Phénomène d'auto-induction.

2- a) La loi des mailles s'écrit :

$$u_b + u_R - E = 0 \text{ par suite } L \frac{di}{dt} + ri + u_R = E$$

$$\text{or } i = \frac{u_R}{R} \text{ d'où } \frac{L}{R} \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{R} u_R = E$$

$$\text{ainsi } \frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} u_R = \frac{RE}{L}$$



b) On a : $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L} u_R = \frac{RE}{L}$ En régime permanent $u_R = \text{Cte} = U_{R0}$ donc $U_{R0} = \frac{RE}{R+r}$

c) On a $u_b = E - u_R$ ainsi la tension aux bornes de la bobine en régime permanent est U_{b0} telle que

$$U_{b0} = E - U_{R0} = E - \frac{RE}{R+r} = \frac{rE}{R+r}$$

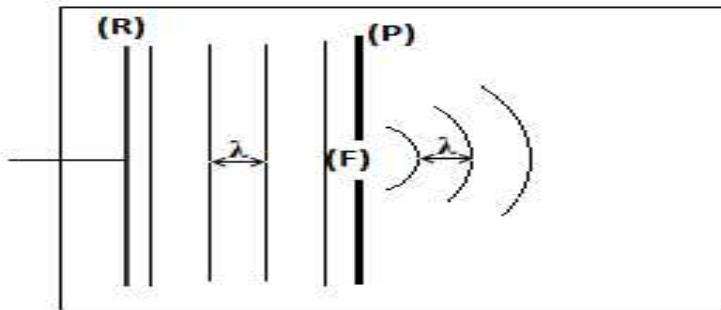
3- a) D'après le chronogramme de la figure 4, on a $U_{b0} = 2$ V ainsi $U_{R0} = 4$ V.

b) $U_{R0} = \frac{RE}{R+r}$ d'où $r = R \left(\frac{E}{U_{R0}} - 1 \right) = \frac{R}{2}$ or $R = 270 \Omega$ donc $r = 135 \Omega$

Exercice 2

Eléments de réponse	Points	Critères
1- a) Les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse pour empêcher le phénomène de la réflexion des ondes.		
b) Il s'agit d'une onde transversale car la direction de propagation est perpendiculaire à celle des oscillations imposées par le vibreur.		
2- a) On a $N = \frac{1}{T}$ or $T = 0,04$ s donc $N = 25$ Hz		
On a $\Delta t = \theta_B - \theta_A = 35 - 20 = 15$ ms = $15 \cdot 10^{-3}$ s.		
b) On a: $v = \frac{AB}{\Delta t}$ or $AB = 6$ mm et $\Delta t = 15$ ms donc $v = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$.		
$\lambda = vT = \frac{v}{N}$ or $v = 0,4 \text{ m.s}^{-1}$ et $N = 25$ Hz donc $\lambda = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 16$ mm.		
3- a) Il se produit le phénomène de diffraction des ondes.		

b) La longueur d'onde est la même de part et d'autre de l'obstacle (P).



Exercice 3

Eléments de réponse	Points	Critères
1- La fumée des cigarettes est radioactive car elle renferme le polonium 210 (radioélément).		
2- alpha (rayonnement corpusculaire), bêta (rayonnement corpusculaire), gamma (rayonnement électromagnétique).		
3- Le rayonnement alpha est plus lourd, moins pénétrant et plus ionisant que le rayonnement bêta.		
4- Le polonium 210 est qualifié parmi les rares éléments radioactifs à n'avoir jamais été utilisé en médecine car il est émetteur de radiations alpha qui sont dangereuses et provoquent des cancers du poumon par inhalation.		

Correction élaborée par M.HEDI KHALED

Le sujet comporte 05 pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5.

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à rendre avec sa copie.

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C , température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

Une monobase B est considérée faiblement ionisée dans l'eau, si le taux d'avancement final τ_f de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à $5 \cdot 10^{-2}$.

I- On prépare une solution aqueuse (S_1) d'ammoniac NH_3 , de concentration initiale $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH}_1 = 10,6$.

1- a- Montrer que NH_3 est une base faible ; écrire l'équation de sa réaction dans l'eau.

b- Calculer τ_f en précisant chaque approximation utilisée.

2- Etablir l'expression de la constante d'acidité K_{a1} du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ en fonction de K_e , C_1 et τ_f . Calculer sa valeur.

II- Un groupe d'élèves est chargé d'effectuer séparément le dosage d'un volume $V_b = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_1) et d'un même volume d'une solution (S_2) d'éthanamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$, de concentration $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pK}_{a2} = 10,8$. L'éthanamine est considérée comme une base faible dans l'eau.

Pour ces deux dosages, on utilise la même solution aqueuse (S_A) d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

1-a- Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit au cours du dosage de la solution (S_2) d'éthanamine.

b- Définir l'équivalence acido-basique et vérifier que le volume d'acide ajouté à l'équivalence, relatif à chacun de ces deux dosages, est égal à 20 mL .

c- Reproduire et compléter, en le justifiant, le tableau suivant :

	Volume $V_A(\text{mL})$ de (S_A)	0	10
Dosage de (S_1)	pH du mélange ($S_1 + S_A$)	10,6	.....
Dosage de (S_2)	pH du mélange ($S_2 + S_A$)	.....	10,8

2- Comparer, en le justifiant, la force des deux bases : NH_3 et $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.

Exercice 2 (4,5 points)

On suppose que les volumes des deux solutions contenues dans les deux compartiments de la pile sont égaux et restent constants au cours de son fonctionnement.

A 25°C , on réalise la pile électrochimique (P) formée par les deux couples redox $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$ et $\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}$, dont le schéma est donné par la figure 1 et telles que les concentrations $[\text{Fe}^{2+}] = C$ et $[\text{Cd}^{2+}] = C_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

1 - a- Donner le symbole de la pile (P).

b- Ecrire l'équation de la réaction associée à la pile (P).

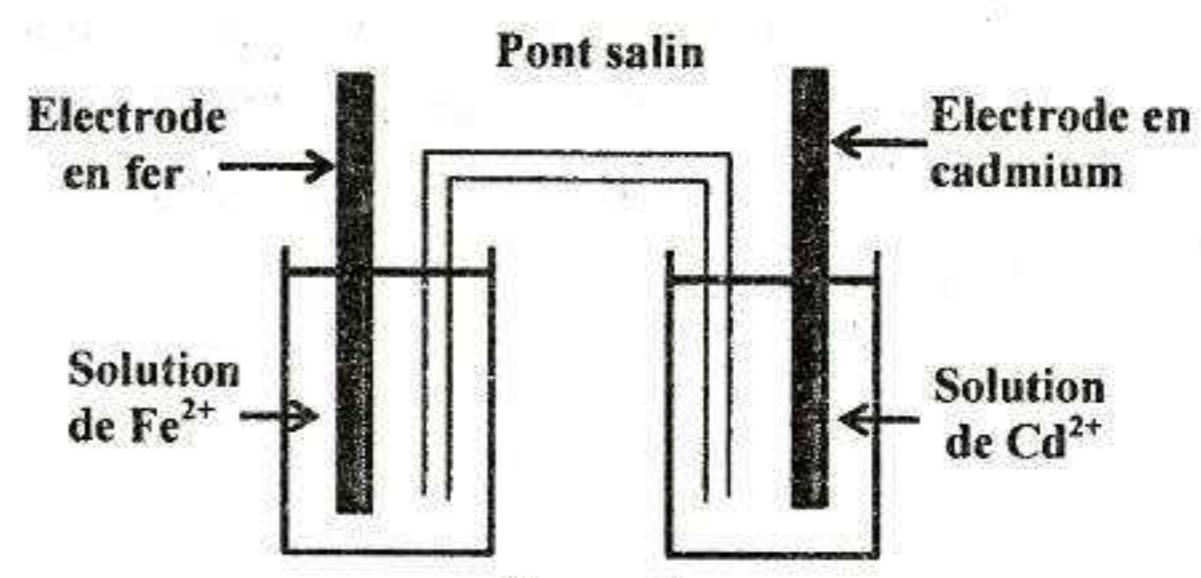


figure 1

2- On maintient la valeur de la concentration des ions Cd^{2+} constante et égale à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour différentes valeurs de la concentration C en ions Fe^{2+} , on mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale E de la pile (P) réalisée. Les valeurs de E sont consignées dans le tableau ci-contre :

a- Ecrire l'expression de la fem E de la pile en fonction des concentrations en ions Cd^{2+} , C et de la fem standard E° de la pile.

b- A partir du tableau, montrer que la valeur de la fem standard de la pile (P) est $E^\circ = 0,04 \text{ V}$.

c- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples redox mis en jeu.

3- Avec la pile (P_3), on réalise le circuit électrique comportant un ampèremètre A , un voltmètre V , un résistor R et deux interrupteurs K_1 et K_2 dont le schéma est donné par la **figure 2**. On maintient la concentration des ions Cd^{2+} constante et égale à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

a- L'interrupteur K_2 étant ouvert, on ferme K_1 ; calculer la valeur de la fem initiale E_3 indiquée par le voltmètre et en déduire la polarité de la pile (P_3).

b- A l'instant $t = 0$, on ferme aussi K_2 .

b₁- Préciser le sens de déplacement des électrons dans le circuit électrique extérieur à la pile.

b₂- Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément.

4- Après une durée suffisante de fonctionnement de la pile (P_3), l'ampèremètre indique une intensité nulle. Les concentrations des ions Cd^{2+} et Fe^{2+} prennent, respectivement, les valeurs C_1 et C_2 et aucune des électrodes n'est complètement consommée.

a- Calculer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile.

b- Calculer C_1 et C_2 .

Pile (P)	(P_1)	(P_2)	(P_3)	(P_4)
$C (\text{mol.L}^{-1})$	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
$E (\text{V})$	0,01	0,04	....	0,10

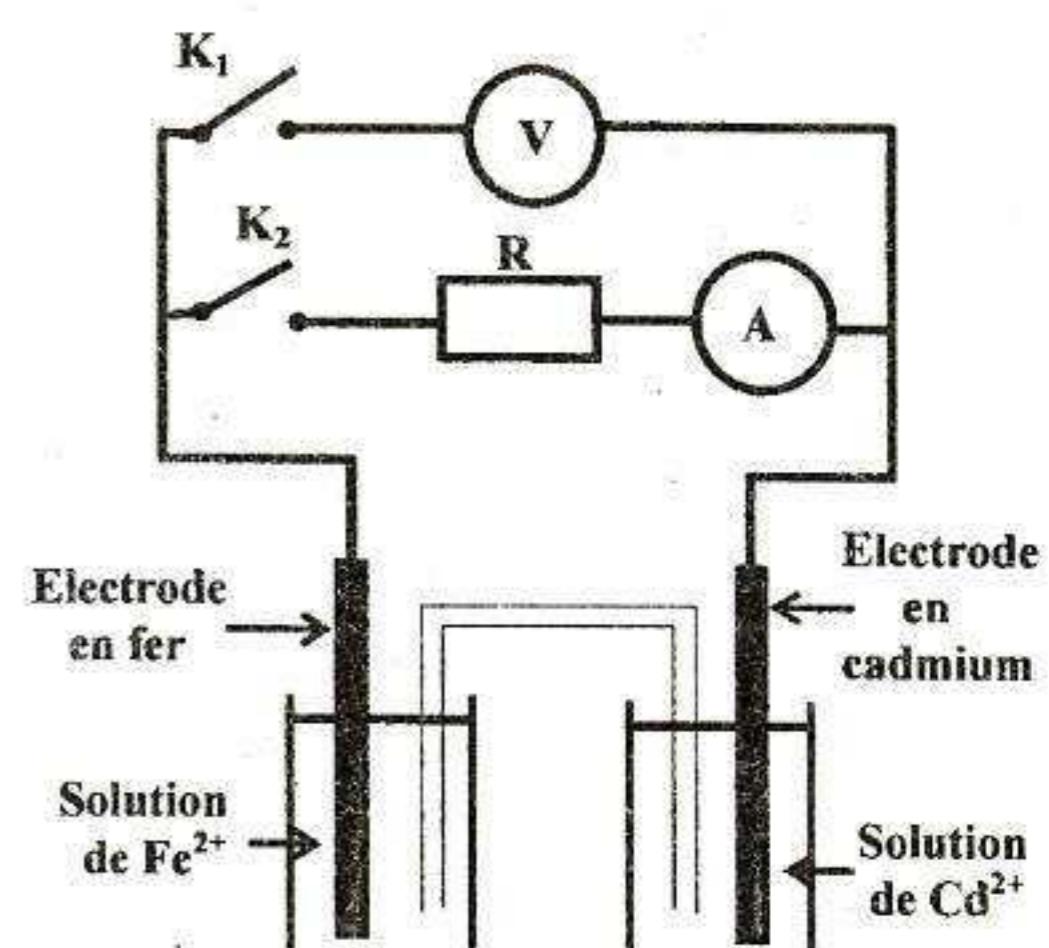


figure 2

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5,5 points)

Pour déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine B , on réalise les expériences suivantes:

Expérience 1

Le circuit électrique de la **figure 3** comporte, montés en série :

- un générateur idéal de tension continue de fem $E = 10 \text{ V}$;
- la bobine B d'inductance L et de résistance r ;
- un ampèremètre A de résistance négligeable ;
- un interrupteur K et un résistor de résistance $R = 90 \Omega$.

Un système approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_R(t)$ aux bornes du résistor.

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K . Les courbes C_1 et C_2 de la **figure 4** représentent respectivement, les variations de $u(t)$ et $u_R(t)$.

1- Nommer, en le justifiant, les régimes qui constituent la réponse du dipôle RL à un échelon de tension pour $t \leq 5 \text{ ms}$ et $t \geq 6 \text{ ms}$.

2-a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant $i(t)$ traversant le circuit électrique.

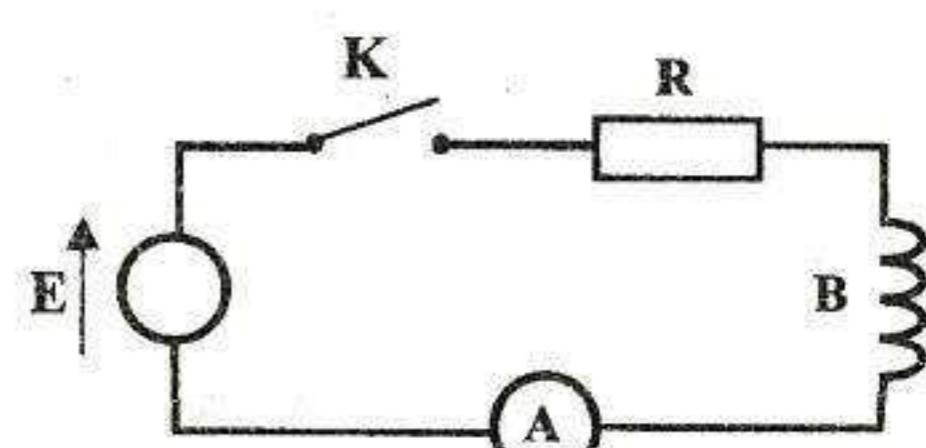


figure 3

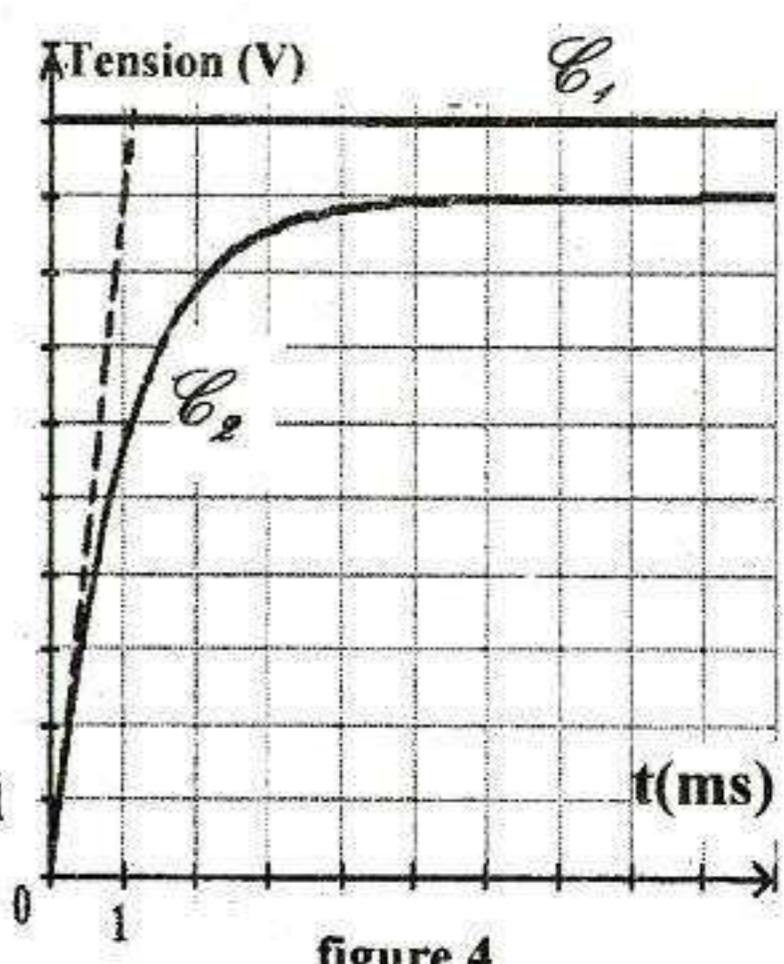


figure 4

b-Vérifier que $i(t) = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution de cette équation différentielle ; avec $\tau = \frac{L}{R+r}$.

c- En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer les valeurs de :

- c₁-l'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre en régime permanent et en déduire celle de r ;
- c₂-l'inductance L de la bobine.

Expérience 2

On réalise maintenant, le circuit électrique représenté sur la **figure 5** qui comporte, montés en série, la bobine B, un résistor de résistance $R' = 40 \Omega$ et un condensateur de capacité $C = 4,7 \cdot 10^{-6} F$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{3})$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.

Pour la valeur $N_1 = 173 \text{ Hz}$ de la fréquence N, l'intensité instantanée du courant électrique qui circule est $i(t) = I_m \sin(2\pi N_1 t)$; où I_m est l'amplitude de l'intensité électrique. Les courbes de la **figure 6** représentent les tensions $u(t)$ aux bornes du générateur et $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

1- a- A partir de la **figure 6**, déterminer :

- a₁- le déphasage $\Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc}$ de $u(t)$ par rapport à $u_c(t)$;
- a₂- la phase initiale ϕ_{uc} de $u_c(t)$.

b- Sachant que l'amplitude U_{cm} de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur est

$$U_{cm} = \frac{I_m}{C \cdot 2\pi N_1},$$

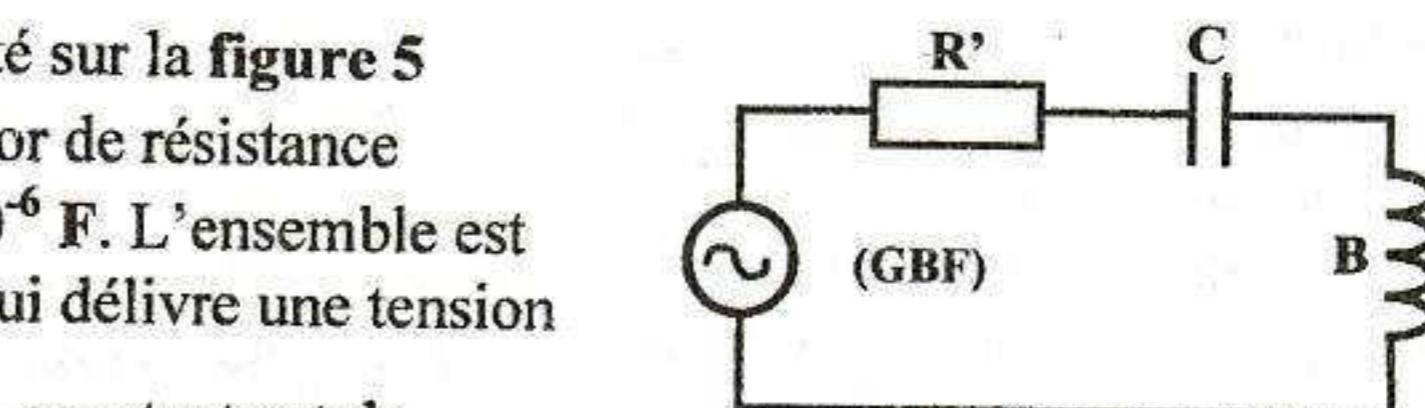


figure 5

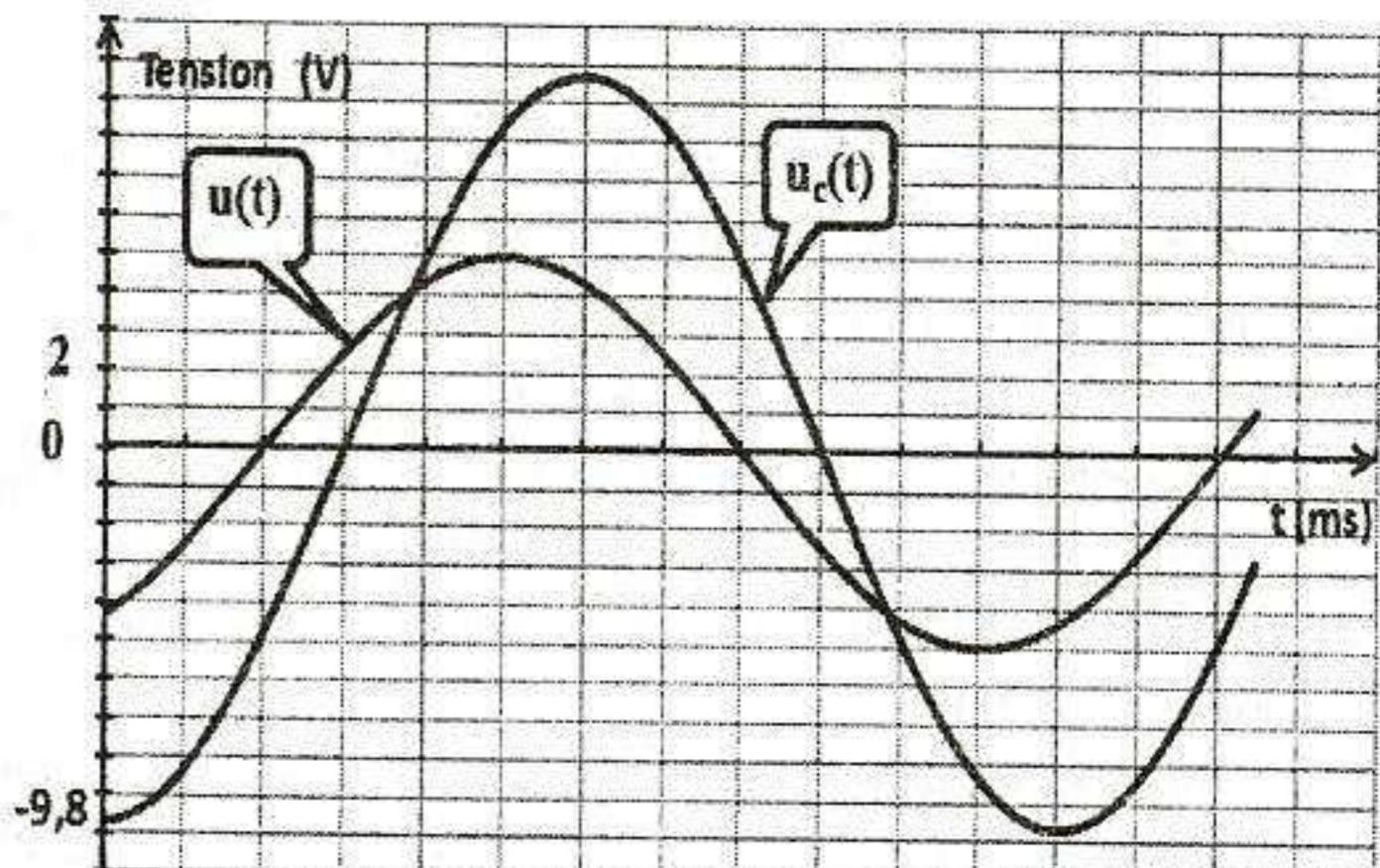


figure 6

déterminer la valeur de l'intensité maximale I_m .

En déduire la valeur de l'impédance Z du circuit.

c- Préciser, en le justifiant, si le circuit est capacitif, résistif ou inductif.

2- La **figure 7** de la page 5/5, à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, représente une construction de Fresnel inachevée des tensions correspondant au circuit étudié à la fréquence N_1 dont l'équation différentielle s'écrit : $(R'+r)i + \frac{1}{C} \int i \cdot dt + L \frac{di}{dt} = u(t)$.

Soient \overrightarrow{OA} , \overrightarrow{AB} , \overrightarrow{BC} et \overrightarrow{OC} les vecteurs de Fresnel associés respectivement, aux tensions

$$(R'+r)i, \frac{1}{C} \int i \cdot dt, L \frac{di}{dt}$$

a-Compléter la construction de Fresnel relative aux tensions maximales à l'échelle 1cm pour 1V.

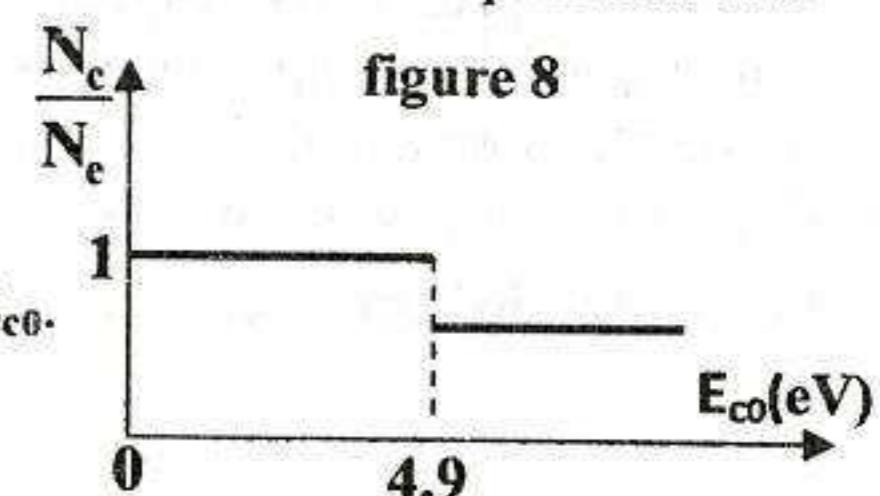
b-Déduire la valeur de d'inductance L de la bobine et celle de sa résistance r.

Exercice 2 (3 points)

On donne : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ et $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$.

L'expérience de Franck et Hertz consiste à bombarder des atomes de mercure dans leur état fondamental par un faisceau d'électrons. Le montage expérimental simplifié est constitué d'une enceinte, d'un canon à électrons et d'un analyseur. On désigne par N_e le nombre d'électrons émis par le canon pendant une seconde avec une énergie cinétique initiale E_{e0} et par N_c le nombre d'électrons qui arrivent à l'analyseur pendant une seconde et avec la même énergie cinétique E_{e0} .

La courbe de la **figure 8** traduit l'évolution du rapport $\frac{N_c}{N_e}$ en fonction de E_{e0} .



- 1- Interpréter les parties de la courbe qui correspondent respectivement aux énergies $E_{\text{co}} < 4,9 \text{ eV}$ et $E_{\text{co}} > 4,9 \text{ eV}$.
- 2-Préciser la conclusion tirée de l'expérience de Franck et Hertz.
- 3- Le schéma de la **figure 9** représente quelques niveaux n d'énergie de l'atome de mercure.
 - a- Préciser la valeur de n correspondant à l'état fondamental de l'atome de mercure et donner la valeur de son énergie.
 - b- En déduire la transition de l'atome de mercure au cours de l'expérience de Franck et Hertz.
 - c- Calculer la valeur de la longueur d'onde λ relative à cette transition.
- 4- L'atome de mercure est dans son état fondamental.
 - a-Déterminer la valeur limite de la fréquence ν_{limite} de la radiation incidente qui peut assurer l'ionisation de l'atome de mercure.
 - b-Parmi les deux radiations de fréquences respectives $\nu_1 = 2.10^{15} \text{ Hz}$ et $\nu_2 = 3.10^{15} \text{ Hz}$, préciser en le justifiant, celle qui convient pour ioniser l'atome de mercure.

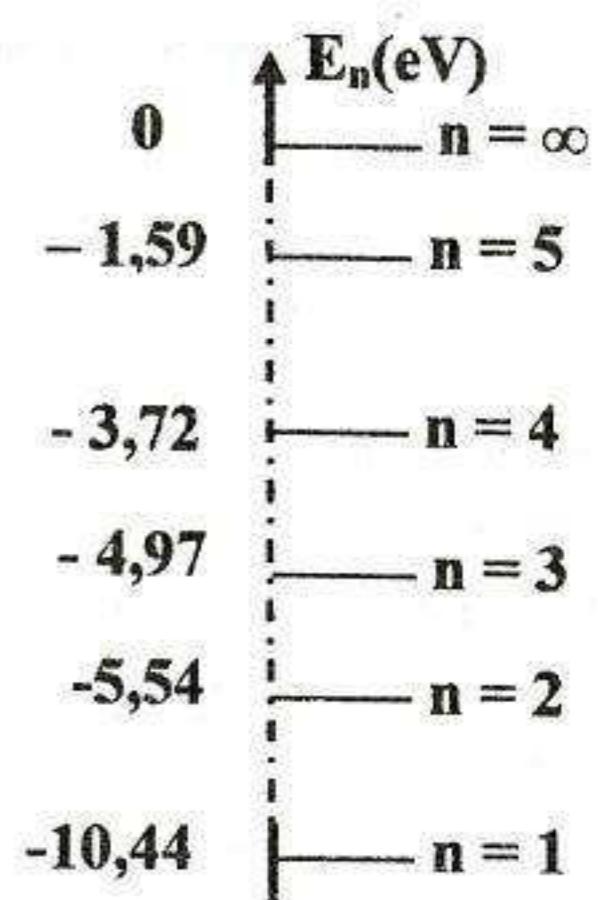


figure 9

Exercice 3 (2,5 points)**Etude d'un document scientifique****Le polonium : un métal redoutable**

« Le Polonium 210 ($^{210}_{84}\text{Po}$) est mille fois plus毒ique que le plutonium et un million de fois plus que le cyanure : un seul centième de milligramme suffit à tuer en quelques semaines un homme de poids moyen; une dose évidemment invisible à l'œil nu, indétectable par la police ou les douanes.

Le Polonium 210 émet une radiation de type alpha ($^{4}_{2}\text{He}$) qui peut être arrêtée par une simple feuille de papier, ou quelques centimètres d'air. Ce Polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours, il doit avoir été récemment fabriqué par irradiation (bombardement par un neutron) du bismuth dans un réacteur nucléaire. Après l'ingestion du poison, il passe de l'estomac dans la circulation sanguine. Chaque atome de Polonium est alors porteur d'un projectile alpha expulsé à grande vitesse : de quoi littéralement griller toutes les cellules de l'organisme, les globules rouges en premier, et causer une mort dite "multifactorielle". Ce redoutable métal est pourtant présent dans la nature, produit en permanence par la désintégration de l'uranium. »

Extrait tiré de : «Nouvel Observateur 11-17 Janvier 2007» D'après Fabien Gruhier par adaptation.

Questions :

- 1- Le texte évoque deux transformations permettant d'obtenir le polonium 210.
 - a- Indiquer ces deux transformations.
 - b- Préciser pour chacune d'elles si elle est spontanée ou provoquée.
- 2- En se référant au texte, préciser le type de la radioactivité du polonium 210 et écrire son équation nucléaire sachant que le noyau fils obtenu est le plomb (Pb).
- 3- Définir la période radioactive d'un radioélément et donner sa valeur pour $^{210}_{84}\text{Po}$.
- 4- Indiquer l'origine de la toxicité du $^{210}_{84}\text{Po}$, qui est considéré comme métal redoutable.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants
.....
.....

Épreuve : sciences physiques (sciences expérimentales)

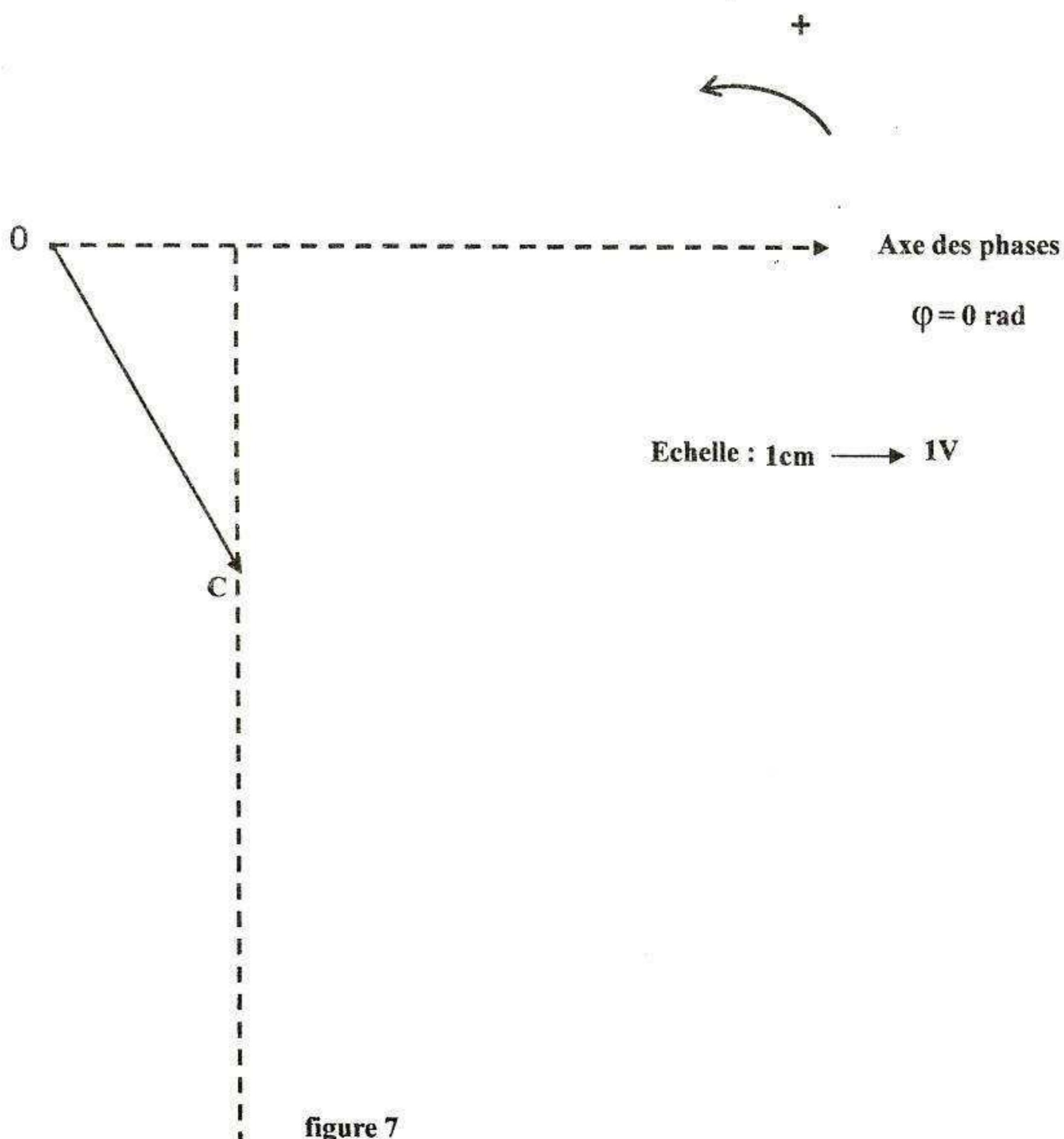
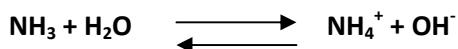
Page à remplir et à remettre avec la copie

figure 7

Chimie

Exercice 1

I-1-a- $[\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 10^{-14+pH} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ $[\text{OH}^-] \prec \text{C}$; l'ammoniac est une base faible.



1-b- $\tau_f = \frac{y_f}{y_{\text{Max}}} = \frac{[\text{NH}_4^+]}{C_1}$ en négligeant les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau on a :

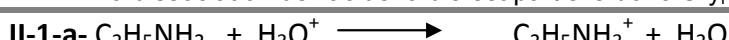
$$[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-], \text{ ce qui donne } \tau_f = \frac{[\text{OH}^-]}{C_1} = 3,98 \cdot 10^{-2}$$

2- la constante d'acidité $K_{\text{a}1}$

$$K_{\text{a}1} = \frac{K_e}{K_{\text{b}1}} = \frac{K_e \cdot [\text{NH}_3]}{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]} = \frac{(1 - \tau_f)K_e}{C_1 \tau_f^2} \quad \tau_f \text{ est négligeable devant 1,} \quad K_{\text{a}1} = \frac{K_e}{C_1 \tau_f^2} \quad K_{\text{a}1} = 6,3 \cdot 10^{-10}$$

Commentaires :

- Le taux d'avancement final ζ_f est le quotient de x_f par x_m , $\zeta_f = \frac{x_f}{x_m}$
si $\zeta_f=1$ la réaction est totale et si ζ_f est inférieure à 1 la réaction est limitée.
- La dissociation de l'acide faible est partielle donc $C-y_f>0$. $[\text{HO}]<\text{C}$



1-b- L'équivalence acido-basique est l'état d'un mélange obtenu lorsque les quantités de matière d'acide et de base sont en proportions stœchiométriques.

L'équivalence est atteinte quand $n_{(\text{base initiale})} = n_{(\text{acide ajouté})}$. Pour les deux dosages, on a $C_b V_b = C_a V_a$ d'où $V_{aE1} = V_{aE2} = 20 \text{ mL}$

c- $V_a = V_{aE}/2$; c'est la demi équivalence $\text{pH} = \text{pK}_a$

S_2 est une solution basique d'une base supposée faiblement dissociée.

2- a	Volume V_a (en mL) de (S_A)	0	10	
	Dosage de (S_1)	pH du mélange	10,6	9,2
	Dosage de (S_2)	pH du mélange	11,4	10,80

2-b concentrations égales $\text{pH}_{S1} < \text{pH}_{S2}$, alors la base éthanamine est plus forte que l'ammoniac

Exercice 2 Chimie

1-a- Fe | Fe^{2+} (C) || Cd^{2+} (0,1 mol.L⁻¹) | Cd

b-L'équation de la réaction associée à la pile $\text{Fe} + \text{Cd}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cd}$

$$2-a- E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Cd}^{2+}]} = E^0 - 0,03 \log \frac{C}{[\text{Cd}^{2+}]}$$

$$b- [\text{Fe}^{2+}] = [\text{Cd}^{2+}] = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}, E^0 = E = 0,04 \text{ V}$$

Suite exercice 2 chimie

c- $E^0 = E^0(Cd^{2+}/Cd) - E^0(Fe^{2+}/Fe) > 0$ d'où $E^0(Cd^{2+}/Cd) > E^0(Fe^{2+}/Fe)$ donc le couple (Fe^{2+}/Fe) est plus réducteur que (Cd^{2+}/Cd) .

3-a- $E_3 = 0,07V$. $V_{Fe} > 0$; Cd est la borne positive et Fe est la borne négative

b₁- les électrons se déplacent dans le circuit extérieur à la pile de l'électrode Fe vers l'électrode Cd



4-a- A l'équilibre, $E = 0$ et $K = e^{-E^0/RT} = 10^{E^0/0,03} = 21,54$

b- $C_1 + C_2 = C + C_0$ et $K = \frac{C_2}{C_1} \quad C_1 = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 0,105 \text{ mol.L}^{-1}$

Commentaires :

Un dispositif qui permet d'obtenir du courant électrique grâce à une réaction chimique spontanée est une "pile électrochimique"

Une pile électrochimique débite un courant parce qu'elle est le siège d'une réaction d'oxydoréduction spontanée. La force électromotrice E d'une pile est la différence de potentiel électrique, en circuit ouvert, entre la borne de droite de la pile et sa borne de gauche. Soit: $E = V_{BD} - V_{BG}$

Physique

Exercice 1

Expérience n°1:

1)

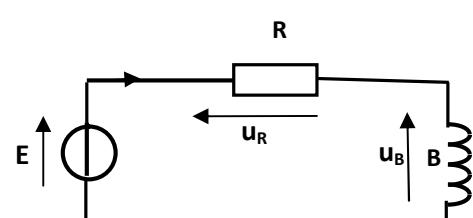
- $t \leq 5\text{ms}$, u_R varie au cours du temps : le régime est transitoire
- $t \geq 6\text{ms}$, u_R est constante : le régime est permanent

2)

a- La loi des mailles s'écrit : $u_R + u_B - E = 0$ donc $(R+r)i + L \frac{di}{dt} = E$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L} \quad (1)$$

b- On remplace $i = \frac{E}{R+r}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ et $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}e^{-\frac{t}{\tau}}$ dans l'équation (1), $\tau = \frac{L}{R+r}$



c- D'après la courbe $i(t)$:

$$c_1 - U_0 = 9V = RI_0; I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{9}{90} = 0,1 \text{ A}; I_0 = \frac{E}{R+r} = 0,1 \text{ A} \quad \text{d'où } r = \frac{E}{I_0} - R = 100 - 90 = 10\Omega$$

$$c_2 - \tau = \frac{L}{R+r} = 10^{-3} \text{ s} \text{ alors } L = \tau \cdot (R+r) = 0,1 \text{ H.}$$

Commentaires: Pour l'établissement de l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle d'une grandeur électrique dans un circuit série, les éléments de réponse exigibles sont:

- Schéma du circuit série,
 - Représentation du sens positif du courant,
 - Représentation des tensions le long du circuit,
- Ecriture de l'équation traduisant la loi des mailles ($u = u_R + u_L$)

- Déduction de l'équation différentielle.

La réponse d'un dipôle RL en courant est constituée de deux régimes : un régime transitoire au cours duquel l'intensité augmente en exponentielle à partir de la valeur zéro en tendant vers la valeur

$$I_0 = \frac{E}{R_{\text{total}}} \text{ et un régime permanent caractérisé par un courant continu d'intensité } I_0.$$

La constante de temps τ est une grandeur caractéristique du dipôle RL, elle renseigne sur le retard avec lequel s'établit le régime permanent ou la rupture du courant dans le dipôle. τ ayant la dimension d'un temps, elle s'exprime en seconde.

Le régime permanent intervient dès que le régime transitoire est considéré comme terminé. En régime permanent: les grandeurs physiques telles que la tension u sont indépendantes du temps $\frac{du}{dt} = 0$

. Expérience n°2:

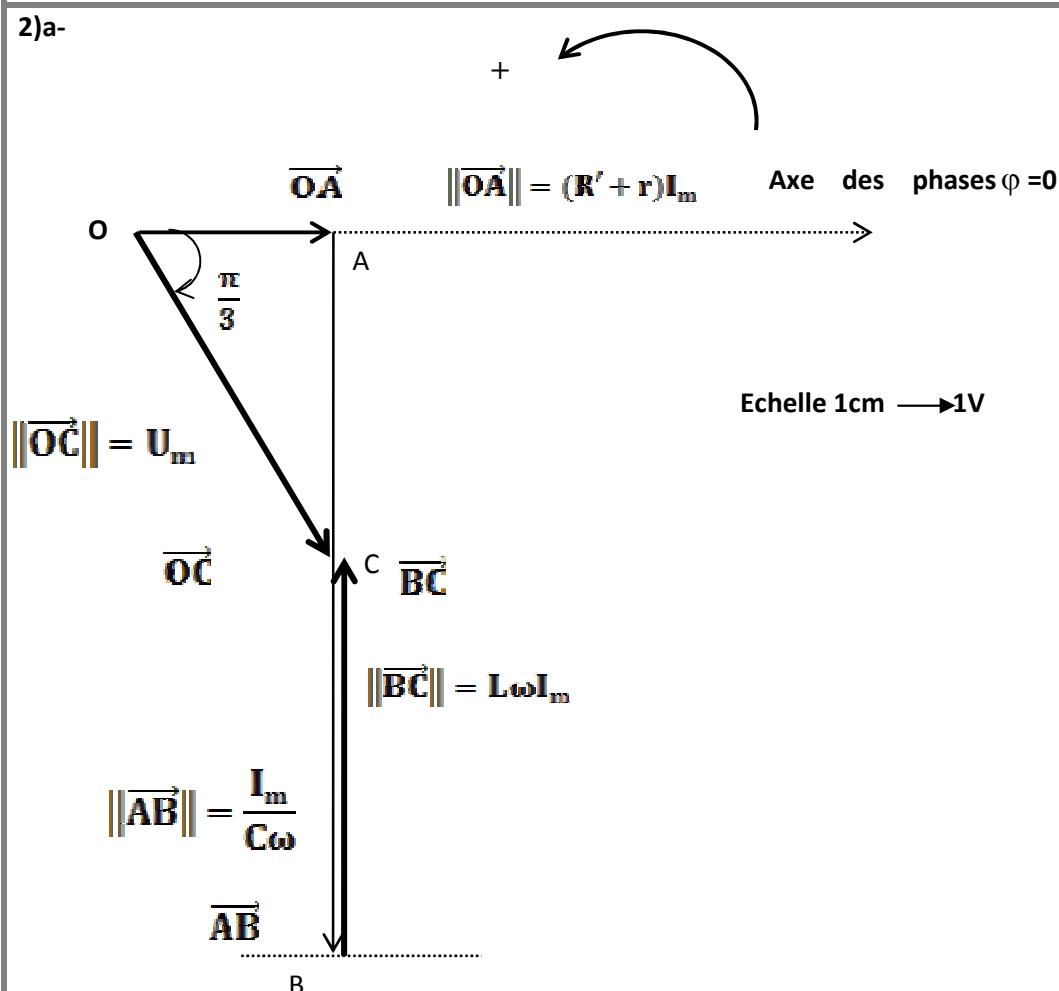
$$1)a \quad a_1 - \Delta\phi = \phi_u - \phi_{uc} = \frac{2\pi}{T} \Delta t = 2\pi \frac{1}{12} = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

$$a_2 - \phi_{uc} = \phi_u - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$b- I_m = 2\pi N_1 C U_{cm} ; I_m = 0,05 \text{ A} ; Z = \frac{U_m}{I_m} = 100 \Omega$$

$$c- \phi_u - \phi_i = -\frac{\pi}{3} \text{ et par suite } \phi_u < \phi_i \text{ le circuit est capacitif}$$

2)a-



b- $\|\overrightarrow{BC}\| = 5,4 \text{ cm}$ donc
 $L\omega I_m = 5,4 \text{ V}$ par conséquent
 $L = \frac{5,4}{2\pi \cdot 173 \cdot 0,05} \approx 0,1 \text{ H}$

Soit \overrightarrow{OA} le vecteur associé à la tension aux bornes de R' et $\overrightarrow{AA'}$ le vecteur associé à la tension rI_m . $\|\overrightarrow{OA}\| = 2 \text{ cm}$, par suite $\|\overrightarrow{AA'}\| = 0,5 \text{ cm}$:
 $rI_m = 0,5 \text{ V}$
donc $r = \frac{0,5}{0,05} = 10 \Omega$

Exercice 2

PHYSIQUE

- 1- $*E_{c0} < 4,9 \text{ eV}$: tous les électrons émis par le canon arrivent à l'analyseur avec leur énergie cinétique initiale. Les chocs qui se produisent avec les atomes de mercure sont élastiques : pas de perte d'énergie.
 $*E_{c0} > 4,9 \text{ eV}$: certains électrons émis par le canon n'arrivent pas à l'analyseur avec l'énergie E_{c0} , ces électrons entrent en collision avec les atomes de mercure et leur cèdent une partie de leur énergie.

2- L'énergie de l'atome de mercure est quantifiée.

3- a- l'état fondamental de l'atome de mercure correspond à $n=1$; $E_1 = -10,44 \text{ eV}$.

b- la transition de l'atome de mercure correspond à son passage de l'état fondamental d'énergie E_1 vers l'état d'énergie $E_2 = -5,54 \text{ eV}$ avec $\Delta E = E_2 - E_1 = 4,9 \text{ eV}$

c- $\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$ d'où $\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 2,53 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

4- a- L'énergie juste nécessaire à l'ionisation de l'atome de mercure $W_{\text{lim}} = E_{\infty} - E_1 = 0 - E_1 = h\nu_{\text{lim}}$

$$\nu_{\text{lim}} = -\frac{E_1}{h} = 2,52 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

b- $\nu_1 \prec \nu_{\text{limite}}$; il n'y a pas d'ionisation

$\nu_2 \succ \nu_{\text{limite}}$ il y a ionisation.

Exercice 3

PHYSIQUE

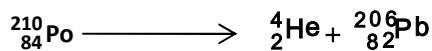
1-a- Par bombardement du Bismuth par un neutron ;

Par désintégration de l'uranium.

b- Par bombardement du Bismuth par un neutron : réaction nucléaire provoquée

Par désintégration de l'uranium : réaction nucléaire spontanée

2- le polonium 210 émet une radioactivité de type α



3- la période est la durée T au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents diminue de moitié, $T = 138$ jours

4- Chaque atome de Polonium est alors porteur d'un projectile alpha expulsé à grande vitesse.

Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED

Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie.

CHIMIE (9 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à 25°C , température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

Exercice 1 (5 points)

On considère une solution (S_1) d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, de concentration initiale $C_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH} = \text{pH}_1$. Le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans (S_1) est $\tau_f = 9 \cdot 10^{-3}$ et le $\text{pK}_{\text{a}}(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = \text{pK}_{\text{a}1}$.

1-a- Montrer que $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ est un acide faible. Ecrire l'équation de sa réaction chimique avec l'eau.

b- Etablir en fonction de τ_f et de C_1 , l'expression de pH_1 et celle de $\text{pK}_{\text{a}1}$, en précisant à chaque fois l'approximation nécessaire.

c- Calculer pH_1 et vérifier que $\text{pK}_{\text{a}1} = 4,75$.

2- A partir d'un volume V_1 de (S_1), on réalise une dilution, par l'ajout d'un volume V_e d'eau pure de façon que l'acide éthanoïque reste faiblement dissocié. La solution (S) obtenue est de concentration C et de volume V .

a- Montrer que le taux d'avancement final τ_f de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans (S) s'écrit : $\tau_f = \tau_{f1} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{C}}$.

b- Sachant que le pH de la solution (S) est donné par l'expression: $\text{pH}_S = \text{pH}_1 + \frac{1}{2} \cdot \log \left(\frac{C_1}{C} \right)$, calculer pH_S et τ_f quand le volume d'eau ajoutée est $V_e = 3V_1$.

c- Préciser l'effet de cette dilution sur :

- c₁- la constante d'acidité $\text{K}_{\text{a}1}$ du couple $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} / \text{CH}_3\text{CO}_2^-$;
- c₂- le pH de la solution.

3- On dispose d'une solution aqueuse (S_2), d'acide méthanoïque HCO_2H faiblement dissocié dans l'eau, de concentration molaire initiale $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et ayant un $\text{pH}_{S2} = \text{pH}_2 = 2,37$.

a- Vérifier que le $\text{pK}_{\text{a}2}$ du couple $\text{HCO}_2\text{H} / \text{HCO}_2^-$ est égal à 3,75.

b- Comparer les forces de l'acide éthanoïque et de l'acide méthanoïque.

Exercice 2 (4 points)

Les formules des composés organiques (A), (B), (C) et (D) sont données dans le tableau ci-dessous.

Composé	(A)	(B)	(C)	(D)
Formule				$\text{R}'\text{-NH}_2$

- PHYSIQUE CHIMIE**
- Donner la fonction chimique de chacun des composés (A), (B), (C) et (D).
 - On fait réagir une mole de (B) avec deux moles de (D), on obtient le composé (A) et un sel.
 - Ecrire l'équation de la réaction chimique entre (B) et (D) et identifier les groupes alkyles (R) et (R').
 - Citer deux caractères de cette réaction.
 - On réalise séparément deux réactions chimiques (r_1) et (r_2) permettant d'obtenir le composé (C) à partir du composé (B). Ecrire, en formules semi-développées, les deux équations E_1 et E_2 qui correspondent respectivement à (r_1) et (r_2). Sachant que l'un des deux produits de (r_1) est NaCl et l'un des deux produits de (r_2) est HCl .
 - L'action du méthanol CH_3OH sur le composé (C) donne, entre autres un ester (E).
 - Ecrire, en formules semi-développées, l'équation de la réaction.
 - Justifier l'intérêt pratique de la synthèse de (E).

Physique (11 points)

Exercice 1 (5 points)

On dispose au laboratoire d'un :

- * condensateur de capacité C initialement déchargé;
- * résistor de résistance $R = 250 \Omega$;
- * générateur G_1 de tension idéal de fem $E = 6 \text{ V}$;
- * dipôle D de nature inconnue;
- * interrupteur K ;
- * oscilloscope bicourbe;
- * générateur basse fréquence GBF délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude constante U_m et de fréquence N réglable.

I- Dans une première expérience et pour visualiser la tension électrique instantanée u_{BM} aux bornes du résistor, on réalise le montage de la **figure 1**. On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$ et on relie le point B du circuit à la voie Y_B de l'oscilloscope et le point M à la masse. L'évolution de u_{BM} en fonction du temps est représentée sur la **figure 2**.

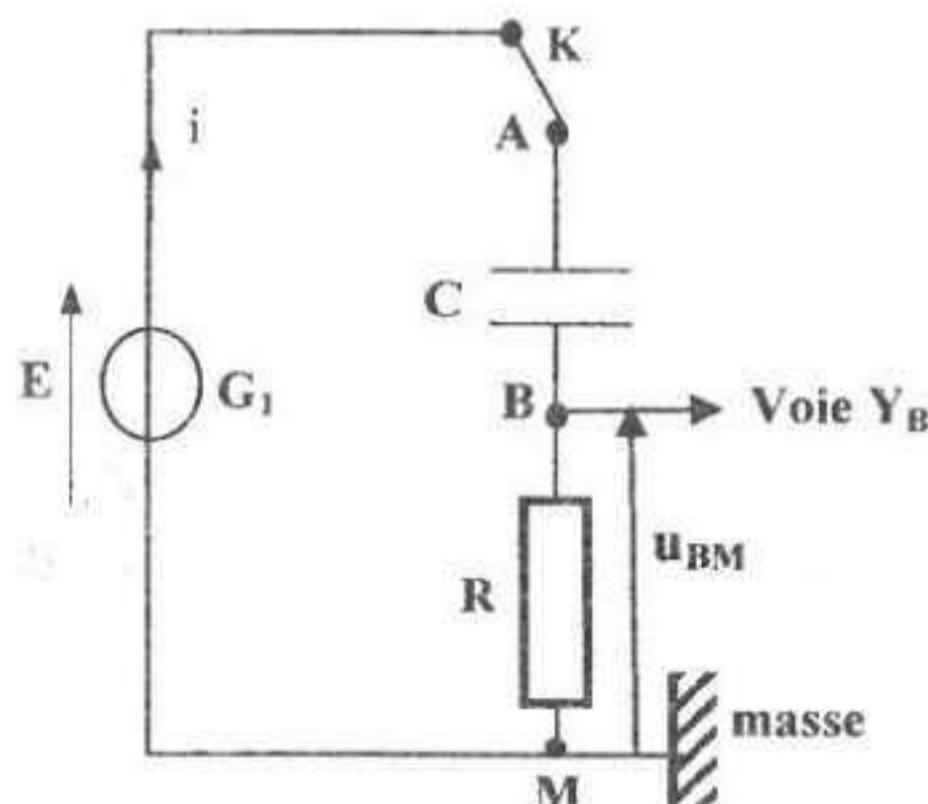


figure 1

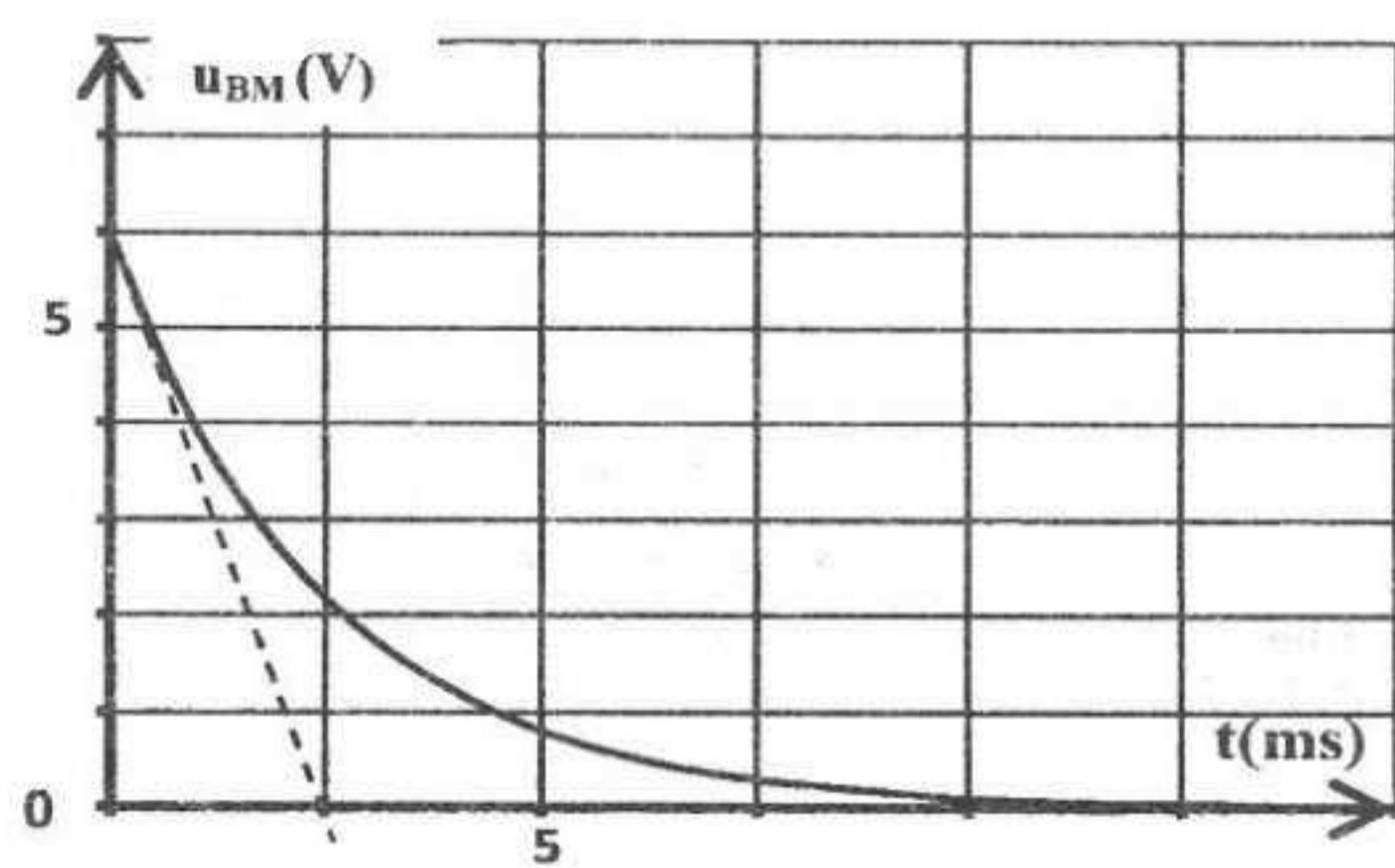


figure 2

- a- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q du condensateur au cours du temps.
- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R = u_{BM}$ au cours du temps peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R = 0$; avec $\tau = RC$.
- On admet que la solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = \beta e^{-\alpha t}$. Exprimer β et α en fonction de E , R et C .

3-a- Déterminer graphiquement la valeur de τ .

b- En déduire la valeur de la capacité C .

II- Dans une deuxième expérience, on réalise le montage de la **figure 3** dans lequel on remplace le condensateur C par le dipôle D et le générateur G_1 par le générateur basse fréquence **GBF**.

On relie le point **A** du circuit à la voie Y_A et le point **B** à la voie Y_B de l'oscilloscope. On obtient alors les oscillosogrammes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la **figure 4**, représentant respectivement, les variations des tensions $u_{AM}(t)$ aux bornes de **GBF** et $u_{BM}(t)$ aux bornes de résistor R .

Les sensibilités horizontale S_H et verticale S_V sont : $S_H = 2,5 \text{ ms/div}$ et $S_V = 2 \text{ V/div}$.

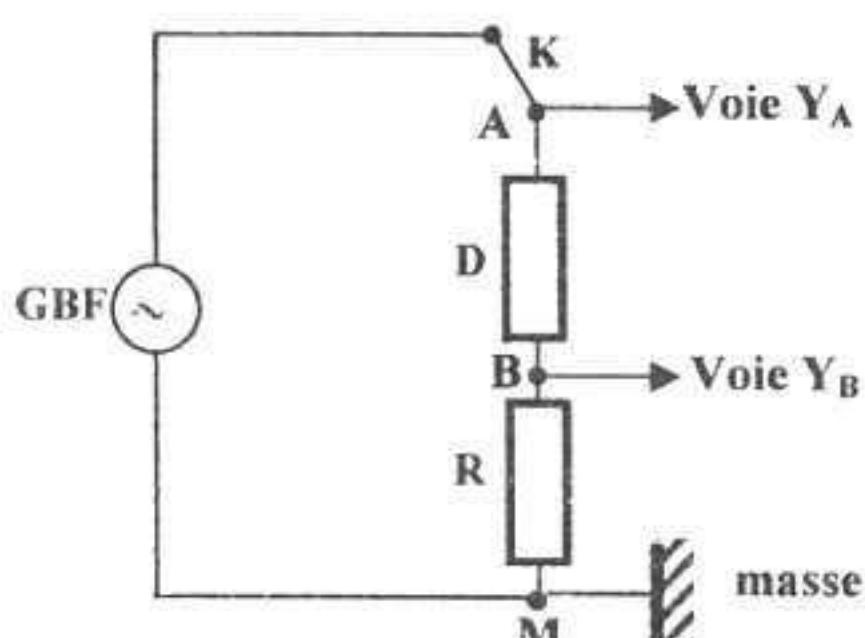


figure 3

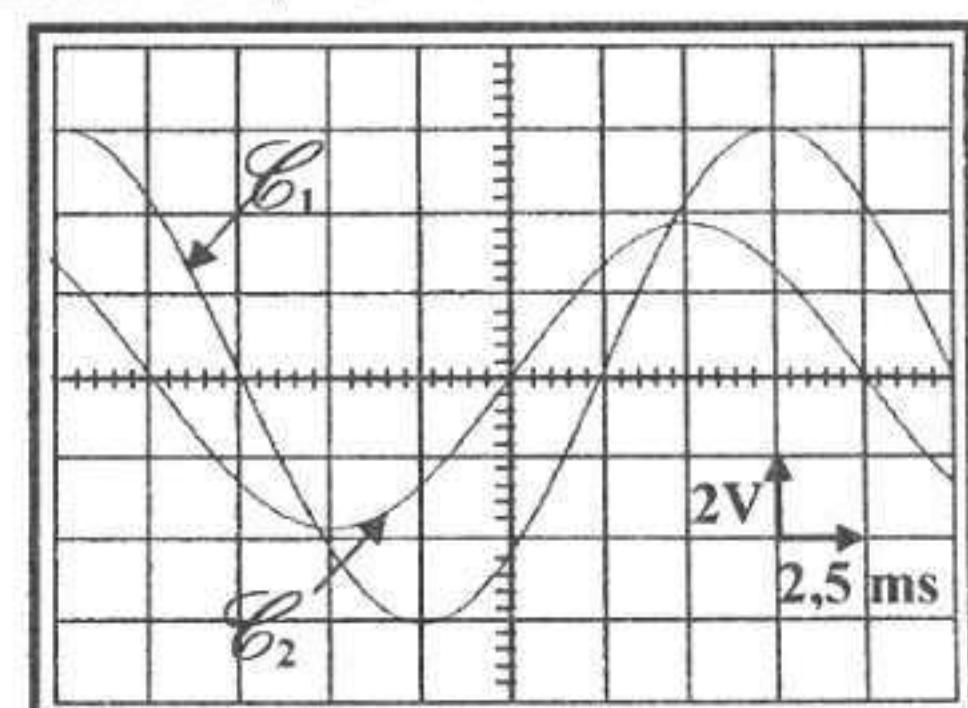


figure 4

1-En exploitant les oscillosogrammes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 , déterminer :

- la fréquence N de la tension sinusoïdale délivrée par le **GBF**;
- l'amplitude $(U_{AM})_{max}$ de la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du **GBF**;
- le déphasage $\Delta\phi = (\phi_{u_{AM}} - \phi_i)$ de la tension $u_{AM}(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$ du courant électrique.

2- Afin d'identifier la nature du dipôle D , on propose les hypothèses **H_i** suivantes :

- * **H₁** : le dipôle D est un résistor de résistance R' ;
- * **H₂** : le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance nulle en série avec un condensateur de capacité C' ;
- * **H₃** : le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance r en série avec un condensateur de capacité C' .

Sans faire de calcul, préciser, en le justifiant, que l'hypothèse **H₁** est non valable.

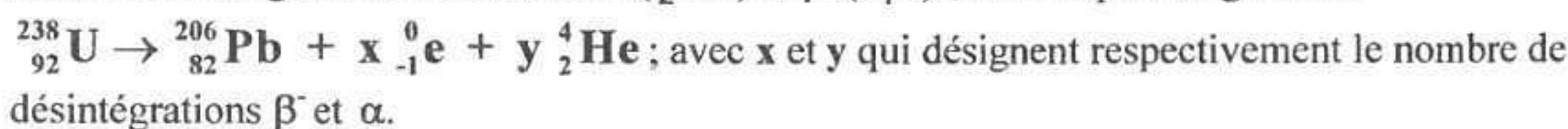
3- On fait varier la fréquence N et on relève à chaque fois la valeur maximale de l'intensité I_m du courant électrique.

Pour une fréquence $N_1 = 159,23 \text{ Hz}$, on constate que I_m prend la valeur maximale I_{m0} égale à $20,9 \text{ mA}$.

- Confirmer que le dipôle D est formé par l'association en série d'une bobine d'inductance L et de résistance r en série avec un condensateur de capacité C' .
- En déduire la valeur de r .
- Déterminer C' sachant que $L = 0,1 \text{ H}$.

Exercice 2 : (3,5 points)

Le noyau d'uranium ^{238}U , naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb ^{206}Pb stable, par une série de désintégrations successives α ($^{4}_2\text{He}$) et β^- ($^{0}_{-1}\text{e}$) selon l'équation globale :



1- Déterminer, en le justifiant les nombres x et y .

2- La courbe de la **figure 5** de la page 5/5 (feuille annexe), traduit l'évolution au cours du temps, du nombre N_U de noyaux d'uranium 238 restant dans l'échantillon d'une roche ancienne noté : $N_U(t) = N_U(0) e^{-\lambda t}$, avec $N_U(0)$ le nombre de noyaux d'uranium à l'instant $t_0 = 0$ et λ la constante radioactive.

- PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE**
- a- Définir la période radioactive T d'un radioélément.
b- A partir de la courbe, donner la valeur de T de l'uranium 238. En déduire sa constante radioactive λ .
3- A l'instant d'étude t_1 , la roche ancienne, renferme un nombre de noyaux de plomb 206 noté $N_{\text{Pb}}(t_1) = 2,5 \cdot 10^{12}$. Sachant qu'à l'instant $t_0 = 0$, $N_{\text{Pb}}(t_0) = 0$.
- a- Montrer que l'évolution du nombre $N_{\text{Pb}}(t)$ de noyaux de plomb présents à l'instant t dans l'échantillon de la roche ancienne au cours du temps, a pour expression: $N_{\text{Pb}}(t) = N_U(0)(1 - e^{-\lambda t})$.
b- Représenter sur la **figure 5** de la page 5/5, de la feuille annexe à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie, l'allure de la courbe qui traduit l'évolution du nombre de noyaux de plomb au cours du temps.
c- Calculer l'âge de la Terre, sachant qu'elle présente le même âge que l'échantillon.

Exercice 3 (2,5 points) « Etude d'un document scientifique »

Les représentations de Huygens et la découverte de Fresnel

Christian HUYGENS (1629-1695) donne à la lumière un caractère ondulatoire par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et à la propagation du son dans l'air.

Pour Huygens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants:

- « le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther» ;
- « la lumière s'étend dans toutes les directions et, quand elle vient de différents endroits, même de sens opposés, les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans se perturber » ;
- « la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne se fait pas par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous ainsi qu'une balle ou une flèche traverse l'air ».

Augustin Fresnel (1788-1827) s'attaque au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière. Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffractions. Il perce un petit trou dans une plaque de cuivre. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentre les rayons solaires sur un fil de fer.

D'après la revue « Sciences et Vie ».

- 1- A partir du texte :
 - associer chaque onde mentionnée à son milieu propagateur correspondant.
 - relever deux propriétés de ces ondes.
- 2- En réalité, les ondes mécaniques, telles que le son et les ondes à la surface de l'eau, nécessitent un milieu matériel pour se propager, tandis que les ondes lumineuses peuvent se propager même dans le vide. Préciser l'erreur commise par Huygens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques.
- 3- Indiquer l'expérience sur laquelle se base Fresnel pour justifier le caractère ondulatoire de la lumière.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

Epreuve : sciences physiques (sciences expérimentales)

Page à remplir et à remettre avec la copie

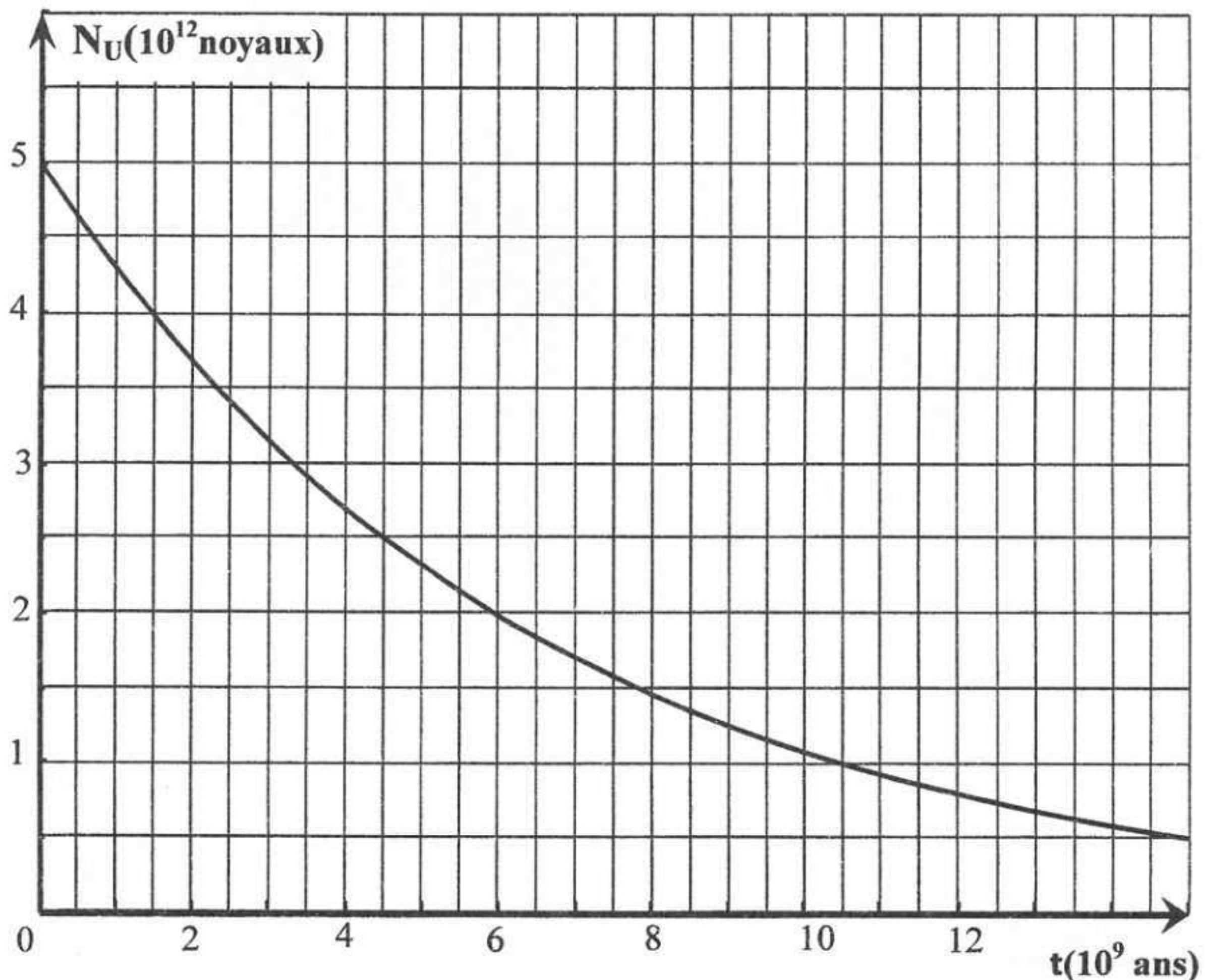


figure 5

Exercice 1

Chimie

1-a- $\tau_{f1}=0,910^{-2} < 1$ donc l'acide éthanoïque est faible, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

b- $\tau_{f1} = \frac{\text{nombre de moles d'acide transformé}}{\text{nombre de moles initialement introduit}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C_1}$ or $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eau}} + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{acide}} = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$ or les ions OH^- et H_3O^+ provenant de l'eau sont négligeables donc $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \tau_{f1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_1} = \frac{10^{-\text{pH}_1}}{C_1}$

$\tau_{f1} = \frac{10^{-\text{pH}_1}}{C_1}$ ce qui donne $\text{pH}_1 = -\log(\tau_{f1} \cdot C_1)$ $K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_1 - \tau_{f1}} = \frac{C_1 \cdot \tau_{f1}^2}{1 - \tau_{f1}}$ or $\tau_{f1} \ll 1$; on a $K_{a1} = C_1 \tau_{f1}^2$

p $K_{a1} = -\log(C_1 \tau_{f1}^2)$

c- $\text{pH}_1 = 2,74$, $\text{pK}_{a1} = 4,75$

2a- $K_{a1} = C_1 \tau_{f1}^2 = C \tau_f^2$ (après dilution l'acide reste faiblement dissocié) $\Rightarrow \tau_f^2 = \frac{C_1 \cdot \tau_{f1}^2}{C}$, d'où $\tau_f = \tau_{f1} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{C}}$

b- * $n(\text{acide éthanoïque avant dilution}) = n(\text{acide éthanoïque après dilution})$, $C_1 V_1 = C(V_1 + V_e) = 4 C V_1 \Rightarrow \frac{C_1}{C} = 4$

$\Rightarrow \text{pH}_s = \text{pH}_1 + \frac{1}{2} \log \left(\frac{C_1}{C} \right) = \text{pH}_1 + \frac{1}{2} \log(4) = 2,74 + 0,3 = 3,04$. * $\tau_f = \tau_{f1} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{C}} = 0,9 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{4} = 1,8 \cdot 10^{-2}$

c- c₁ - Une addition d'eau n'a aucune influence sur la valeur de la constante d'acidité K_{a1} du couple .
c₂ - $\text{pH}_1 = 2,74$ et $\text{pH}_s = 3,04$, la dilution a pour effet une augmentation du pH.

3)a- $\tau_{f2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_2} = \frac{10^{-\text{pH}_2}}{C_2} = 4,26 \cdot 10^{-2}$; $K_{a2} = C_2 \tau_{f2}^2 = 0,1 \cdot (4,26) \cdot 2 \cdot 10^{-4} = 18,19 \cdot 10^{-5}$, d'où $\text{pK}_{a2} = 3,75$

b- * $\text{pK}_{a2} < \text{pK}_{a1}$ HCO_2H est un acide est plus fort que $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$. On peut répondre à cette question en comparant les valeurs de τ_f et τ_{f1} pour déduire l'acide le plus fort.

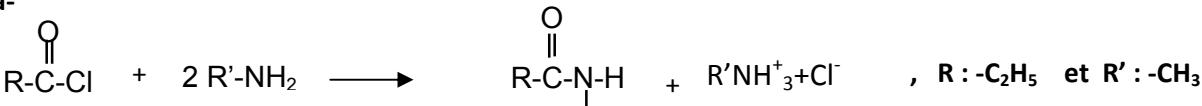
Exercice 2

Chimie

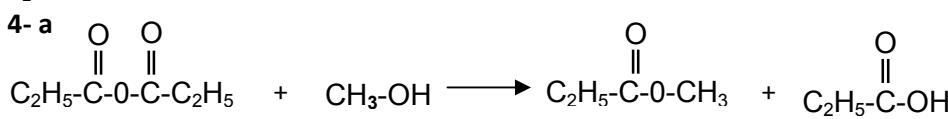
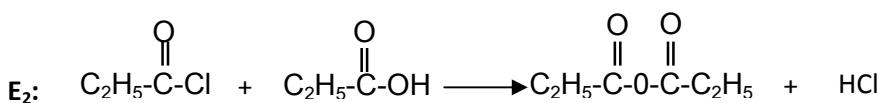
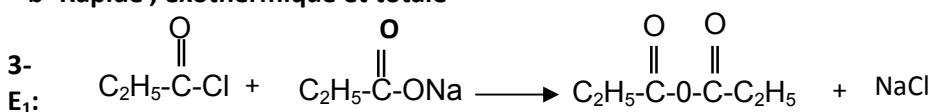
1-

Composé	A O	B	C	D
fonction	Amide	Chlorure d'acyle	Anhydride d'acide	amine

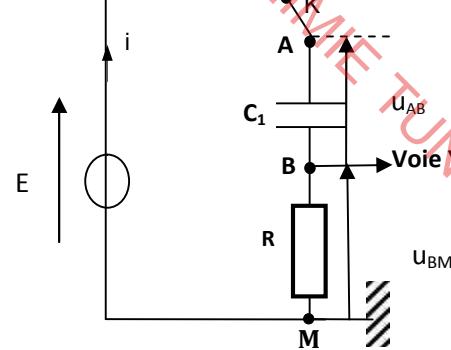
2-a-



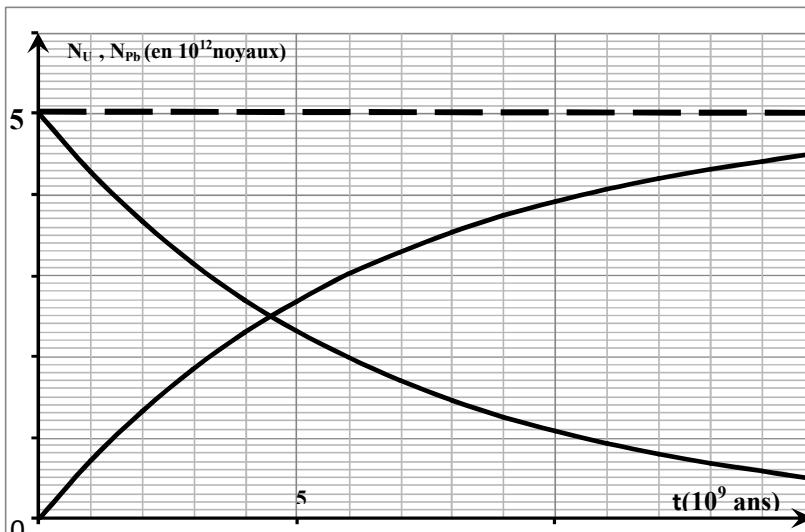
b- Rapide, exothermique et totale



b- Cette synthèse est rapide et totale

Exercice 1	Physique
<p>I-1-a La loi des mailles s'écrit $u_{AB} + u_{BM} - E = 0$ donc $\frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = E$</p> <p>b- $R \frac{dq}{dt} = u_R$ $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} = 0$ alors $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \frac{u_R}{R} = 0$ avec $\tau = RC$</p> <p>2- $u_R(t) = \beta \cdot e^{-\alpha t}$ on a $\frac{du_R}{dt} = -\alpha \beta e^{-\alpha t}$ on remplace dans l'équation différentielle (1) on trouve $\beta = E$ et $\alpha = \frac{1}{\tau}$</p> <p>3-a- graphiquement $\tau = 2,5 \cdot 10^{-3} s$ b- comme $\tau = RC$ donc $C = 10 \cdot 10^{-6} F$</p> <p>II- 1-a- $T = 20 \cdot 10^{-3} s$ $N = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$</p> <p>b- $U_{AM\max} = 6V$</p> <p>c- $\Delta \phi = \phi_{u_{AM}} - \phi_i = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$</p>	
<p>2-Les deux courbes de la figure 4 ne sont pas en phase, et par suite le dipôle D ne peut pas être un résistor donc H_1 est non valable.</p> <p>3-a- Si le dipôle D est une bobine d'inductance L et de résistance interne nulle en série avec un Condensateur de capacité C alors l'intensité maximale sera $I_{mo} = \frac{U_{AM\max}}{R} = 24 \text{ mA}$ qui est différente de 20,9mA et par suite le dipôle D ne peut être que l'association d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r en série avec un condensateur de capacité C'.</p> <p>b- $I_{mo} = \frac{U_{AM\max}}{R + r}$ donc $r = 37 \Omega$</p> <p>c- A la résonance d'intensité $N_1 = N_0$; $C' = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$, $C' = 10 \cdot 10^{-6} F$.</p>	
Exercice 2	Physique
<p>1) $^{238}_{92} U \rightarrow ^{206}_{82} Pb + x ^0_{-1} e + y ^4_2 He$</p> <p>D'après le principe de conservation du nombre de masse : $238 = 206 + 4y$ donc $y = 8$. D'après le principe de conservation du nombre de charge : $92 = 82 - x + 2y$ donc $x = 6$</p> <p>2- a- La période T d'un radioélément est la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents diminue de moitié.</p> <p>b- $T = 4,5 \cdot 10^9 \text{ ans}$ $\lambda = \frac{\ln(2)}{T} = \frac{0,693}{4,5 \cdot 10^9} = 1,54 \cdot 10^{-10} \text{ ans}^{-1}$</p> <p>3- a- A $t = 0$ on a $N_u(0) = N_0$ et $N_{Pb}(0) = 0$ à chaque instant t on a $N_u(t) + N_{Pb}(t) = N_u(0) = N_0$ (la conservation du nombre de noyaux initial) $\Rightarrow N_{Pb}(t) = N_0 - N_u(t) = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0(1 - e^{-\lambda t})$</p>	

b-



c- Puisque à l'instant t_1 le nombre de noyaux de plomb 206 présents dans l'échantillon de roche ancienne est égal à $2,5 \cdot 10^{12}$ noyaux, donc cet instant est égal à la période T et vue que l'âge de cette roche est le même que celui de la terre donc l'âge de la terre vaut environ 4,5 milliards d'années.

Exercice 3

Physique

1- a- des ondes à la surface de l'eau : milieu propagateur eau

- du son : milieu propagateur air.
- la lumière : milieu propagateur éther.

b- la propagation ne se fait pas par transport de la matière.

- les ondes se traversent l'une l'autre sans se perturber.

2- Selon Huygens la lumière nécessite un milieu propagateur « éther » pour se propager. En réalité la lumière n'a pas besoin d'un milieu propagateur pour se propager.

3- l'expérience est celle de la diffraction.

Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED

Le sujet comporte 05 pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5. La page 5/5 est à rendre avec la copie.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (5 points)

Données :

- * Toutes les expériences sont faites à la même température supposée constante et égale à 25°C, température à laquelle $pK_a = 14$.
- * On néglige dans tout ce qui suit les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.
- * Une monobase B est considérée faiblement ionisée dans l'eau, si le taux d'avancement final τ_f de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à $5 \cdot 10^{-2}$.

Partie I

Pour préparer trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire $C_0 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$,

on dissout respectivement trois monobases B_1 , B_2 et B_3 dans l'eau pure. Les résultats de la mesure du pH de chacune des solutions préparées sont consignés dans le tableau ci-contre.

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_3)
pH	11,4	11,1	13,0

1) Montrer que B_1 et B_2 sont deux bases faibles alors que B_3 est une base forte.

2) La mesure du pH au cours de la dilution de (S_1) pour des valeurs de la concentration C allant de $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ à $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, a permis de tracer la courbe C_1 de la figure 1.

a – En utilisant l'expression de τ_f , que l'on établira, vérifier que la base B_1 est faiblement ionisée dans l'eau.

b – En précisant les approximations utilisées, établir la relation qui lie pH à $\log C$ et montrer qu'elle s'écrit sous la forme $\text{pH} = b + a \log C$.

Identifier a et b.

c – Calculer la valeur de pK_a du couple B_1H^+/B_1 .

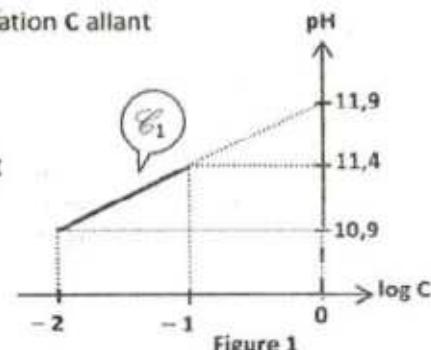


Figure 1

Partie II

A un même volume $V_{B2} = 10 \text{ mL}$ de (S_2) et $V_{B3} = 10 \text{ mL}$ de (S_3), on ajoute progressivement et séparément une solution d'acide nitrique HNO_3 (acide fort) de concentration molaire C_A . La mesure du pH, après chaque ajout d'un volume V_A de la solution acide, a permis de tracer dans chaque cas, la courbe $\text{pH} = f(V_A)$.

Les courbes C_2 et C_3 obtenues sont représentées sur la figure 2.

1) a – Identifier la courbe C_3 qui correspond à l'évolution du pH du mélange réactionnel entre (S_3) et la solution d'acide nitrique.

b – Définir l'équivalence acido-basique et déduire la valeur de C_A .

2) a – En exploitant la courbe C_2 , déterminer la valeur de pK_a du couple B_2H^+/B_2 et vérifier que B_2 est une base plus faible que B_1 .

b – Ecrire l'équation de la réaction entre B_2 et l'acide nitrique.

Montrer que cette réaction est pratiquement totale.

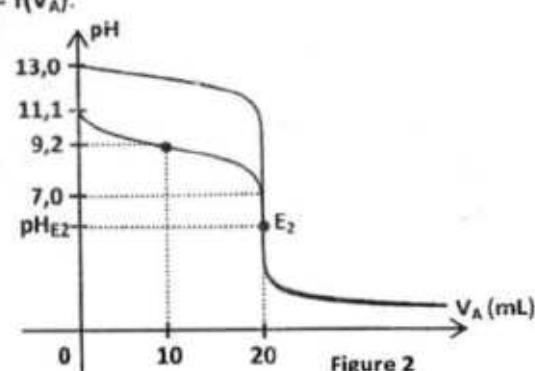


Figure 2

3) a – Montrer, sans faire de calcul, que la solution obtenue à l'équivalence au point E_2 est acide.

b – Calculer pH_{E2} du mélange obtenu à l'équivalence sachant que le pH dans ces conditions s'écrit :

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_{a2} - \log C) ; \text{ où } C \text{ est la concentration de l'acide } B_2H^+ \text{ à l'équivalence.}$$

Exercice 2 (4 points)

Dans tout l'exercice, on suppose que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et égal à $0,1 \text{ L}$ et qu'aucune des deux électrodes ne disparaît durant le fonctionnement de la pile.
On réalise à 25°C , une pile (P) symbolisée par : $\text{Cd} \mid \text{Cd}^{2+}(\text{C}_1) \parallel \text{Fe}^{2+}(\text{C}_2) \mid \text{Fe}$.

Partie I

- 1) Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P).
- 2) Donner l'expression de la force électromotrice E de (P) en fonction de sa force électromotrice standard E° et des concentrations C_1 et C_2 .
- 3) Un voltmètre, branché aux bornes de (P), permet de mesurer E pour différentes valeurs de C_1 et de C_2 .
Pour $\text{C}_1 = 10 \text{ C}_2$, on trouve $E = -0,07\text{V}$. Déterminer :
 - a - la force électromotrice standard E° de la pile (P);
 - b - le potentiel standard d'électrode du couple Cd^{2+}/Cd , sachant que celui du couple Fe^{2+}/Fe est $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V}$, puis comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu ;
 - c - la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile.

Partie II

On réalise maintenant un circuit électrique comportant la pile (P), un ampèremètre, un résistor et un interrupteur associés tous en série. Les concentrations molaires initiales en ions Cd^{2+} et Fe^{2+} dans les solutions utilisées dans (P) sont respectivement $\text{C}_{01} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et C_{02} .

A la fermeture du circuit, on constate qu'un courant électrique circule dans le circuit extérieur de la lame de cadmium vers la lame de fer.

- 1) a - Préciser, en justifiant la réponse, la borne négative de la pile.
b - Ecrire les équations des transformations chimiques qui se produisent au niveau de chacune des électrodes de la pile. En déduire l'équation de la réaction spontanée.
- 2) Après un certain temps de fonctionnement, la pile ne débite plus de courant. La concentration en ions Cd^{2+} est C'_1 et celle en ions Fe^{2+} est C'_2 . Sachant que l'avancement final est $x_f = 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$:
 - a - calculer les concentrations C'_1 et C'_2 et en déduire C_{02} ;
 - b - calculer la fem initiale E_i de la pile à la fermeture du circuit ;
 - c - prévoir, en le justifiant, le signe de la force électromotrice E de la pile si on provoque une perturbation dans le compartiment contenant la lame de fer dans les deux cas suivants :
 - * la dissolution de quelques cristaux d'un sel de fer II ;
 - * l'ajout de quelques gouttes d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH).

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

PARTIE I :

On dispose d'un circuit électrique série constitué par :

- un résistor de résistance $R_0 = 50\Omega$;
- une bobine (B) d'inductance L et de résistance r ;
- un condensateur de capacité $C = 2,1\mu\text{F}$ complètement chargé au préalable à l'aide d'un générateur supposé idéal de force électromotrice $E = 6\text{V}$.

On réalise une expérience qui permet d'enregistrer séparément l'évolution temporelle des tensions suivantes :

u_{R_0} aux bornes du résistor, u_B aux bornes de la bobine et u_C aux bornes du condensateur.

On obtient les courbes \mathcal{C}_1 , \mathcal{C}_2 et \mathcal{C}_3 de la figure 3 ci-dessous :

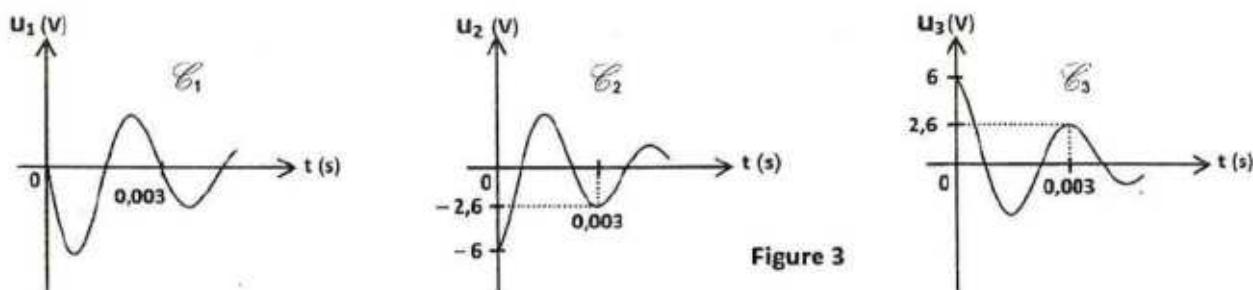


Figure 3

1) a - Justifier que la courbe \mathcal{C}_3 représente la tension $u_c(t)$.

b - Attribuer, en le justifiant, chacune des deux courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 , à la tension $u(t)$ qu'elle représente.

2) Calculer la variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les deux instants $t_1 = 0\text{ s}$ et $t_2 = 0,003\text{ s}$. Donner la cause de cette variation.

Partie II

Dans le but de déterminer la valeur de la résistance r de la bobine (B) et celle de son inductance L , on insère en série dans le circuit précédent :

– un générateur de basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale

$$u(t) = U\sqrt{2} \sin(2\pi N t + \frac{\pi}{4}), \text{ de valeur efficace } U \text{ constante et de fréquence } N \text{ réglable ;}$$

– un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

Pour une valeur $N_1 = 377,4 \text{ Hz}$ de la fréquence, l'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est: $i_1(t) = I_1\sqrt{2} \sin(2\pi N_1 t)$; où I_1 est l'intensité efficace du courant électrique. Deux voltmètres (V_1) et (V_2) sont branchés respectivement aux bornes du résistor de résistance R_0 et aux bornes de l'ensemble (bobine, condensateur) (Figure 4).

Les deux voltmètres (V_1) et (V_2) donnent respectivement les valeurs

$$U_1 = 2,50 \text{ V et } U_2 = 3,05 \text{ V.}$$

1) a - Déterminer la valeur de l'intensité I_1 .

b - Préciser, en le justifiant, la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).

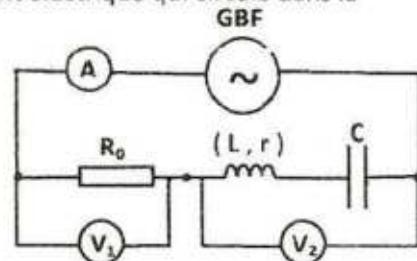


Figure 4

2) La figure 7 de la page 5/5 (à remplir par le candidat et à remettre avec la copie), représente la construction de Fresnel inachevée et associée au circuit étudié à la fréquence N_1 .

a - Compléter la construction de Fresnel à l'échelle : 2 cm pour $\sqrt{2} \text{ V}$. On désignera par :

* \overrightarrow{OA} le vecteur associé à la tension $u_{R_0}(t)$;

* \overrightarrow{AB} le vecteur associé à la tension $u_{(B,C)}(t)$, (tension aux bornes de l'ensemble bobine et condensateur);

* \overrightarrow{OB} le vecteur associé à la tension $u(t)$.

b - Déduire les valeurs de U , r et L .

3) On prendra dans la suite de l'exercice $r = 10 \Omega$. On règle maintenant la fréquence N à une valeur N_2 de façon à avoir $U_1 = 5 U_2$.

a - Montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b - Montrer que dans ces conditions, on a : $\frac{U_c}{U} = \frac{1}{(R_0 + r)} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

c - Déduire la nature du phénomène qui se produit aux bornes du condensateur. Y a-t-il risque de claquage du condensateur sachant que sa tension nominale est égale à 18V ?

Exercice 2 (3,5 points)

En un point O de la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle S impose, à partir de $t = 0 \text{ s}$, des oscillations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence $N = 20 \text{ Hz}$.

Le mouvement du point O obéit à la loi horaire : $y_0(t) = a \sin(2\pi N t + \phi_0)$ pour $t \geq 0 \text{ s}$; où ϕ_0 est la phase à $t = 0 \text{ s}$. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

1) Décrire l'aspect de la surface libre de l'eau éclairée en lumière ordinaire.

2) On donne, sur la figure 5, le diagramme du mouvement d'un point M_1 de la surface libre de l'eau situé à la distance $1,25 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ de O . En exploitant la figure 5 :

- a – déterminer l'équation horaire du mouvement du point M_1 et déduire celle de O ;
- b – calculer la valeur de la célérité v de l'onde créée à la surface de l'eau ;
- c – déduire la valeur de la longueur d'onde λ .

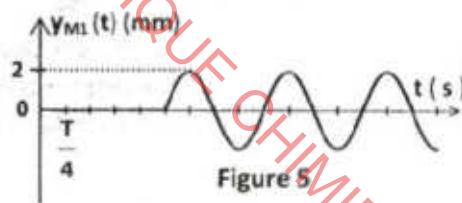


Figure 5

3) A l'instant t_1 , l'aspect de la surface libre de l'eau est représenté par la figure 6 ; où les cercles tracés en lignes continues représentent les crêtes et ceux tracés en lignes discontinues représentent les creux.

- a – Montrer que $t_1 = 16,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.
- b – En justifiant la réponse, comparer les états vibratoires des points M_2 et M_1 de la surface de l'eau.
- c – Déterminer les lieux géométriques des points M de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en quadrature avance de phase par rapport au point M_2 .
- d – Représenter l'ensemble de ces points sur la figure 8 de la page 5/5.

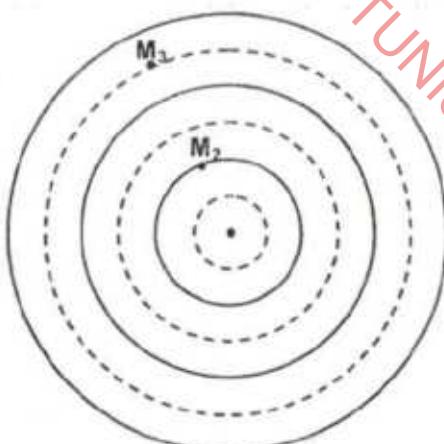


Figure 6

Exercice 3 (2,5 points) : Etude d'un document scientifique

Different types of radioactivity

The first radioactive emissions of origin were discovered by Henri Becquerel in 1896. The following year Thomson showed that the radiation studied was in reality composed of electrons. Subsequently, other radiations were discovered, each characterizing a type of radioactivity. They all result from an instability of the nucleus, consequence of an excess of neutrons, protons, or even the total number of nucleons. In the last case, the atomic nucleus may split spontaneously into two smaller nuclei: this is the nuclear fission (to distinguish from induced fission), or return to a stable state by the emission of a simultaneous pair of 2 protons and 2 neutrons, that is to say an helium 4 nucleus. This element is stable and is commonly found in nature.

In the case of an excess of neutrons or protons, the nucleus may eject one of these two particles, but this phenomenon is relatively rare. It is much more common that the internal structure of the nucleus is modified to restore equilibrium: a neutron is transformed into a proton, or a proton into a neutron. In the first case, the transformation of a neutral particle into a charged particle is accompanied by the emission of an electron charged negatively. In the second case, it is a positron charged positively. Finally, another radiation, called Gamma, is observed when the newly formed nucleus is still excited, that is to say when the energy excess contained in the unstable nucleus has not been evacuated.

D'après Mathieu Nowak dans le mensuel « la recherche n° 326 »

1) Preciser la signification des termes :

- a – radioactivité ;
- b – fission nucléaire spontanée.

2) Nommer le type de radioactivité conduisant à la formation d'un noyau d'hélium 4.

3) Relever du texte les transformations possibles qui peuvent avoir lieu dans un noyau possédant un excès de neutrons ou de protons, lors de son retour à un état stable.

4) Traduire la phrase du texte « Dans le premier cas, la transformation d'une particule neutre en particule chargée positivement est accompagnée de l'émission d'un électron chargé négativement » par une équation nucléaire et nommer le type de radioactivité mis en jeu.

Page à remplir et à remettre avec la copie

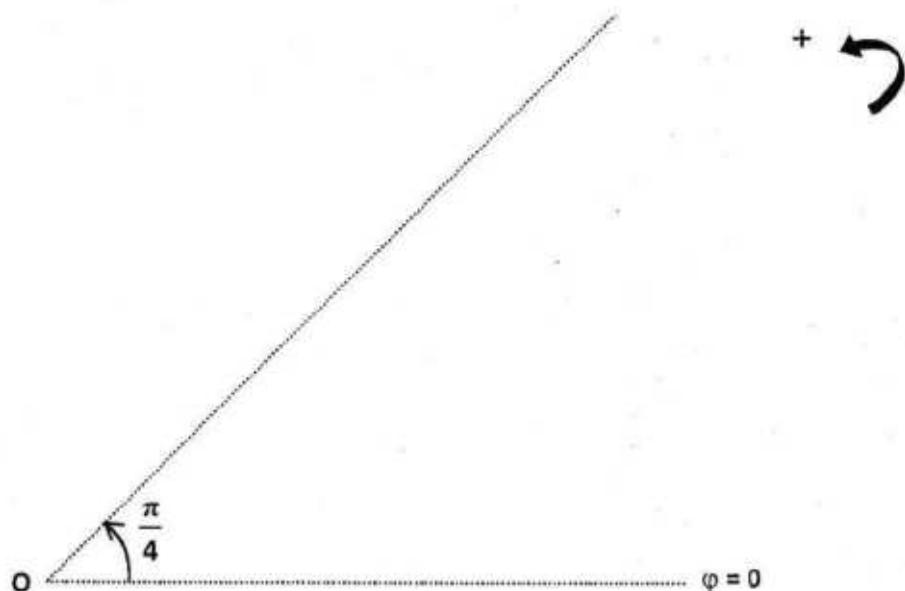


Figure 7

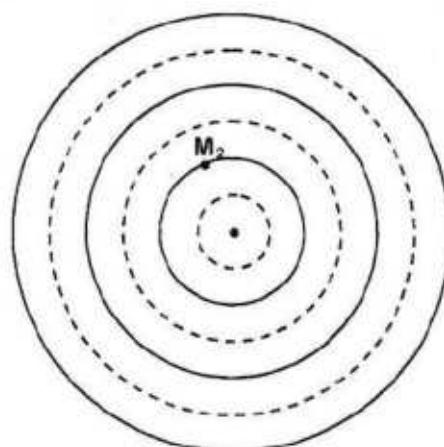


Figure 8

Corrigé du sujet de physique chimie de la section expérimentale
(Examen du baccalauréat 2014-session principale)

Chimie: (9 points)

Exercice 1 : (5 points)

CHIMIE (9 points) Exercice 1 (5 points)	BAREME
Partie I	
1 – La valeur du pH d'une base forte est donnée par l'expression : $pH = pK_e + \log C_0$. Seul le pH de la solution (S_1) vérifie cette relation. Par conséquent B_1 et B_2 sont des bases faibles et B_1 est une base forte.	0,25x2
2) a – $\tau_{1f} = \frac{[\text{OH}^-]}{C_0} = \frac{K_e}{C_0 \cdot 10^{-\text{pH}_{S1}}}$ $\tau_{1f} = 10^{-1,6} = 2,5 \cdot 10^{-2}$. $\tau_{1f} < 5 \cdot 10^{-2}$ donc B_1 est faiblement ionisée dans l'eau. b – Dans le domaine des concentrations ($10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$), la base B_1 est faiblement dissociée dans l'eau donc $[B_1] \approx C$. En négligeant les molarités des ions H_3O^+ et OH^- provenant de la dissociation propre de l'eau on peut écrire : $[\text{B}_1\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$.	0,25x2
La constante d'acidité du couple $\text{B}_1\text{H}^+/\text{B}_1$ s'écrit : $K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{B}_1]}{[\text{B}_1\text{H}^+]}$. $K_{a1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot C}{[\text{OH}^-]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 \cdot C}{K_e} = \frac{10^{-2\text{pH}} \cdot C}{K_e}$. D'où : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{pK}_{a1} + \text{pK}_e + \log C)$, qui peut se mettre sous la forme $\text{pH} = b + a \log C$ avec $b = \frac{1}{2}(\text{pK}_{a1} + \text{pK}_e)$; $a = 1/2$ c – D'après la courbe $b = 11,9$; or $b = \frac{1}{2}(\text{pK}_{a1} + \text{pK}_e)$; d'où $\text{pK}_{a1} = 2b - \text{pK}_e$ Soit : $\text{pK}_{a1} = 9,8$.	0,25x4
Partie II	
1) a – Le pH initial de la solution (S_1) est égal à 13. La courbe \mathcal{C}_1 correspond au dosage de la solution (S_2). b – l'équivalence acido-basique est l'état du mélange correspondant à un mélange de quantités de matière d'acide et de base dans les proportions stœchiométriques.	0,25
A l'équivalence $C_2 \cdot V_{AE} = C_0 \cdot V_{B2} \Rightarrow C_0 = \frac{C_2 \cdot V_{B2}}{V_{AE}}$ $C_0 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.	0,25x2

Corrigé du sujet de physique chimie de la section expérimentale
(Examen du baccalauréat 2014-session principale)

CHIMIE (9 points) Suite exercice 1 (5 points)	BAREME
<p>2) a - Le pK_{a_2} du couple B_2H^+ / B_2 est donné par le pH de la solution à la demi-équivalence ($pH_{1/2,eq}$), soit : $pK_{a_2} = 9,2$.</p> <p>$pK_{a_2} < pK_{a_1}$, la base B_1 est plus forte que la base B_2.</p> <p>b - $B_1 + H_2O \rightarrow B_1H^+ + H_2O$</p> <p>La constante d'équilibre de cette réaction est : $K = \frac{[B_1H^+]}{[H_2O^+][B_1]}$</p> $K = 10^{pK_{a_1}} > 10^5$ <p>La réaction de la solution de B_1 avec la solution d'acide nitrique est pratiquement totale.</p>	0,25 0,25 $0,25 \times 2$
<p>3) a - À l'équivalence acido-basique, la solution contient entre autres l'acide conjugué B_2H^+ de la base B_2 (majoritaire), d'où le caractère acide de la solution.</p> <p>Méthode 2 : $pH_{1/2}$ est inférieur à 7, le milieu est acide.</p> <p>b - La concentration C s'écrit : $C = \frac{C_0 \cdot V_{B_2}}{V_{B_2} + V_{Ac}}$</p> $pH_{1/2} = \frac{1}{2} \left(pK_{a_2} - \log \frac{C_0 \cdot V_{B_2}}{V_{B_2} + V_{Ac}} \right)$ $pH_{1/2} = 5,3$	0,25 $0,25 \times 2$

Exercice 2 : (4 points)

CHIMIE (9 points) Exercice 2 (4 points)	BAREME
Partie I	
1) Équation associée à la pile : $Cd + Fe^{2+} \rightleftharpoons Cd^{2+} + Fe$	0,25pt
2) $E = E^0 - 0,03 \log \frac{C_2}{C_1}$	0,25pt
3) <p>a - $E^0 = E + 0,03 \log 10$; $E^0 = -0,07 + 0,03 = -0,04 \text{ V}$.</p> <p>b - Le potentiel standard de la pile est donné par l'expression</p> $E^0 = E_{Fe^{2+}/Fe}^0 - E_{Cd^{2+}/Cd}^0 \text{ soit : } E_{Cd^{2+}/Cd}^0 = E_{Fe^{2+}/Fe}^0 - E^0$ $E_{Cd^{2+}/Cd}^0 = -0,4 \text{ V}$	0,25pt 0,5pt
Le pouvoir réducteur du couple redox Fe^{2+}/Fe est plus fort que celui du couple Cd^{2+}/Cd .	
c - La constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée à la pile :	
$K = 10^{E^0/0,03}$	
A.N $K = 4,6 \cdot 10^2$.	0,5pt
Partie II	
1) a - La lame de Fer est la borne négative de la pile	0,25pt
b - Transformation au niveau de l'électrode en fer :	
$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$	
Transformation au niveau de l'électrode en cadmium :	
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd$	0,5pt
L'équation de la réaction spontanée : $Fe + Cd^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cd$	

Corrigé du sujet de physique chimie de la section expérimentale
(Examen du baccalauréat 2014-session principale)

t'équation associée à la pile : $Cd \rightarrow Fe^{2+} \rightleftharpoons Cd^{2+} + Fe$

L'ajout d'un sel de FerII augmente la concentration en ions Fe^{2+} ce qui provoque le déplacement de l'équilibre dans le sens direct, donc $E > 0$.

0,5pt

L'ajout de la solution de NaOH fait diminuer la concentration en ions Fe^{2+} , l'équilibre se déplace dans le sens indirect de la réaction, donc $E < 0$.

2) a - $C'_1 = C_{01} \cdot \frac{x_f}{V}$
 $C'_1 = 0,1 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

0,75pt

A l'équilibre $K = \frac{[Cd^{2+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{C'_1}{C'_2} ; C'_2 = \frac{C'_1}{K} = 0,22 \text{ mol.L}^{-1}$.

$C'_2 V = C_{02} V + x_f ; C_{02} = C'_2 - \frac{x_f}{V} ; C_{02} = 0,22 - \frac{9 \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 0,13 \text{ mol.L}^{-1}$.

b - À la fermeture du circuit la fem de la pile E_i est :

$E_i = E^0 - 0,03 \log \frac{C_{01}}{C_{02}}$; $E_i = -0,036 \text{ V}$.

0,25pt

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (5 points)

PHYSIQUE (11 points)	BAREME
Exercice 1 (5 points)	
PARTIE I.	
1) a - Le condensateur se décharge dans le circuit, la tension à ses bornes décroît au cours du temps à partir de 6V. \mathcal{C}_3 représente la tension $u_c(t)$.	0,25
b - à partir de $t = 0$, $u_c(t)$ décroît, $i(t) = C \frac{du_c}{dt} < 0$, La tension aux bornes du résistor décroît à partir de 0V.	0,25
\mathcal{C}_1 représente $u_{R0}(t)$ et \mathcal{C}_2 représente $u_R(t)$.	

2) Aux instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0,003s$, $u_c(t)$ est maximale et $u_b(t)$ est nulle. L'énergie de l'oscillateur, se trouve entièrement sous forme d'énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur. La variation ΔE de l'énergie totale emmagasinée par l'oscillateur entre les instants : $t_1 = 0s$ et $t_2 = 0,003s$ est

$$\Delta E = \frac{1}{2} \mathbf{C} \mathbf{u}_t^T(t_j) - \frac{1}{2} \mathbf{C} \mathbf{u}_c^T(t_i).$$

$$\text{Soit : } \Delta E = \frac{1}{2} \times 2,1 \cdot 10^{-6} \times (6,76 - 36) = -3,07 \times 10^{-5} \text{ J.}$$

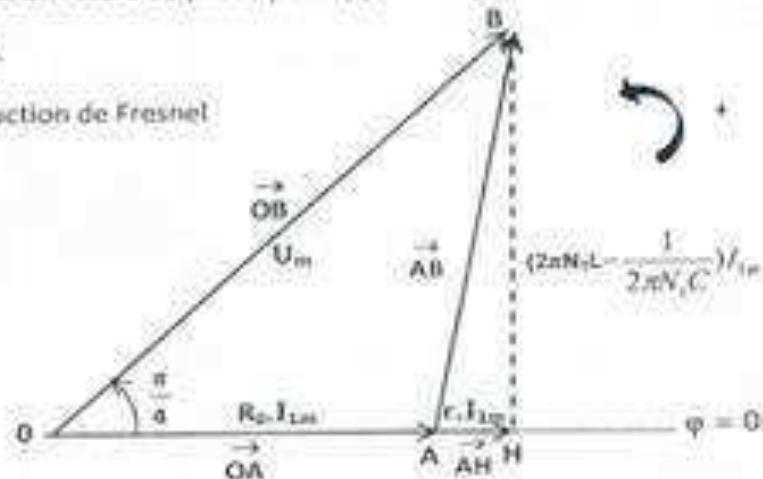
$\Delta E < 0$; l'énergie décroît au cours du temps à cause des pertes par effet joule dans la résistance du circuit.

PARTIE II.

$$1) \text{ } a - I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 5 \times 10^{-2} \text{ A}$$

$b = i_1(t)$ est en retard de phase par rapport à $u(t)$, le circuit est alors inductif.

3) a - Construction de Fresnel



五

* Dès lors la norme du vecteur \vec{AH} est 1cm, soit $r.I_1 = 0,5V$

$$\text{donc } t = \frac{0,5}{5 \cdot 10^{-3}} = 100.$$

* La norme du vecteur \vec{OB} est 8,5cm, soit $U = 4,25V$

* La norme du vecteur \vec{NB} est 6 cm, soit $(2\pi N_1 L - \frac{1}{2\pi N_2 C})L_1 = 3V$

$$\text{Donc : } L = \frac{3}{2 \times N} \left(\frac{3}{l_1} + \frac{1}{2 \times N_1 C} \right) = 0,11 \text{ H.}$$

3) a - Pour montrer que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité,

Il suffit de vérifier que $2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0$

$$U_1 = 5U_2 \text{ donc } U_1^2 = 25U_2^2 ; R_0^2 I_2^2 = 25 \left[r^2 + \left(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} \right)^2 \right] I_2^2$$

0,25x2

$$\text{or } R_0 = 5r \text{ il vient : } 25r^2 = 25r^2 + \left[\left(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} \right)^2 \right] 25$$

D'où : $2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0$. Le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

b - A la résonance d'intensité $2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C} = 0$; $U_C = \frac{I_2}{2\pi N_2 C}$

or $I_2 = \frac{U}{(R_0 + r)}$ et $N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ on remplace chacune de ces

0,25

dernières expressions dans U_C on trouve : $\frac{U_C}{U} = \frac{1}{(R_0 + r)} \sqrt{\frac{1}{C}}$

c - $U_C/U = 3,81$ il y a surtension aux bornes du condensateur.

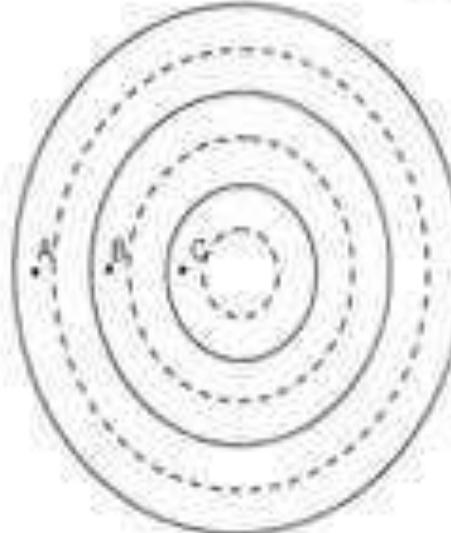
0,25x3

Or $U = 4,25V$, $U_C = 16,2V$ d'où $U_C < 18V$. Il n'y a aucun risque de claquage du condensateur.

Exercice 2 : (3,5 points)

PHYSIQUE (11 points)	BAREME
Exercice 2 (3,5 points)	
1) Des ripples circulaires concentriques qui se propagent à la surface libre de l'eau.	0,25
2) a - Le point M_1 débute son mouvement à l'instant $t_1 = ST/4$; Pour $t \leq ST/4$: $y_{M_1}(t) = 0$. Pour $t \geq ST/4$: $y_{M_1}(t) = a \sin(2\pi N t - \frac{\pi}{2})$. Avec $a = 2\text{mm}$.	0,25x2
<u>Équation horaire de la source O</u> :	
$y_O(t) = y_M(t + \Delta t)$; $\Delta t = T + \frac{T}{4}$.	0,5
$y_O(t) = a \sin(2\pi N(t + \Delta t) - \frac{\pi}{2}) = a \sin(2\pi Nt)$.	
b - La célérité v de l'onde est $v = \frac{d_1}{\Delta t} = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$.	0,25x2
c - $\lambda = \frac{v}{N} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$.	0,25
3) a - À l'instant t_1 le front d'onde a parcouru la distance $D = 3\lambda + \frac{\lambda}{4}$; $t_1 = \frac{D}{v} = \frac{13\lambda}{4v} = 16,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.	0,5
b - M_1 et M_2 vibrent en opposition de phase car M_2 appartient à une crête et M_1 à un creux.	0,25
c - Les points M de la surface libre de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en quadrature avance de phase par rapport au point M_2 sont des cercles de centre O de rayons respectifs : $\frac{3\lambda}{4}$, $\frac{7\lambda}{4}$ et $\frac{11\lambda}{4}$.	0,25x2

les lieux des points sont les cercles centrés sur O et passant par les points A,B,et C



0,25

PHYSIQUE (11 points) Exercice 3 (2,5 points)	BAREME
1) a - la radioactivité : c'est l'émission spontanée d'un rayonnement par un noyau instable.	0,5
b - la fission nucléaire spontanée : le noyau atomique peut se scinder spontanément en deux noyaux plus petits .	0,5
2) Il s'agit de la radioactivité α .	0,5
3) - Un neutron se transforme en proton, ou un proton se transforme en neutron	0,5
4) Un neutron est transformé en un proton : ${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + {}^0_{-1}e$ c'est la radioactivité β^- .	0,25x2

Le sujet comporte 05 pages numérotées de 1 / 5 à 5 / 5. La page 5/5 est à rendre avec la copie.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4,5 points)

1) Dans une première expérience, on réalise la réaction entre le méthanol CH_3OH et un chlorure d'acyle $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{Cl}$.

Il se forme un ester E_1 de formule brute $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ et du chlorure d'hydrogène HCl .

a – Ecrire l'équation qui traduit cette réaction chimique.

b – Préciser les formules semi-développées du chlorure d'acyle utilisé et de l'ester E_1 .

2) Dans une seconde expérience, on fait réagir un anhydride d'acide $\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{R}_1$ avec un alcool R_3OH .

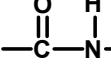
Il se forme l'isomère E_2 de l'ester E_1 et un acide carboxylique.

a – Ecrire l'équation qui traduit la réaction chimique qui a lieu.

b – Préciser les formules semi-développées de l'anhydride d'acide, de l'alcool et de E_2 .

3) On fait réagir séparément:

- le chlorure d'acyle sur une amine primaire A_1 , il se forme le composé (1) de formule $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{N}-\text{C}_2\text{H}_5$;



- l'anhydride d'acide sur une amine secondaire A_2 , il se forme le composé (2) de formule $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{N}-\text{CH}_3$.

a – Indiquer la famille à laquelle appartiennent les deux composés (1) et (2). Donner leurs noms.

b – Préciser les formules semi-développées de A_1 et de A_2 .

c – Écrire les équations des réactions chimiques qui conduisent aux composés (1) et (2).

4) Le composé E_2 peut être obtenu également à partir de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool.

a – Donner les formules semi-développées de l'alcool et de l'acide carboxylique utilisés.

b – Donner les propriétés de cette réaction et les comparer avec celles de la réaction qui donne E_2 à partir de l'anhydride d'acide et l'alcool R_3OH .

Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C .

1) On réalise une pile électrochimique P_1 constituée par l'électrode normale à hydrogène placée à gauche et la demi-pile qui met en jeu le couple redox Pb^{2+}/Pb placée à droite. La concentration en ions plomb Pb^{2+} est $\text{C}_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. Les deux demi-piles sont reliées par un pont salin. Un voltmètre branché aux bornes de la pile indique une tension égale à $-0,13\text{V}$.

a – Donner le symbole de P_1 et compléter son schéma sur la **figure 6 de la page 5/5** (à compléter et à remettre avec la copie)

b – Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.

c – Donner la définition du potentiel standard d'électrode d'un couple redox. Calculer celui du couple $(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})$.

2) On réalise maintenant une pile P_2 , en associant les deux demi-piles formées par les couples redox Pb^{2+}/Pb et Sn^{2+}/Sn . P_2 est symbolisée par : $\text{Sn} \mid \text{Sn}^{2+}(\text{C}_2) \mid\mid \text{Pb}^{2+}(\text{C}_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}) \mid \text{Pb}$. La pile est associée en série avec un résistor, un ampèremètre et un interrupteur. On branche un voltmètre aux bornes de la pile et on ferme le circuit. Le potentiel standard d'électrode du couple $(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn})$ est $E^\circ (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14\text{V}$.

a – Déterminer la fem standard E_2^0 de la pile P_2 .

b – Calculer la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à P_2 .

c – Calculer la concentration C_2 sachant que la fem initiale de la pile P_2 est égale à $E_2 = 0,04\text{V}$.

d – Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément quand la pile débite du courant.

En déduire le sens de circulation des électrons dans le circuit extérieur.

e – Déterminer :

e-1- les concentrations molaires C'_1 et C'_2 , respectivement, des ions Pb^{2+} et Sn^{2+} lorsque la pile cesse de débiter, sachant que le volume de chacune des solutions contenues dans les deux compartiments de la pile est $V = 100\text{mL}$;

e-2- la variation de la masse de l'électrode de **Pb** sachant que la masse molaire du plomb est

$$M(\text{Pb}) = 207 \text{ g.mol}^{-1}.$$

On suppose que les électrodes utilisées ne disparaissent pas au cours du fonctionnement de la pile.

- 3) La pile P_2 étant usée, préciser, en le justifiant le compartiment dans lequel on doit ajouter une quantité suffisante d'ions Pb^{2+} ou Sn^{2+} afin d'inverser sa polarité.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5,25 points)

Les deux parties I et II sont indépendantes

Partie I

Afin d'étudier expérimentalement la réponse d'un dipôle **RC** à un échelon de tension, on réalise le circuit électrique de la **figure 1** qui comporte :

- un générateur de tension idéal de force électromotrice E ;
- un condensateur de capacité $C = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ initialement déchargé ;
- un résistor de résistance R réglable ;
- un interrupteur K .

A un instant $t = 0$, pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K .

- 1) Préciser le phénomène physique qui se produit au niveau du condensateur.

- 2) a – Montrer que l'équation différentielle régissant les variations de la tension u_c aux bornes du condensateur au cours du temps s'écrit :

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E.$$

- b – En admettant que la solution de cette équation différentielle est de la forme :

$$u_c = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}),$$
 préciser les expressions de A et de τ .

- 3) Un système d'acquisition approprié permet de suivre l'évolution temporelle des tensions u_c , u_g et u_r respectivement aux bornes du condensateur, du générateur et du résistor. Pour une valeur de $R = R_1$, on obtient les courbes C_1 , C_2 et C_3 de la **figure 2**.

- a – En justifiant la réponse, faire correspondre chacune des courbes C_1 , C_2 et C_3 à la tension qu'elle représente.

- b – En exploitant les courbes de la **figure 2**, déterminer la fem E et la constante de temps τ du circuit. En déduire la valeur de R_1 .

- c – Déterminer l'instant t_1 pour lequel la tension $u_c(t)$ est égale à $u_{R1}(t)$.

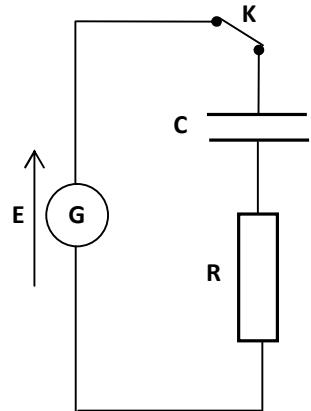


Figure 1

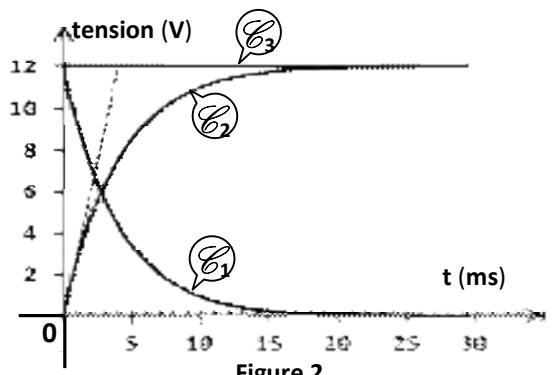


Figure 2

- d – Exprimer u_c en fonction de E , t_1 et t . En déduire le pourcentage de charge du condensateur aux instants : t_1 et $t_2 = 6,6 t_1$.

Partie II

Dans le circuit précédent on insère, en série avec le condensateur de capacité $C = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$, une bobine d'inductance L et de résistance r .

On ajuste la résistance du résistor à la valeur $R_2 = 90 \Omega$ et on remplace le générateur de fem E par un générateur de basses fréquences **GBF** délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable (**figure 3**).

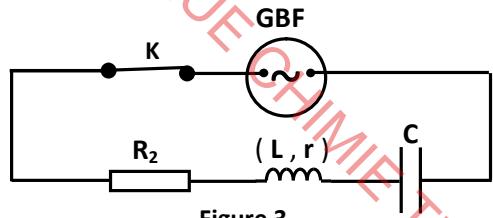


Figure 3

Le système d'acquisition permet d'avoir à la fois les chronogrammes de la tension $u(t)$ et de la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du résistor.

Pour une valeur N_1 de la fréquence N du générateur, on obtient les courbes \mathcal{C}_4 et \mathcal{C}_5 de la **figure 4**.

- 1) a – Montrer que la courbe \mathcal{C}_4 correspond à $u(t)$.
b – Justifier que le circuit est le siège d'oscillations électriques forcées.
- 2) En exploitant les courbes de la **figure 4**, déterminer :
a – la fréquence N_1 de $u(t)$ et l'intensité maximale I_{1m} du courant qui circule dans le circuit.
b – la phase initiale de $u_{R2}(t)$.
- 3) a – Préciser la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif) à la fréquence N_1 .
b – Calculer l'impédance électrique Z du dipôle RLC étudié.
c – Déterminer les valeurs de r et L et déduire la fréquence propre N_0 de l'oscillateur.

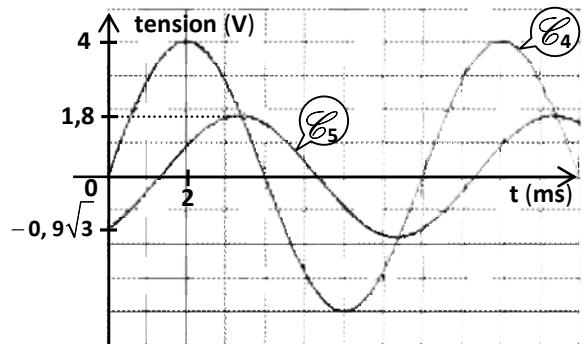


Figure 4

Exercice 2 (2,5points) : Etude d'un document scientifique

L'expérience de Franck et Hertz : une expérience cruciale*

En 1914, Franck et Hertz font une découverte étonnante en bombardant de la vapeur d'atomes de mercure avec des électrons accélérés à des énergies de quelques eV. Tant que l'énergie des électrons est inférieure à un certain seuil $E_s = 4,9 \text{ eV}$, la collision est parfaitement élastique : les électrons émergents ont la même énergie que les électrons incidents. Rien d'anormal : la masse d'un atome de mercure est **400000** fois supérieure à celle de l'électron, son énergie de recul est négligeable. L'énorme surprise est que lorsqu'on atteint l'énergie de seuil $E_s = 4,9 \text{ eV}$, les électrons sortants perdent pratiquement toute leur énergie dans la collision. Au dessus de cette valeur, une fraction des électrons émergents ont une énergie inférieure de précisément **4,9 eV** à leur énergie initiale, les autres ont conservé leur énergie. Par ailleurs, lorsque l'énergie des électrons est supérieure à ce seuil, on observe que les atomes de mercure émettent un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde λ , ce qui ne s'observe pas si l'énergie des électrons est inférieure au seuil E_s . Or la raie du mercure associée à cette longueur d'onde λ est connue depuis longtemps dans la spectroscopie de cet élément, elle correspond à une fréquence qui satisfait la relation $h\nu = 4,9 \text{ eV}$.

Mécanique quantique, Jean-Louis Basdevant et Jean Dalibard, Février 2002 (par adaptation)

* Cruciale : décisive.

- 1) Préciser ce qui se produit pour les atomes de mercure lorsque la valeur de l'énergie des électrons est inférieure, égale ou supérieure à l'énergie de seuil $E_s = 4,9 \text{ eV}$.
- 2) Déterminer la longueur d'onde λ de la radiation émise par les atomes de mercure correspondant à l'énergie de seuil.

Données : constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, vitesse de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- 3) Préciser la conclusion fondamentale mise en évidence par l'expérience de Franck et Hertz.

Exercice 3 (3,25 points)

Données :

Masse du noyau de polonium $^{210}_{84}\text{Po} = 209,9368\text{u}$	$1\text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\text{ kg} = 931,5\text{ MeV} \cdot c^{-2}$
Masse du noyau de plomb $^{205}_{82}\text{Pb} = 205,9265\text{u}$	Célérité de la lumière dans le vide $c = 3,0 \cdot 10^8\text{ m.s}^{-1}$
Masse du noyau d'hélium $^{4}_{2}\text{He} = 4,0015\text{u}$.	$1\text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{ J}$.

Le polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif. Il émet une particule α (noyau $^{4}_{2}\text{He}$) et se transforme en plomb $^{205}_{82}\text{Pb}$.

1) a – Ecrire l'équation de la désintégration du polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ en plomb $^{205}_{82}\text{Pb}$.

En précisant les lois de conservation utilisées, déterminer les valeurs de A et de Z .

b – Calculer, en **MeV**, l'énergie libérée au cours de la désintégration d'un noyau de polonium **210**.

2) La masse d'un échantillon de $^{210}_{84}\text{Po}$ à un instant $t_0 = 0$, est $m_0 = 4,2 \cdot 10^{-3}\text{ g}$.

Déterminer le nombre de noyaux N_0 contenu dans cet échantillon à t_0 .

3) Le nombre N de noyaux restants de polonium **210** à l'instant t est donné par la relation $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$; où λ est la constante radioactive du $^{210}_{84}\text{Po}$. La courbe \mathcal{C}_6 de la **figure 5** représente la variation de $-\log\left(\frac{N}{N_0}\right)$ au cours du temps.

a – Déterminer graphiquement la valeur de λ en $(\text{jour})^{-1}$ puis en s^{-1} .

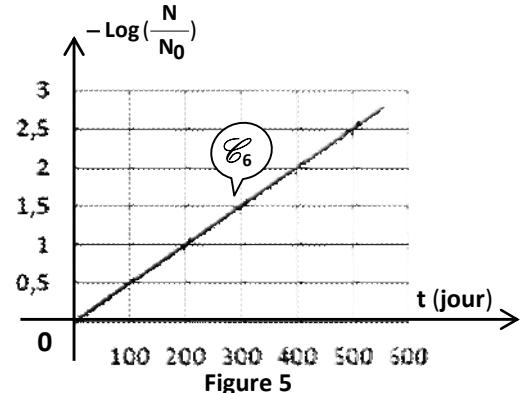
b – Définir la demi-vie radioactive T d'un radioélément.

Calculer sa valeur pour le polonium **210**.

4) Calculer, en becquerels (**Bq**), l'activité A_0 à l'instant t_0 sachant que

l'activité A s'exprime par : $A = -\frac{dN}{dt}$.

5) Déterminer l'instant t_1 au bout duquel la masse des noyaux restants de $^{210}_{84}\text{Po}$ est $m_1 = 0,5 \cdot 10^{-3}\text{ g}$.



Section : N° d'inscription : Série :

Nom et prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants



Epreuve : sciences physiques (sciences expérimentales)

Page à remplir et à remettre avec la copie

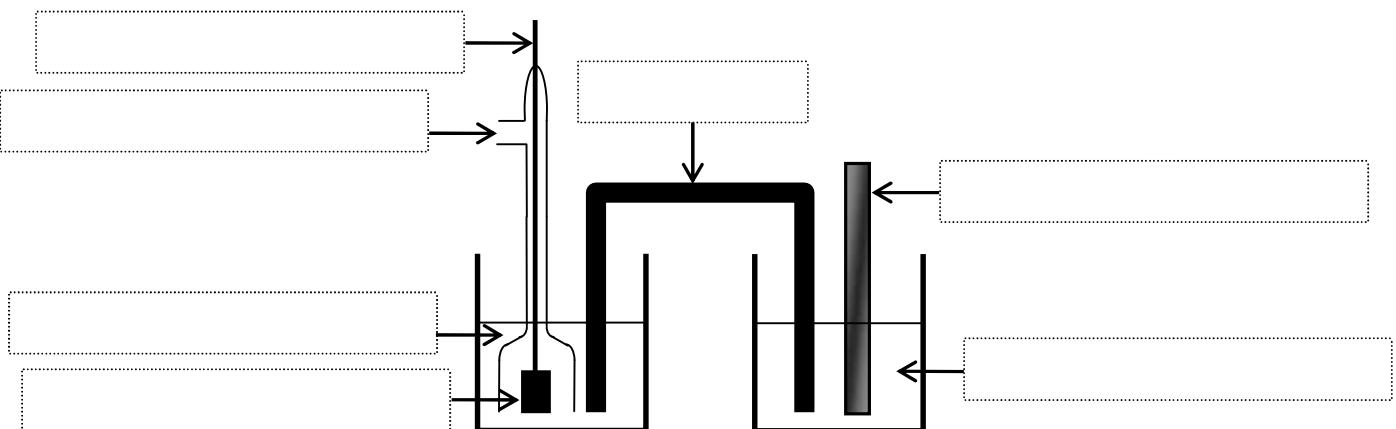


Figure 6

Chimie: (9 points)

Exercice 1 : (4,5 points)

CHIMIE (9 points) Exercice 1 (4,5 points)		BAREM E	
1) a -	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array} + \text{HO}-\text{CH}_3 \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl}$	0,25	
b - le chlorure d'acyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{Cl} \end{array} \quad \text{E}_1:$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	0,25x2
2) a -	$\begin{array}{c} \text{R}_1 \\ | \\ \text{O}=\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{R}_1 \end{array} + \text{R}_3-\text{OH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{R}_3 \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	0,25	
b - Soit E_2 : $\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$ l'anhydride d'acide : l'alcool : $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$		0,25x3	
3) a - Les composés (1) et (2) sont des amides.		0,25x3	
(1) : N-éthyléthanamide. (2) : N,N-diméthyléthanamide.			
b - $\text{A}_1 : \text{C}_2\text{H}_5-\text{NH}_2$		0,25x2	
$\text{A}_2 : \text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_3$			
c - $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{Cl} + 2\text{C}_2\text{H}_5-\text{NH}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CO}-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{C}_2\text{H}_5-\text{NH}_3^+ + \text{Cl}^-$			
$\text{H}-\text{CO}-\text{O}-\text{CO}-\text{H} + 2\text{CH}_3-\text{NH}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{H}-\text{CO}-\text{N}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3 + \text{HCOO}^- + (\text{CH}_3)_2\text{NH}_3^+$		0,25x2	
4) a - l'alcool : $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$ l'acide carboxylique :	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	0,25x2	
b - La réaction qui donne l'ester E_2 à partir de l'acide carboxylique et de l'alcool est lente et limitée alors que la réaction qui donne E_2 à partir de l'anhydride d'acide et de l'alcool R_3OH est rapide et totale.		0,5	

Exercice 2 : (4,5 points)

CHIMIE (9 points)		BAREME
Exercice 2 (4,5 points)		
1) a - Pt | H_2 ($P = 1\text{ atm}$ ) | H_3O^+ (1 mol.L^{-1} ) || Pb^{2+} (1 mol.L^{-1} ) | Pb		0,25
		0,75
b - Equation chimique associée à la pile :		0,25
$H_2(g) + Pb^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons 2H_3O^+ + Pb$		
c - Le potentiel standard d'électrode d'un couple redox est par définition la fem de la pile qui sert à mesurer le potentiel standard d'électrode de ce couple. C'est donc la fem de cette pile quand la fonction des concentrations n'est égale à un		0,25x2
$E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -0,13\text{ V}$.		
2)		
a - $E_2^\circ = E_{(Pb^{2+}/Pb)}^\circ - E_{(Sn^{2+}/Sn)}^\circ = -0,13 + 0,14 = 0,01\text{ V.}$		0,25
b - $K = 10^{-\frac{E_2^\circ}{0,03}} = 10^{\frac{0,01}{0,03}} = 2,15.$		0,25
c - $E_2 = E_2^\circ - 0,03 \log \left(\frac{Sn^{2+}}{Pb^{2+}} \right) = E_2^\circ - 0,03 \log \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow$ $C_2 = C_1 \times 10^{\frac{E_2^\circ - E_2}{0,03}} = 1 \times 10^{\frac{0,01 - 0,04}{0,03}} = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}.$		0,25x2

CHIMIE (9 points) Suite exercice 2 (4, 5 points)	BAREME
<p>d -</p> <ul style="list-style-type: none"> • $E_2 > 0$: la réaction directe de l'équation associée se produit spontanément: $\text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$ • C'est l'étain qui s'oxyde donc les électrons circulent dans le circuit extérieur de l'électrode d'étain vers l'électrode de plomb. 	0,25
<p>e -</p> $\text{e}_1: \text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$ <p>à $t=0$ $C_1 \text{V}$ $C_2 \text{V}$</p> <p>à t_f $C'_1 \text{V} = C_1 \text{V} - x_f$ $C'_2 \text{V} = C_2 \text{V} + x_f$</p> <p>Donc: $C'_1 + C'_2 = C_1 + C_2$. Or quand la pile ne débite plus: $K = \frac{C'_2}{C'_1}$.</p> $C'_1 + K C'_1 = C_1 + C_2;$ $C'_1 = \frac{C_1 + C_2}{1 + K} = \frac{1,1}{1 + 2,15} = 0,35 \text{ mol.L}^{-1}$ $C'_2 = K \cdot C'_1 = 2,15 \times 0,35 = 0,75 \text{ mol.L}^{-1}$ <p>e_2 - $n(\text{Pb}^{2+})_{\text{qui réagit}} = n(\text{Pb})_{\text{qui se forme}} = x_f$</p> $\Delta m = \Delta n \cdot M(\text{Pb}) = x_f \cdot M(\text{Pb}) = (C_1 - C'_1) \cdot V \cdot M(\text{Pb})$ $= 0,65 \times 0,1 \times 207 = 13,455 \text{ g}$	0,25x3
<p>3) Inverser les polarités de la pile c'est-à-dire avoir $\pi > K$; $\pi = \frac{[\text{Sn}^{2+}]}{[\text{Pb}^{2+}]}$;</p> <p>$[\text{Sn}^{2+}]$ augmente ou $[\text{Pb}^{2+}]$ diminue; on ajoute alors quelques gouttes de Sn^{2+} pour augmenter sa concentration et donc inverser la polarité de cette pile.</p>	0,25

Physique (11 points)

Exercice 1 (5,25 points)

PHYSIQUE (11 points)		BAREME
Exercice 1 (5,25 points)		
Partie I		
1) Il se produit le phénomène de charge du condensateur.	0,25	
2) a - La loi des mailles s'écrit :		
$u_C + u_R - E = 0$, or $u_R = Ri$ par suite :		
$u_C + Ri = E$		
$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$ ainsi $RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$		
b - On a $u_C = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ l'équation différentielle s'écrit :		
$RCA \frac{1}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$ ou encore		
$A + A e^{-\frac{t}{\tau}} (\frac{RC}{\tau} - 1) = E$, D'où $A = E$		
et $A e^{-\frac{t}{\tau}} \neq 0$ ($\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$ donc : $\tau = RC$).		
	0,5	
3) a - * On a : $u_G = Cte = E$ (générateur de tension idéal) ce qui correspond à la courbe \mathcal{C}_3 .	0,25x2	
* La tension représentée par la courbe \mathcal{C}_2 croît exponentiellement et atteint une valeur limite ce qui correspond à la tension u_C aux bornes du condensateur qui se charge.	0,5	
* La tension représentée par la courbe \mathcal{C}_1 décroît exponentiellement et finit par s'annuler ce qui correspond à la tension u_R aux bornes du résistor R .		
b - D'après le graphe on trouve $E = 12 \text{ V}$; $\tau = 4 \text{ ms} = 4 \times 10^{-3} \text{ s}$.		
On a $\tau = R_1 C$ par suite $R_1 = \frac{\tau}{C}$; $R_1 = 2 \times 10^3 \Omega$.	0,25x2	
c -		
$u_C = u_{R1}$; donc $A (1 - e^{-\frac{t_1}{\tau}}) = \frac{R_1 C A}{\tau} e^{-\frac{t_1}{\tau}}$ soit : $t_1 = \tau \ln 2$ $t_1 = 2,77 \text{ ms}$	0,25	
d - $u_C = E \left(1 - \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_1}} \right)$ Pour $t = t_1$; $\frac{u_C}{E} = 0,5$. Le condensateur est chargé à 50%.	0,25	
Pour $t = 6,6t_1$; $\frac{u_C}{E} = 1 - \left(\frac{1}{2} \right)^{6,6} \approx 0,99$. Le condensateur est chargé à 99%.		

**Corrigé du sujet de physique chimie de la section sciences expérimentales
(Examen du baccalauréat 2014-session de contrôle)**

PHYSIQUE (11 points) Suite exercice 1 (5,25 points)	BAREME
Partie II	
1) a - $U_{Max} > U_{R2Max}$ alors U_R représente $u(t)$. b - $u_{R2}(t)$ oscille avec la fréquence imposée par $u(t)$. Le circuit est le siège d'oscillations électriques forcées.	0,25 0,25
2) a - La fréquence de $u(t)$: $N_1 = \frac{1}{T} = \frac{1}{8 \times 10^{-3}} = 125 \text{ Hz}$ $I_{1m} = \frac{U_{R2m}}{R_2} = \frac{1,8}{90} = 20 \text{ mA}$ b - $u_{R2}(t) = U_{R2m} \sin(\omega t + \varphi_{u_{R2}})$ à $t = 0$, $u_{R2}(t = 0) = U_{R2m} \sin(\varphi_{u_{R2}}) = 1,8 \sin(\varphi_{u_{R2}}) = -0,9\sqrt{3} \text{ V}$; $\sin(\varphi_{u_{R2}}) = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ et $\cos(\varphi_{u_{R2}}) > 0$ donc $\varphi_{u_{R2}} = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$	0,25x2 0,25
3) a - A la fréquence N_1 , $u(t)$ est en avance de phase par rapport à $u_R(t)$ le circuit est inductif. b - $Z = \frac{U_m}{I_{1m}} = \frac{R_2 U_m}{U_{R2m}} = \frac{90 \times 4}{1,8} = 200 \Omega$. c - $\cos(\varphi_{u_{R2}}) = \frac{R_2 + r}{Z}$ donc $r = Z \cos(\varphi_{u_{R2}}) - R_2$; $r = 10 \Omega$. $L = \frac{1}{4\pi^2 N^2 C} + \frac{(R_2 + r)}{2\pi N} \text{ tg}(\Delta\varphi) = 1,02 \text{ H}$; avec $N = N_1$ et $\Delta\varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$ La fréquence propre N_0 de l'oscillateur : $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 111,4 \text{ Hz}$.	0,25 0,25 0,25x3

Exercice 2 (2,5 points)

PHYSIQUE (11 points) Exercice 2 (2,5 points)	BAREME
1) *Lorsque la valeur de l'énergie des électrons est inférieure à l'énergie de seuil E_s , rien ne se produit. *Lorsque la valeur de l'énergie des électrons est égale ou supérieure à l'énergie seuil il ya émission d'un rayonnement ultraviolet par les atomes de mercure.	0,75
2) $\lambda = \frac{h.c}{E_s}$ soit : $\lambda = 253,3 \text{ nm}$.	0,5x2
3) La quantification du transfert d'énergie entre un atome et un milieu extérieur.	0,75

**Corrigé du sujet de physique chimie de la section sciences expérimentales
(Examen du baccalauréat 2014-session de contrôle)**

Exercice 3 (3,25 points)

PHYSIQUE (11 points) Exercice 3 (3,25 points)	BAREME
1) a - $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^A_Z\text{Pb} + ^4_2\text{He}$ La conservation des nombres de masse et de charge donne : $A = 206$ et $Z = 82$. b - L'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium 210 est $E = (m_{\text{Po}} - m_{\text{Pb}} - m_{\alpha}) \cdot c^2 = 0,0088 \times 931,5 \approx 8,2 \text{ Mev.}$	0,75 0,25x2
2) $N_0 = \frac{m_0}{M_{\text{Po}}} = 1,2 \times 10^{19}$ noyaux.	0,25
3) a : $-\text{Log}(N/N_0) = \lambda t$. λ représente la pente de la fonction $-\text{Log}(N/N_0) = f(t)$. $\lambda = 5 \times 10^{-3} \text{ jour}^{-1}$, soit $\lambda = 5,78 \times 10^{-8} \text{ s}^{-1}$. b - La demi-vie radioactive T d'un radioélément est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se désintègrent.. $T \equiv \frac{\ln 2}{\lambda} = 138,6 \text{ jours ou } T = 1,2 \times 10^7 \text{ s.}$	0,25 0,25x2
4) L'activité à l'instant t_0 : $A_0 = \lambda N_0$; $A_0 = 5,8 \times 10^{-8} \times 1,2 \times 10^{19}$; $A_0 = 7 \times 10^{11} \text{ Bq.}$	0,25x2
5) $m_1 = m_0 e^{-\lambda t_1}$; soit $t_1 = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{m_1}{m_0}$. $t_1 = 3,67 \times 10^7 \text{ s} = 1,16 \text{ ans}$	0,25x2

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2013	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES Durée : 3 H Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	SESSION PRINCIPALE

Le Sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à rendre avec la copie.

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (3,5 points) « Document scientifique »

Facteurs cinétiques

On appelle facteur cinétique tout paramètre permettant d'influencer la vitesse d'une transformation chimique. La température, la concentration des réactifs, la présence de catalyseur... sont des exemples de facteurs cinétiques.

La température du milieu réactionnel est l'un des facteurs cinétiques le plus souvent utilisé pour modifier la durée d'une réaction. Plus la température du milieu réactionnel est élevée, plus la durée de la transformation est courte et par conséquent plus la réaction est accélérée. Une élévation de température du milieu trouve son application lorsque l'on veut accélérer ou parfois déclencher une transformation lente voire bloquée. De nombreuses synthèses industrielles sont très lentes à température ambiante, une température élevée est donc nécessaire pour accélérer la réaction et ainsi répondre aux objectifs de rentabilité imposés par le monde de l'industrie. Les synthèses de l'ammoniac (en présence du catalyseur approprié et à une pression voisine de 300 atm) et d'un grand nombre de composés organiques sont réalisées à haute température. L'effet inverse est également exploité. La conservation des aliments au réfrigérateur (environ 4 °C), ou au congélateur (environ - 18 °C), permet par exemple un ralentissement des différentes réactions de dégradation qui altèrent le goût des aliments et qui introduisent des toxines dangereuses pour la santé.

D'après CNRS France

- 1) Définir le facteur cinétique et donner des exemples.
- 2) Relever les applications qui font intervenir le facteur cinétique température dans chacun des cas suivants :
 - a- Une augmentation de température.
 - b- Une diminution de température.
- 3) La synthèse de l'ammoniac $\text{NH}_3(\text{gaz})$, à partir du dihydrogène $\text{H}_2(\text{gaz})$ et du diazote $\text{N}_2(\text{gaz})$, est une réaction exothermique. Justifier que l'élévation de température est nécessaire mais insuffisante pour favoriser la synthèse de l'ammoniac.

Exercice 2 (5,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à la température de 25 °C.

- I) On réalise la pile électrochimique (P_1) de symbole :

$\text{Pt} \mid \text{H}_2 (\text{P} = 1 \text{ atm}) \mid \text{H}_3\text{O}^+ (1 \text{ mol.L}^{-1}) \mid \mid \text{Pb}^{2+} (1 \text{ mol.L}^{-1}) \mid \text{Pb}$; sa fem vaut $E_1 = -0,13 \text{ V}$.

1- Donner le schéma annoté de cette pile.

2- Montrer que la valeur du potentiel standard d'électrode du couple Pb^{2+}/Pb est :

$$E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 \text{ V}.$$

II) Maintenant, on réalise la pile électrochimique (P_2) constituée de deux demi-piles (A) et (B) qui communiquent à l'aide d'un pont salin :

- la demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame de plomb Pb plongée dans une solution aqueuse de chlorure de plomb $PbCl_2$ de concentration molaire C_1 et de volume $V_1 = 0,05 \text{ L}$.

- la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame d'étain Sn plongée dans une solution aqueuse de chlorure d'étain $SnCl_2$ de concentration molaire C_2 et de volume $V_2 = 0,05 \text{ L}$.

À l'instant $t = 0$, la fem de cette pile est $E_2 = -0,04 \text{ V}$ et sa fem standard est $E_2^0 = -0,01 \text{ V}$.

1- Préciser, en le justifiant, les signes des pôles de la pile (P_2).

2- Lorsque la pile (P_2) débite un courant dans le circuit extérieur, on demande :

a- d'écrire les équations des transformations qui se produisent au niveau de chaque électrode,

b- d'en déduire l'équation bilan de la réaction qui se produit spontanément au cours du fonctionnement de la pile.

3- Déterminer le potentiel standard d'électrode du couple Sn^{2+} / Sn .

4- Après une durée Δt de fonctionnement de la pile (P_2), on constate que l'intensité I du courant électrique s'annule lorsque $[Pb^{2+}] = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, on demande dans ce cas de :

a- déterminer $[Sn^{2+}]$,

b- calculer les valeurs des concentrations initiales C_1 et C_2 ,

c- déterminer la masse du dépôt métallique qui apparaît à la surface de l'une des électrodes pendant la durée Δt , sachant que les masses molaires sont $M(Pb) = 207 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(Sn) = 119 \text{ g.mol}^{-1}$.

5- La pile (P_2) étant usée (ne débite plus de courant électrique), on dissout totalement dans la demi-pile (B) des cristaux de chlorure d'étain $SnCl_2$; sans modifier le volume initial de la solution. Préciser, en le justifiant, le signe de la fem E_3 de cette nouvelle pile et écrire l'équation de la réaction qui s'y produit spontanément.

On supposera qu'aucune des électrodes métalliques ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions aqueuses dans chaque compartiment de la pile restent constants.

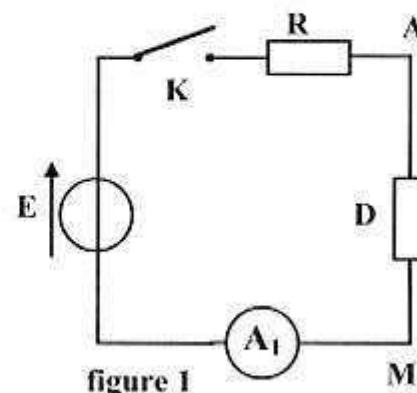
PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Le circuit de la figure 1 comporte un générateur supposé idéal de fem E , un interrupteur K , un ampèremètre (A_1), un résistor de résistance $R = 200 \Omega$ et un dipôle D , tous branchés en série.

Le dipôle D peut être soit :

- une bobine d'inductance L et de résistance interne supposée nulle,
- un condensateur de capacité C .



À une date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on visualise, la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes du dipôle D , à l'aide d'un oscilloscope, on obtient alors la courbe de la figure 2 de la page 5/5.

1) Préciser, en le justifiant, si le dipôle D est une bobine ou bien un condensateur.

2) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AM}(t)$.

- 3) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit : $u_{AM}(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.
- Déterminer graphiquement les valeurs de la tension U_0 et de la constante de temps τ .
 - En déduire la valeur de la grandeur (L ou C) qui caractérise le dipôle D.
- 4) Maintenant, on insère en série, dans le circuit, une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance interne r et on remplace le générateur de fem E par un **GBF** délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.

L'intensité instantanée du courant électrique $i(t)$, circulant dans le circuit, vérifie l'équation différentielle suivante : $L \frac{di}{dt} + (R + r).i + \frac{1}{C} \int i \cdot dt = u(t)$. La solution de cette équation s'écrit :

$$i(t) = I_m \sin(2\pi Nt - \frac{\pi}{4})$$

On maintient la fréquence du **GBF** à une valeur N_1 . Une étude appropriée permet de tracer le diagramme de Fresnel représenté par la **figure 3 de la page 5/5**.

- Préciser, en le justifiant, la nature (inductif, capacitif ou résistif) du circuit.
- Compléter, sur la **figure 3 de la page 5/5** (à remplir par le candidat et à remettre avec sa copie), en respectant l'échelle donnée, le diagramme de Fresnel correspondant à l'équation différentielle précédente. Préciser les expressions de X_2 et de X_3 .
- Montrer que l'impédance Z du circuit s'écrit : $Z = \sqrt{2} \cdot (R + r)$.
- L'intensité du courant électrique, mesurée à l'aide de l'ampèremètre, est de valeur

$$I = \frac{38,6}{\sqrt{2}} \text{ mA. Déterminer la valeur de la résistance } r.$$

- 5) On fait varier la fréquence N du **GBF** à partir de la valeur N_1 jusqu'à la valeur N_0 . Pour cette fréquence N_0 , l'ampèremètre indique la valeur la plus élevée $I_0 = \frac{57,5}{\sqrt{2}} \text{ mA.}$

- Justifier, sans faire de calcul, que pour $N = N_0$, on peut retrouver la valeur de la grandeur qui caractérise le dipôle D.
- La tension maximale que peut supporter ce condensateur est de 20 V. Préciser, en le justifiant, s'il y a risque de claquage du condensateur.

Exercice 2 (3,5 points)

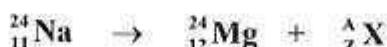
Données :

$$m(\text{Na}) = 23,99096 \text{ u} ; m_e (\text{électron}) = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u} ; m_p (\text{proton}) = 1,00728 \text{ u} ;$$

$$m_n (\text{neutron}) = 1,00867 \text{ u} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} ; 1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} ;$$

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$$

Le nucléide $^{24}_{11}\text{Na}$ du sodium est un isotope radioactif qui se désintègre en un noyau de magnésium $^{24}_{12}\text{Mg}$ en émettant une particule $^A_Z X$, selon l'équation :



- Déterminer les valeurs de A et Z. Identifier la particule $^A_Z X$ parmi les particules suivantes : ^1_1p ; ^1_0n ; $^0_{-1}\text{e}$; ^0_1e .
- Expliquer l'origine de la particule émise.

2) L'énergie libérée au cours de la désintégration d'un noyau de sodium est $\Delta E = 10,92 \text{ MeV}$.

a- Montrer que la masse du noyau de magnésium $^{24}_{12}\text{Mg}$, exprimée en u (unité de masse atomique) est : $m(\text{Mg}) = 23,97868 \text{ u}$.

b- Comparer la masse m_i de(s) particule(s) à l'état initial à la masse m_f des particules à l'état final, pour la désintégration étudiée. Justifier l'écart constaté.

3) a- Définir l'énergie de liaison d'un noyau.

b- Calculer l'énergie de liaison par nucléon, $E(^{24}_{12}\text{Mg})$ (en MeV), du noyau de magnésium.

c- Comparer la stabilité des noyaux $^{24}_{11}\text{Na}$ et $^{24}_{12}\text{Mg}$. On donne l'énergie de liaison par nucléon du noyau de sodium : $E(^{24}_{11}\text{Na}) = 7,83 \text{ MeV}$.

Exercice 3 (3 points)

Une réglette, fixée à un vibreur, impose à la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude a et de fréquence $N = 10 \text{ Hz}$. On suppose qu'il n'y a ni réflexion, ni amortissement d'ondes.

A partir d'une date $t = 0$, des rides rectilignes se propagent à partir d'un point source S de la surface de l'eau, à la célérité v . L'elongation de la source S s'écrit :

$$y_s(t) = a \sin(20\pi t + \varphi_s), \quad t \geq 0.$$

Le graphe de la figure 4 représente une coupe transversale, passant par S , de la surface libre de l'eau à une date t_0 .

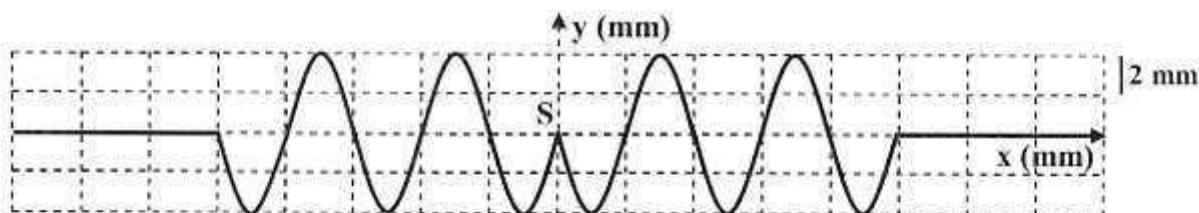


figure 4

1) A la date t_0 , l'elongation de tout point M de la surface libre de l'eau, situé au repos à la distance $SM = x$ de S , vérifie l'équation :

$$y_M(x) = a \sin(20\pi t_0 + \varphi_s - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad \text{tel que } -x_f \leq x \leq x_f$$

où x_f représente l'abscisse du front d'onde.

a- Déterminer la valeur de t_0 .

b- Montrer que $\varphi_s = \pi \text{ rad}$.

2) A la date t_0 , le front d'onde est situé à une distance $x_f = 45 \text{ mm}$.

a- Calculer la valeur de longueur d'onde λ .

b- En déduire la valeur de la célérité v de propagation.

3) On considère les deux points P et N , de la surface de l'eau, repérés, au repos, respectivement par les abscisses $SP = x_P = 18 \text{ mm}$ et $SN = x_N = 22,5 \text{ mm}$.

a- Déterminer le déphasage entre P et N : $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_N$.

b- Déterminer les abscisses x_i des points M_i qui vibrent, à la date t_0 , en quadrature retard de phase par rapport au point N .

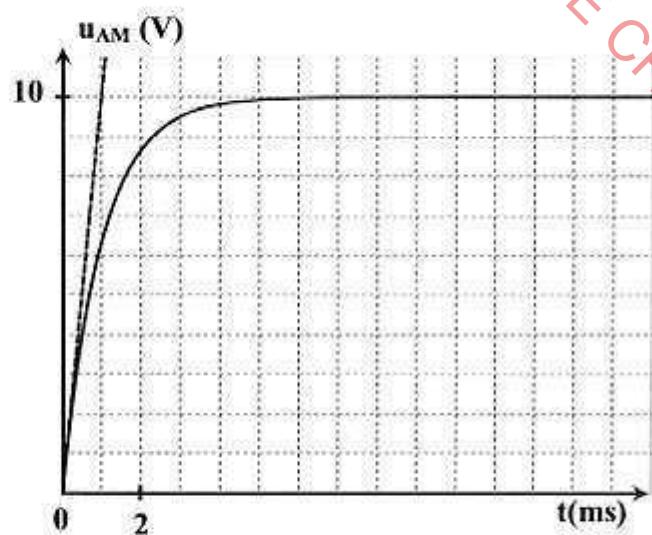
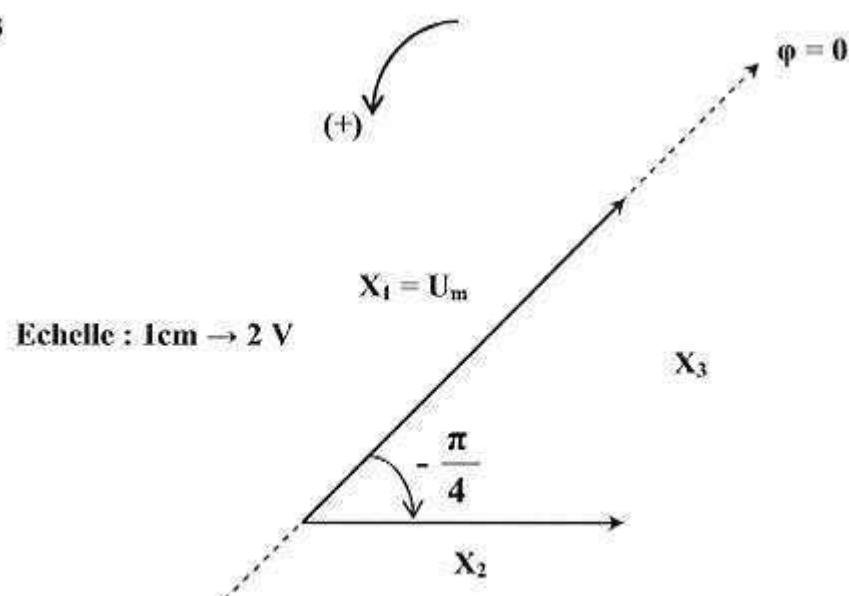


figure 2

figure 3



Correction Bac. Session principale 2013
Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES
Section : Sciences expérimentales

Chimie : (9 points)

Exercice 1 : (3,5 points) « document scientifique »

Q	Corrigé	Barème
1-	On appelle facteur cinétique ,tout paramètre permettant d'influencer la vitesse d'une réaction. Exemple : la température, la concentration des réactifs, la présence de catalyseur...	2x 0,5
2-a	Une augmentation de température : les synthèses de l'ammoniac et d'un grand nombre de composés organique sont réalisées à haute température.	0,75
2-b	Une diminution de température: la conservation des aliments au réfrigérateur(environ 4°C) ou au congélateur (environ -18°C), permet un ralentissement des différentes réactions de dégradation.	0,75
3-	La synthèse de l'ammoniac NH_3 (gaz), à partir du dihydrogène H_2 (gaz) et du diazote N_2 (gaz), est une réaction exothermique. L'élévation de température est nécessaire pour accélérer la réaction mais insuffisante car elle favorise la réaction de décomposition de l'ammoniac.	2 x 0,5

Exercice 2 (5,5 points)

Q	Corrigé	Barème
I-1		1
I-2	$E_1 = E_1^0 = E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) - E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2)$ A.N: $E_1^0 = E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13\text{V}$	2 x 0,25
II-1	$E_2 = V_b(\text{Sn}) - V_b(\text{Pb}) = -0,04\text{V}$ d'où $V_b(\text{Sn}) < V_b(\text{Pb})$ Electrode en Sn : pôle négatif et électrode en plomb : pôle positif.	2x 0,25
II-2-a	Electrode en Sn / pôle négatif/ oxydation $\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$ Electrode en Pb / pôle positif/ réduction $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	2x 0,25
II-2-b	$\text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$	0,25
II-3	$E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) - E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = E_2^0 = -0,01\text{V}$ $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) + E_2^0$ $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,14\text{V}$	2 x 0,25

II-4-a	Lorsque la pile ne fonctionne plus, l'intensité du courant électrique devient $I = 0$ $E_3 = E_2^0 - 0,03 \log \frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{[Sn^{2+}]_{eq}} = -0,01 - 0,03 \log \frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{[Sn^{2+}]_{eq}} \Rightarrow \frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{[Sn^{2+}]_{eq}} = 0,464$	2x 0,25
--------	--	---------

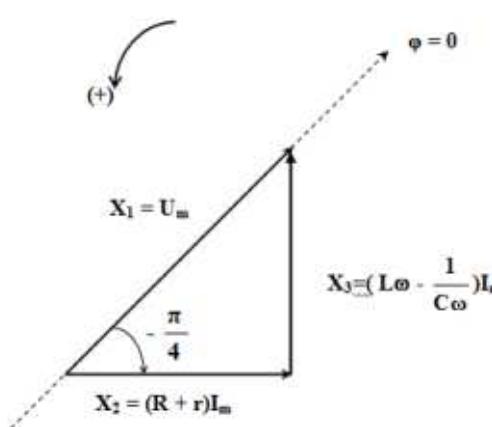
Q	Corrigé	Barème
suite	Ce qui donne $[Sn^{2+}]_{eq} = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{0,464} = 7,5 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$	
II-4-b	<p>A l'instant $t = 0$, on a: $E_2 = -0,04V$</p> $E_2 = -0,04V = E_2^0 - 0,03 \log \frac{[Pb^{2+}]_i}{[Sn^{2+}]_i} = -0,01 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow \frac{[Pb^{2+}]_i}{[Sn^{2+}]_i} = \frac{C_1}{C_2} = 10$ $Pb + Sn^{2+} \rightleftharpoons Pb^{2+} + Sn$ <p>A $t=0$ C_2 C_1</p> <p>A t_{qq} $C_2 + y = C'_2$ $C_1 - y = C'_1$</p> $*C_2 + C_1 = C'_2 + C'_1 = 7,5 \cdot 10^{-3} + 3,5 \cdot 10^{-3} = 11 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ $* \frac{C_1}{C_2} = 10 \quad \text{les deux équations} \Rightarrow C_1 = 10^{-2} mol \cdot L^{-1} \text{ et } C_2 = 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$	3 x 0,25
II-4-c	$Pb + Sn^{2+} \rightleftharpoons Pb^{2+} + Sn$ <p>A $t=0$ C_2 C_1</p> <p>A t_{final} $C_2 + y_f$ $C_1 - y_f$</p> <p>Lorsque la pile ne fonctionne plus: $C_1 - y_f = 3,5 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ et $C_1 = 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ $\Rightarrow y_f = 6,5 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$</p> <p>Masse du Pb déposé: $m_{\text{déposé}} = y_f \cdot V \cdot M_{\text{Pb}}$ A.N: $m_{\text{déposé}} = 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05 \cdot 207 = 0,067 g$</p>	2 x 0,25
II-5	<p>La pile est usée: $E = 0$</p> <p>D'après la loi de modération un ajout d'une quantité d'ions Sn^{2+} à volume constant va faire déplacer le système chimique dans le sens qui consomme les ions Sn^{2+}; par conséquent $Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ et $Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^-$</p> <p>Lame Pb : borne (-) et Lame Sn : borne (+)</p> $\Rightarrow E_3 = V_D - V_G > 0 \quad \text{d'où} \quad Pb + Sn^{2+} \rightarrow Pb^{2+} + Sn$	2 x 0,25

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (4,5 points)

Q	Corrigé	Barème
1-	<p>Il y a deux possibilités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - P_1: si D est une bobine, à partir de $t=0$, $u_{AM} \neq 0$, à cause du phénomène d'auto-induction. Ce qui n'est pas vérifié, donc D est un condensateur. - P_2: En régime permanent, $i = 0$, donc D n'est pas une bobine. Par contre, lorsque $i=0$, on a une tension $u_{AM} = \text{constante} \neq 0$, alors D est un condensateur où $u_C = \text{constante} \neq 0$ 	2 x 0,25

2-	<p>(*) Schéma fléché</p> <p>(*) loi des mailles : $E - R_i - u_{AM} = 0 \Rightarrow E - R_i - u_C = 0 \Rightarrow E = R_i + u_C$</p> $u_C = \frac{q}{C}, i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$ d'où $E = R.C \frac{du_C}{dt} + u_C \Rightarrow \frac{E}{R.C} = \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C$ Avec $\tau = R.C$	2 x 0,25
----	---	----------

Q	Corrigé	Barème
3-a	En régime permanent $U_0 = 10V$ graphiquement $\tau = 10^{-3}s$	2 x 0,25
3-b	$C = \frac{\tau}{R} = 5.10^{-6} F$	0,25
4-a	$\varphi_u - \varphi_i = \pi/4 \text{ rad}$ d'où $\varphi_u - \varphi_i > 0$ le circuit est inductif	2 x 0,25
4-b		3 x 0,25
4-c	$\cos \Delta \varphi = \cos(-\pi/4) = \frac{R+r}{Z} \Rightarrow Z = (R+r) \cdot \sqrt{2}$	0,25
4-d	$U_m = ZI_m = \sqrt{2} (R+r) \cdot I_m$ d'où $r = \frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot I_m} - R$ A.N: $r = 20 \Omega$	2 x 0,25
5-a	I prend la valeur la plus élevée \Rightarrow résonance d'intensité $N_1 = N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$	0,25
5-b	$U_{Cm} = \frac{I_m}{2\pi N_0 C} = I_m \sqrt{\frac{L}{C}} \approx 18,2V$ $U_{Cm} \approx 18,2V < U_s = 20V \Rightarrow$ Il n'y a pas de claquage pour ce condensateur.	2 x 0,25

Exercice 2 : (3,5 points)

Q	Corrigé	Barème
1-a	$^{24}_{11}Na \rightarrow ^{24}_{12}Mg + ^A_Z X$ Conservation du nombre de masse A : $24 = 24 + A \Rightarrow A = 0$ Conservation du nombre de charge Z : $11 = 12 + Z \Rightarrow Z = -1$ $^A_Z X = ^0_{-1}X = ^0_{-1}e$ électron	3 x 0,25
1-b	$^1_0n \rightarrow ^1_1P + ^0_{-1}e$	0,25

Q	Corrigé	Barème
3-a	L'énergie de liaison, notée E_i , est l'énergie qu'il faut fournir à un noyau pour le dissocier en nucléons séparés, isolés et immobiles.	0,5
3-b	$E(\frac{24}{12}\text{Mg}) = [12m_p + 12m_n - m(\frac{24}{12}\text{Mg})].c^2/24$ $E(\frac{24}{12}\text{Mg}) = 8,25 \text{ MeV}$	2 x 0,25
3-c	$E(\frac{24}{12}\text{Mg}) > E(\frac{24}{11}\text{Na}) \Rightarrow$ le noyau $\frac{24}{12}\text{Mg}$ est plus stable que le noyau $\frac{24}{11}\text{Na}$	2 x 0,25
2-a	$\Delta E = 10,92 \text{ MeV} = \Delta m.c^2 = [m(\text{Na}) - m(\text{Mg}) - m(e^-)].c^2$ $\Rightarrow m(\text{Mg}) = [m(\text{Na}) - m(e^-)] - [\Delta E/c^2] = 23,97868 \text{ u}$	2 x 0,25
2-b	$m_i = m(\text{Na})$; $m_f = m(\text{Mg}) + m(e^-)$ et $m_i > m_f$ \Rightarrow la non conservation de la masse se traduit par l'énergie libérée : équivalence masse-énergie.	2 x 0,25

Exercice 3: (3 points)

Q	Corrigé	Barème								
1-a	A partir des relations : $x_f = 2,5\lambda$; $x_f = v.t_0$ et $x_f = \frac{\lambda}{T}.t_0$ on trouve : $t_0 = 2,5T = 0,25 \text{ s}$	2 x 0,25								
1-b	A la date t_0 , le front d'onde se termine par un creux d'où $\varphi_s = \pi \text{ rad}$.	2 x 0,5								
2-a	$x_f = 2,5\lambda = 45 \text{ mm} \Rightarrow \lambda = 18 \text{ mm}$.	2 x 0,25								
2-b	$\lambda = v.T = \frac{v}{N} \Rightarrow v = \lambda.N = 0,18 \text{ m.s}^{-1}$	2 x 0,25								
3-a	$\Delta\varphi = \varphi_p - \varphi_N = -\frac{2\pi}{\lambda}(x_p - x_N) = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$	2 x 0,25								
3-b-	<p>Abscisses des points P_i, qui vibrant à t_0, en quadrature de phase par rapport à N. $\Delta\varphi = \varphi_{pi} - \varphi_N = -\pi/2 \text{ rad}$.</p> <p>En ayant : $x_N = 1,25\lambda \Rightarrow -\frac{2\pi}{\lambda}(x_{pi} - x_N) = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi \Rightarrow x_{pi} = 1,5\lambda - k\lambda$ et que $0 \leq 1,5\lambda - k\lambda \leq 2,5\lambda$</p> <p>On déduit que :</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>k</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>x_{pi}</td> <td>$\lambda/2$</td> <td>$3\lambda/2$</td> <td>$5\lambda/2$</td> </tr> </table> <p>Par symétrie par rapport à l'axe des y, on déduit les x_{pi} d'abscisses négatives. N.B Accepter le raisonnement sur le tracé du schéma.</p>	k	1	0	-1	x_{pi}	$\lambda/2$	$3\lambda/2$	$5\lambda/2$	2 x 0,25
k	1	0	-1							
x_{pi}	$\lambda/2$	$3\lambda/2$	$5\lambda/2$							

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION  EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2013	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES Durée : 3 H Coefficient : 4
Section : Sciences expérimentales	SESSION DE CONTRÔLE

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4 points)

Les amides aliphatiques saturés obéissent à la formule générale $C_nH_{2n+1}ON$ où n est le nombre d'atomes de carbone.

- 1- a- Déterminer la formule brute des amides aliphatiques saturés pour $n = 3$.
 - b- Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des amides répondant à cette formule brute.
- 2- On réalise deux expériences aboutissant chacune à la formation d'un amide de formule brute C_3H_7ON . On notera (A_1) et (A_2) les isomères des amides obtenus.
- Première expérience : l'amide (A_1) est obtenu par réaction entre l'ammoniac NH_3 en excès et un chlorure d'acyle (B) .
- a₁- Déterminer, en le justifiant, la formule semi-développée de (B) et donner son nom.
 - b₁- Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique qui se produit entre (B) et NH_3 .
- Deuxième expérience : l'amide (A_2) est obtenu par réaction entre la méthanimine CH_3NH_2 en excès et un anhydride d'acide noté (D) .
- a₂- Déterminer, en le justifiant, la formule semi-développée de (D) et donner son nom. Identifier alors (A_2) .
 - b₂- Ecrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction chimique qui se produit entre (D) et CH_3NH_2 .

Exercice 2 (5 points)

Toutes les mesures sont réalisées à 25 °C, température pour laquelle $pK_e = 14$.

On dispose d'une solution aqueuse (S_A) d'un monoacide faible AH de concentration $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $pH = 3,4$.

- 1- a- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide AH avec l'eau.
- b- Exprimer le taux d'avancement final τ_f de cette réaction en fonction de pH de la solution (S_A) et de sa concentration C_A . Calculer la valeur de τ_f .
- c- Justifier que AH est un acide faible.

- 2- a- Donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple AH / A^-
- b- Le couple AH / A^- a un $\text{p}K_a = 4,8$. Comparer $[\text{AH}]_{\text{éq}}$ et $[\text{A}^-]_{\text{éq}}$. En déduire que l'acide AH est faiblement dissocié dans la solution (S_A) ($5 \cdot 10^{-2} \cdot [\text{AH}]_{\text{éq}} > [\text{A}^-]_{\text{éq}}$).
- c- Montrer que le pH de la solution (S_A) s'écrit : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C_A)$.
- 3- On dose un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- a- Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage.
- b- Préciser, en le justifiant, si le mélange obtenu à l'équivalence est à caractère acide, basique ou neutre.
- 4- a- Déterminer le volume V_{BE} de la solution (S_B), versé à l'équivalence, du dosage acido-basique.
- b- Donner, sans faire de calcul, la valeur du pH du mélange lorsque le volume de (S_B) versé est $V_B = 5 \text{ mL}$. Justifier.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (3,5 points)

On dispose d'un générateur idéal de fem E , d'un condensateur de capacité $C = 1 \mu\text{F}$ et de deux dipôles électriques (\mathbf{D}_1) et (\mathbf{D}_2). Le dipôle (\mathbf{D}_1) est une bobine d'inductance L et de résistance interne r supposée nulle. Le dipôle (\mathbf{D}_2) est une bobine de même inductance L mais de résistance interne r non nulle.

Pour étudier l'évolution au cours du temps de la tension électrique $u_C(t)$ aux bornes du condensateur, on réalise les deux expériences suivantes :

- **Expérience 1** : on charge complètement le condensateur à l'aide du générateur et on le branche aux bornes du dipôle (\mathbf{D}_1). A l'aide d'un oscilloscope branché aux bornes du condensateur, on visualise la tension $u_C(t)$.
- **Expérience 2** : on charge complètement le condensateur à l'aide du générateur et on le branche aux bornes du dipôle (\mathbf{D}_2). A l'aide d'un oscilloscope branché aux bornes du condensateur, on visualise la tension $u_C(t)$.

On obtient les deux courbes (C_1) et (C_2) de la **figure 1**.

- 1- Faire correspondre, à chacune des expériences précédentes, l'une des courbes (C_1) ou (C_2) qui lui convient. Justifier la réponse.
- 2- Chacun des phénomènes oscillatoires, représentés par les courbes (C_1) et (C_2), est caractérisé par la période propre T_0 ou la pseudo-période T .
 - a- Déterminer graphiquement les valeurs de T_0 et de T .
 - b- En déduire la valeur de L .

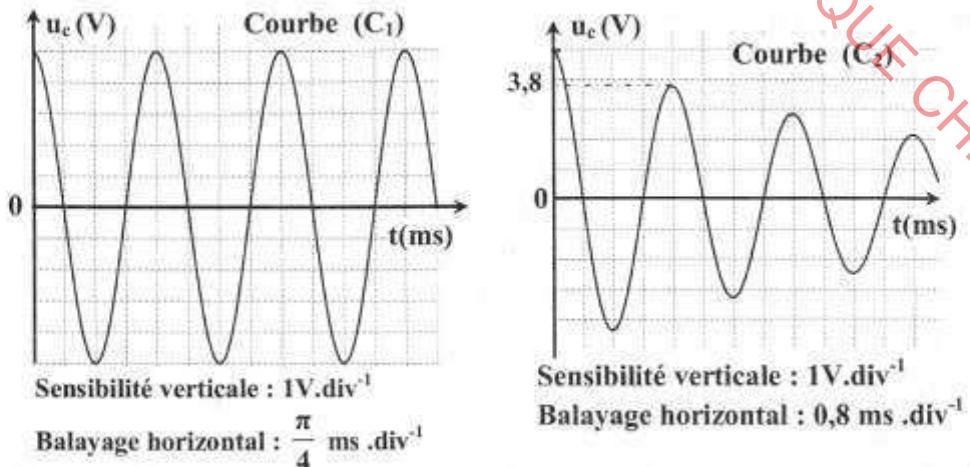


figure 1

- 3- On considère le circuit électrique fermé réalisé lors de l'expérience qui a permis d'obtenir la courbe (C₂) de la figure 1.
- Calculer les valeurs E₁ et E₂ de l'énergie emmagasinée dans ce circuit, respectivement aux instants t₁ = 0 et t₂ = T.
 - Préciser, en le justifiant, la cause de l'écart entre les valeurs E₁ et E₂.

Exercice 2 (3 points) « Etude d'un document scientifique »

L'abandon du Thorotраст

Le thorotраст est un produit de contraste opaque aux rayons X. Il est à base de thorium 232, élément dont la radioactivité naturelle est très prolongée. En effet, sa demi-vie est de quarante milliards d'années... Les particules α émises pendant la désintégration du thorium ont un parcours important de 40 μm dans les tissus. Le thorotраст a été utilisé en radiologie entre 1920 et 1950 en Europe, en Amérique du Nord et au Japon, avant d'être écarté en raison de son danger potentiel. Près de 2,5 millions de personnes ont reçu avant son abandon des injections de volume de 1 à 100 mL correspondant à des activités de 2 à 200 kBq. Le premier cancer a été observé en 1947.

Le cancer du foie a été plus fréquent, son apparition (20 à 28 ans après l'injection) est d'autant plus précoce que l'activité injectée est plus grande. La fréquence augmente avec l'activité injectée. Pour une injection de 25 mL (50 kBq), la dose absorbée moyenne dans le foie est estimée à 0,25 Gy/an pour toute la durée de la vie, l'oxyde de thorium étant fixé définitivement ; l'irradiation subie atteint donc 5 Gy en vingt ans.

$$1 \text{ Gy} (1 \text{ Gray}) = 1 \text{ J.kg}^{-1}$$

D'après le texte de Bernard Hoerni, 2002

- 1- a- Préciser la propriété optique ayant permis d'utiliser le thorotраст en radiologie entre les années 1920 et 1950.
- b- Justifier que le thorium 232 est un élément dont la radioactivité naturelle est très prolongée.
- 2- La phrase soulignée dans le texte fait allusion à une propriété des particules α émises. Préciser cette propriété.
- 3- En se basant sur l'activité, expliquer l'abandon du thorotраст en radiologie.

Exercice 3 (4,5 points)

Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par : $E_n = \frac{-E_0}{n^2}$ où n est un entier naturel non nul et $E_0 = 13,6 \text{ eV}$. Cet atome peut passer d'un niveau n d'énergie E_n à un niveau m d'énergie E_m .

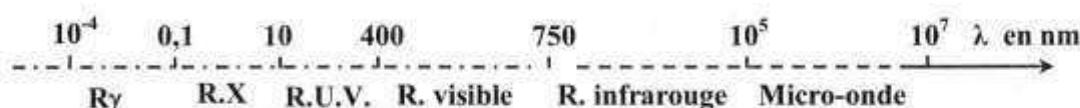
On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ et $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

- 1- Nommer le passage de l'atome d'hydrogène d'un niveau n à un niveau m .
- 2- Décrire brièvement le spectre obtenu dans chacun des cas suivants : $n > m$ et $n < m$.
- 3- On considère le passage de l'atome d'hydrogène du niveau n au niveau m tels que $n > m$. Montrer que la longueur d'onde λ , de la radiation correspondant à cette transition, s'écrit :

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} \left[\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

où λ_0 est une constante. Déterminer la valeur de λ_0 .

- 4- On considère les quatre radiations de l'atome d'hydrogène correspondant aux longueurs d'onde suivantes : $\lambda_1 = 657 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 486 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 434 \text{ nm}$ et $\lambda_4 = 410 \text{ nm}$. Sachant que le niveau final est $m = 2$, préciser les niveaux n correspondant aux transitions qui ont émis les radiations précédentes.
- 5- On considère l'atome d'hydrogène à l'état fondamental. On l'excite par une radiation monochromatique dont l'énergie du photon est W .
- a- Décrire, sans faire de calcul, ce qui se passe si $W > E_0$.
- b- Calculer la longueur d'onde **maximale** λ_m de la radiation d'énergie W pour laquelle l'atome d'hydrogène se trouve dans un état ionisé.
- Préciser le domaine de cette radiation parmi les domaines suivants :



Correction Bac. Session de contrôle 2013

Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES

Section : Sciences expérimentales

Chimie : (9 points)

Exercice 1 : (4 points)

Q	Corrigé	Barème
1-a-	$\text{C}_3\text{H}_7\text{ON}$	0,25
1-b	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-NH}_2$ Propanamide $\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-NH-CH}_3$ N -méthyléthanamide $\text{H-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-NH-CH}_3$ N,N -diméthyléthanamide $\text{H-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_3$ N -éthyléthanamide	4 x 0,25 (formule) 2 x 0,25 (nom)
2-a ₁	L'action d'un chlorure d'acyle donne un amide non-substitué. B : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{Cl}$ Chlorure de propanoyle	3 x 0,25
2-b ₁	\cdot $2\text{NH}_3 + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{Cl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(=\text{O})\text{-NH}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$	0,25
2-a ₂	L'action d'une amine primaire sur un anhydride d'acide donne un amide monosubstitué. D : Anhydride éthanoïque $\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-O-CH}_3$ $\text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-NH-CH}_3$ A ₂ : N -méthyléthanamide	4 x 0,25
2-b ₂	$2\text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-O-CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}(=\text{O})\text{-NH-CH}_3 + \text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{CH}_3\text{NH}_3^+$	0,25

Exercice 2 (5 points)

Q	Corrigé	Barème
1-a	$\text{AH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$	0,5
1-b	$\tau_f = \frac{10^{-\text{pH}}}{\text{C}_A} = 3,98 \cdot 10^{-2}$	2 x 0,25
1-c	$\tau_f = 3,98 \cdot 10^{-2} < 1$: AH est un acide faible.	0,5
2-a	$K_a = \frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}}$	0,5
2-b	$\frac{[\text{A}^-]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}} = \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{10^{-4,8}}{10^{-3,4}} = 10^{-1,4} = 4\% < 5\%$	2 x 0,25
2-c	Approximation 1: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \approx [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ac}}$ car $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{ac}} \gg [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éau}}$ Approximation 2: $\tau_f < 5\% \Rightarrow [\text{AH}]_{\text{éq}} \approx C_A$ car $[\text{AH}]_{\text{éq ac}} \gg [\text{A}^-]_{\text{éq}}$ $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_A} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_a \cdot C_A \Rightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - \log C_A)$	3 x 0,25
3-a	$\text{AH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$	0,25
3-b	La solution S_E obtenue à l'équivalence est basique puisque A^- est une base faible.	2 x 0,25
4-a	$V_{BE} = \frac{C_A V_{AE}}{C_B} = 10 \text{ mL}$	2 x 0,25
4-b	$V_B = 5 \text{ mL} = V_{BE} / 2 \Rightarrow \text{pH} = \text{p}K_a = 4,8$	2 x 0,25

Physique : (11 points)

Exercice 1 : (3,5 points)

Q	Corrigé	Barème
1-a	Courbe (C ₁) → Exp1 : bobine d'inductance L et de résistance interne r supposée nulle. Les oscillations sont non amorties. Courbe (C ₂) → Exp2 : bobine d'inductance L et de résistance interne r non nulle. Les oscillations sont amorties.	3 x 0,25
2-a	$T_0 = 3,14 \text{ ms}$ et $T = 3,20 \text{ ms}$	2 x 0,25
2-b	$T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C} \Rightarrow L = 0,25 \text{ H}$	2 x 0,25
3-a	A l'instant $t_1 = 0$, on a : $E_{C1} = \frac{1}{2} \cdot (C \cdot U_{cm1})^2 = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$; $E_{m1} = 0 \Rightarrow E_1 = E_{C1} + E_{m1} = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ A l'instant $t_2 = T$, on a : $E_{C2} = \frac{1}{2} \cdot (C \cdot U_{cm2})^2 = 7,22 \cdot 10^{-6} \text{ J}$; $E_{m2} = 0 \Rightarrow E_2 = E_{C2} + E_{m2} = 7,22 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	1,25
3-b-	Cette variation d'énergie est due à la dissipation de l'énergie par effet Joule à travers la résistance interne r de la bobine.	0,5

Exercice 2 : (3 points) « document scientifique »

Q	Corrigé	Barème
1-a	Le thorotrast opaque aux rayons X.	0,75
1-b	Sa demi-vie est de 40 milliard d'année.	0,75
2-	Particules pénétrant jusqu'à 40 µm dans les tissus.	0,75
3-	L'activité est très élevée elle provoque le cancer.	0,75

Exercice 3: (4,5 points)

Q	Corrigé	Barème
1-	Transition	0,25
2-	$n > m$: on observe un spectre d'émission formé de raies colorées $n < m$: on observe un spectre d'absorption formé de raies noires	2 x 0,5
3-	$\Delta E = E_n - E_m = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ $\frac{hc}{\lambda} = E_0 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ avec } \lambda_0 = \frac{hc}{E_0}$ A.N: $\lambda_0 = 91,27 \text{ nm}$	4 x 0,25
4-	$n = \sqrt{\frac{4\lambda_n}{\lambda_n - 4\lambda_0}}$ $\lambda_1 \rightarrow n_1 = 3$ $\lambda_2 \rightarrow n_2 = 4$ $\lambda_3 \rightarrow n_3 = 5$ $\lambda_4 \rightarrow n_4 = 6$	5 x 0,25
5-a	$W > E_0$: le photon peut être absorbé ; une partie de son énergie ionise l'atome.	0,25
5-b-	$W = \frac{hc}{\lambda_m} = E_0$ $\lambda_m = \frac{hc}{E_0}$ $\lambda_m = 91,26 \text{ nm ;}$ $10 \text{ nm} < \lambda_m < 400 \text{ nm}$ Donc λ_m appartient au domaine du rayonnement ultraviolet R. U. V.	3 x 0,25

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'EDUCATION	EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2012
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Durée : 3h Coefficient : 4
SECTION : Sciences Expérimentales	SESSION PRINCIPALE

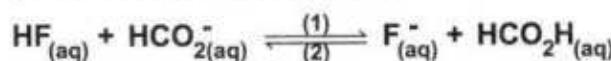
Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4

CHIMIE (9 points)

Exercice 1 (4 points)

A 25°C, on mélange dans un bêcher, un volume $V_1 = 60 \text{ mL}$ d'une solution de fluorure d'hydrogène HF de concentration $C_1 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V_2 = 40 \text{ mL}$ d'une solution de méthanoate de sodium HCO_2Na de concentration $C_2 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$.

Le système aboutit à l'équilibre chimique symbolisé par :



- 1.a) Déterminer la concentration initiale du mélange en HF et en HCO_2^{-} .
- b) Donner l'expression de la fonction des concentrations π relative à la réaction (1).
- c) En déduire le sens d'évolution du système, à partir de l'état initial.
- 2.a) Déterminer l'avancement volumique maximal y_m de la réaction (1) et préciser en le justifiant, le réactif limitant.
- b) Déterminer la constante d'équilibre K sachant que l'avancement volumique de la réaction (1) à l'équilibre est $y_r = 6,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
3. Le système considéré est à l'état d'équilibre ; on ajoute au mélange un volume $V'_1 = 2 \text{ mL}$ de la solution de fluorure d'hydrogène HF .
 - a) Préciser en le justifiant, le sens d'évolution du système.
 - b) Déterminer la composition molaire du système à l'équilibre.

Exercice 2 (5 points)

A partir des acides notés A_1H , A_2H et A_3H , on prépare à 25 °C les solutions (S_1) , (S_2) et (S_3) , de concentrations molaires respectives C_1 , C_2 et C_3 et de pH respectifs $\text{pH}_1 = 3,4$, $\text{pH}_2 = 2$ et $\text{pH}_3 = 2$.

1. Avec une solution aqueuse de soude de concentration molaire C_B , on dose le même volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de chacune des solutions (S_1) , (S_2) et (S_3) . Les volumes de solution de soude ajoutés à l'équivalence sont égaux respectivement à 2 mL , 10 mL et 2 mL .
 - a) Montrer que les solutions (S_1) et (S_3) ont la même concentration molaire.
 - b) En déduire que l'acide A_3H est plus fort que l'acide A_1H .
2. a) Trouver une relation entre C_2 et C_3 .
 - b) En déduire, parmi A_1H , A_2H et A_3H , l'acide le plus fort.
3. On réalise la dilution au 1/10 de chacune des solutions précédentes. En mesurant le pH des nouvelles solutions (S'_1) , (S'_2) et (S'_3) , on trouve successivement : $\text{pH}'_1 = 3,9$, $\text{pH}'_2 = 2,5$ et $\text{pH}'_3 = 3$.

Montrer que les résultats de mesure de pH après dilution confirment la réponse à la question (2.b) et que l'acide en question est un acide fort.

4. a) Calculer la concentration molaire initiale de la solution d'acide fort.
 b) En déduire la valeur de la concentration molaire C_B de la solution de soude utilisée pour le dosage.
 5. a) Calculer les valeurs des concentrations des deux autres solutions d'acides utilisées avant la dilution.
 b) Montrer que A_1H est l'acide le plus faible.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

On dispose d'un **GBF** (générateur basse fréquence) délivrant entre ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, de fréquence N réglable et d'un circuit **RLC** série constitué d'un résistor de résistance $R_o = 35 \Omega$, d'un condensateur de capacité $C = 2,8 \mu F$ et d'une bobine d'inductance $L = 0,016 H$ et de résistance interne

$r = 6 \Omega$. A l'aide d'un commutateur **K** (Fig.1) que l'on met dans la position 1, un courant électrique oscille dans le circuit **RLC** série ($R = R_o + r$) avec une intensité $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi_i)$, où

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_o + r)^2 + (2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC})^2}}$$

et φ_i est la phase initiale de $i(t)$.

Un système d'acquisition informatique permet de tracer les chronogrammes de la tension d'alimentation $u(t)$ et de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

1. Pour une valeur N_1 de N , un ampèremètre inséré dans le circuit indique la valeur $I_1 = 207 \text{ mA}$ et on obtient pour $u(t)$ et $u_c(t)$, les chronogrammes sinusoïdaux \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure Fig.2.

- a) Montrer, en s'appuyant sur la figure Fig.2, que la courbe \mathcal{C}_1 est le chronogramme de $u(t)$.
 b) Déterminer graphiquement la valeur du déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_{u_c} - \varphi_u)$ et en déduire que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.
 c) Calculer la valeur de N_1 .
 d) Calculer les valeurs de U_m et de U_{Cm} .

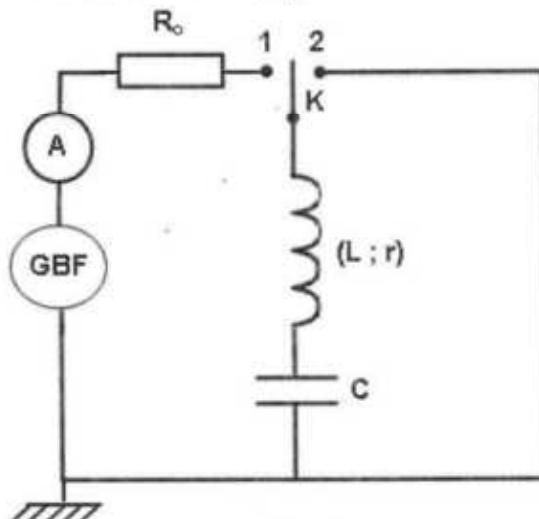


Fig.1

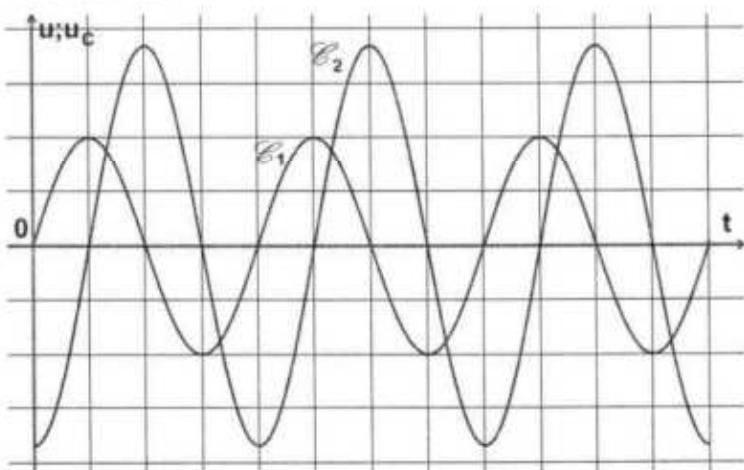


Fig.2

2. a) Etablir l'expression de la charge maximale Q_m du condensateur en fonction de la fréquence N du GBF et de l'intensité maximale I_m du courant oscillant dans le circuit RLC série.

b) – Montrer que le circuit RLC série est le siège d'une résonance de charge à la fréquence

$$N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R_0 + r)^2}{8\pi^2 L^2}}, \text{ où } N_0 \text{ est la fréquence propre de l'oscillateur.}$$

– En déduire le sens dans lequel il faut faire varier la fréquence N du GBF, à partir de la valeur N_1 , pour transformer la résonance d'intensité en une résonance de charge.

3. Après une certaine durée de fonctionnement et juste à l'instant où la tension u_c aux bornes du condensateur est maximale, on bascule le commutateur K de la position 1 à la position 2. Sachant que la valeur $r = 6 \Omega$ est suffisamment petite pour que le circuit rLC série se mette à osciller, préciser la nature des oscillations et donner deux propriétés distinguant ces oscillations de celles des questions (1) et (2).

Exercice 2 (3 points)

« Étude d'un document scientifique »

Crooner sous hélium

Mais qu'y a-t-il dans ce ballon (Fig. ci-contre) ? Quelle est cette substance aux pouvoirs étranges qu'est en train d'aspirer Lionel Richie et qui est capable de transformer sa voix à ce point ? De l'hélium sous forme gazeuse, voilà le secret ! Quand nos cordes vocales vibrent – ce qui produit le son de la voix – elles génèrent des ondes (ou des vagues, si vous préférez) qui font trembler les molécules d'air à proximité. Les premières molécules touchées répercutent cette vibration aux suivantes. Et ainsi de suite, de proche en proche, les ondes se propagent. Or, la forme et la masse des molécules d'hélium sont différentes de celles des molécules d'air. Du coup, elles ne réagissent pas pareil aux vibrations.

Par suite, les ondes se déplacent dans l'hélium bien plus vite que dans une atmosphère classique jusqu'à trois fois plus rapidement, ce qui modifie les fréquences de la voix. C'est comme si, en chantant dans l'air, et dans l'hélium, Lionel Richie jouait la même note avec deux instruments différents, le timbre du son n'est alors pas le même.



Lionel Richie
dans une émission
de télévision

D'après *Science & Vie Junior*, mars 2009

Crooner : chanteur à voix charmante.

Lionel Richie : chanteur américain célèbre.

timbre du son : qualité du son.

Questions

1. Relever du texte :

- a) la source d'ondes sonores de la voix,
- b) une phrase qui montre que le son est une onde mécanique.

2. Préciser, dans la phrase soulignée dans le texte, le terme qui n'est pas précis et le remplacer par le terme scientifique adéquat.

3. Justifier pourquoi le timbre de la voix du chanteur n'est pas le même dans l'air que dans l'hélium.

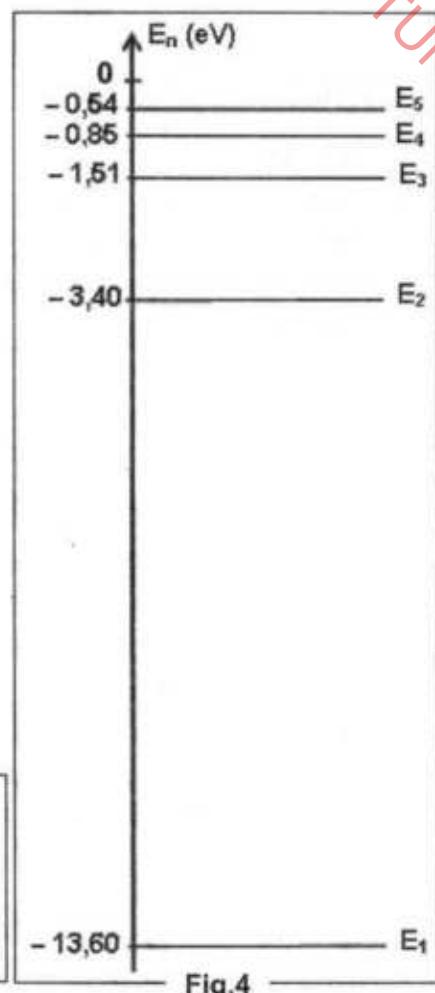
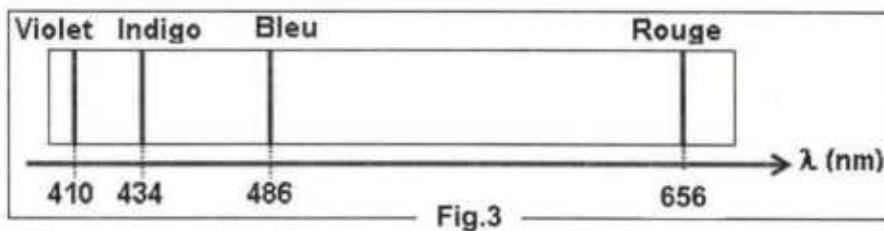
Exercice 3 (3 points)

L'analyse du spectre de l'atome d'hydrogène (Fig.3) dont le diagramme des niveaux d'énergie est représenté dans la figure Fig.4 révèle la présence de raies de longueurs d'onde λ bien déterminées.

1. Préciser, en le justifiant, si le spectre analysé est un spectre :
 - continu ou bien discontinu,
 - d'émission ou bien d'absorption.
2. Expliquer le qualificatif « quantifié » attribué à l'énergie d'un atome d'hydrogène.
3. a) Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène perd ou bien gagne de l'énergie quand il passe du niveau E_5 au niveau E_2 .
b) Déterminer la longueur d'onde de la radiation émise au cours de cette transition et identifier sa couleur.
4. Déterminer la transition qui amène l'atome d'hydrogène au niveau d'énergie E_2 avec émission d'une lumière bleue.
5. Déterminer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

On donne :

- Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- Célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



Corrigé du sujet de Sciences Physiques Session principale 2012

SECTION :Sciences Expérimentales

CHIMIE

Exercice 1

$$I. a- [HF]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \frac{0,260}{100} = 12.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[HCO_3^-] = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,240}{100} = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$b- \pi = \frac{[F^-][HCO_3^-]}{[HF][HCO_3^-]}$$

c- A $t=0$, $\pi = 0$ est encore inférieure à la constante à l'équilibre K , d'où le système évolue dans le sens 1.

Commentaire: Pour une valeur de π comprise entre 0 et K , la réaction directe est possible spontanément

2. a- pour déterminer le réactif limitant, on dresse le tableau d'avancement volumique du système étudié. Il est conseillé d'écrire sous l'équation de la réaction la composition du système à l'état initial et à un instant quelconque.

Equation de la réaction	$HF_{(aq)} + HCO_3^- \rightarrow F^-_{(aq)} + HCO_3^-H_{(aq)}$				
Etat du système	Avancement	Concentration			
initial	0	12.10^{-2}	8.10^{-2}	0	0
final	y_f	$12.10^{-2} - y_f$	$8.10^{-2} - y_f$	y_f	y_f

On a à la fois les deux conditions suivantes: $12.10^{-2} - y_f \geq 0$ et $8.10^{-2} - y_f \geq 0 \Rightarrow y_f \leq 8.10^{-2}$
La réaction est totale dans le sens(1) avec $y_f = 8.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

D'où le réactif limitant ne peut être que $HCO_3^-_{(aq)}$

b- La constante d'équilibre

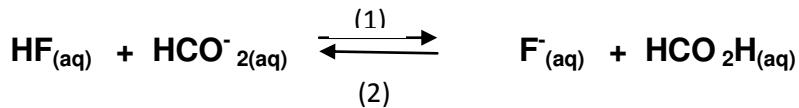
$$K = \frac{[F^-]_{eq}[HCO_3^-H]_{eq}}{[HF]_{eq}[HCO_3^-]_{eq}} = \frac{y_f^2}{(12.10^{-2} - y_f)(8.10^{-2} - y_f)} = 4,1, K = 4,1$$

3. a- **méthode 1:** $\pi = \frac{n(f) n(HCO_3^-)}{[(HF) + n(HF)_{aj}] n(HCO_3^-)} \leftarrow K$ d'où le système évolue dans le

sens 1

méthode 2: On suppose que l'ajout de HF se fait sans variation de volume, ([HF] augmente), d'après la loi de modération, l'équilibre se déplace dans le sens pour diminuer la perturbation provoquée (c.-à-d. le système évolue dans le sens pour l'augmentation des concentrations des produits obtenus), celui qui correspond au sens 1.

b-



A t=0	$5,98 \cdot 10^{-2}$	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$	$6,17 \cdot 10^{-2}$
A t _{équilibre}	$6,09 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}}$	$1,67 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}}$	$6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}}$	$6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}}$

Sachant que $K = \frac{[\text{F}^{-}]_{\text{aq}} [\text{HCO}_2\text{H}]_{\text{aq}}}{[\text{HF}]_{\text{aq}} [\text{HCO}_2^{-}]_{\text{aq}}} = \frac{(6,17 \cdot 10^{-2} + y_{\text{eq}})^2}{(5,98 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}})(1,67 \cdot 10^{-2} - y_{\text{eq}})} \approx 4,1$

⇒ la composition du mélange est :

$$[\text{HF}] = 5,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}, [\text{HCO}_2^{-}] = 1,55 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}, [\text{F}^{-}] = 6,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}, [\text{HCO}_2\text{H}] = 6,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

Exercice 2:

1. a- A l'équivalence, on a $\text{C}_1 V_A = \text{C}_B V_{BE1}$ (1)

$$\text{C}_3 V_A = \text{C}_B V_{BE3} \quad (3)$$

$$\frac{(1)}{(3)} \Rightarrow \frac{\text{C}_1}{\text{C}_3} = \frac{V_{BE1}}{V_{BE3}} = 1 \Rightarrow \text{C}_1 = \text{C}_3$$

b- les solutions (S_1) et (S_3) ont la même concentration, l'acide le plus fort est celui dont la solution a le pH le plus faible. Donc, l'acide A_3H est plus fort que l'acide A_1H

2. a- $\text{C}_2 V_A = \text{C}_B V_{BE2}$ (2), du rapport $\frac{(2)}{(3)}$; on obtient $\frac{\text{C}_2}{\text{C}_3} = \frac{V_{BE2}}{V_{BE3}} = 5$. D'où $\text{C}_2 = 5\text{C}_3$

b- Les solutions d'acides A_2H et A_3H ont même $\text{pH}=2$ et $\text{C}_2 > \text{C}_3$; l'acide le plus fort est celui qui a la concentration la plus faible. Donc, l'acide A_3H est plus fort que A_2H . **Finalelement** l'acide A_3H est plus fort que A_2H et que A_1H .

3. La dilution au dixième augmente le pH de (S_3) d'une unité, donc A_3H est un **acide fort**. $\text{pH} = -\log \text{C}$, $\text{pH}' = -\log \text{C}' = -\log \frac{\text{C}}{10} = \text{pH} + 1$ et cette justification est vérifiée pour le cas de l'acide A_3H .

Le pH des solutions (S'_1) et (S'_2) augmente de **0,5**.

Donc les acides A_1H et A_2H sont des acides faibles. Alors l'acide A_3H est plus fort que A_1H et A_2H .

4.a- $\text{pH}_3 = -\log \text{C}_3 \Rightarrow \text{C}_3 = 10^{-\text{pH}_3} = 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

b- La relation (3) donne $\text{C}_B = \frac{\text{C}_3 V_A}{V_{BE3}} = \frac{10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

5.a- les valeurs des concentrations des deux autres solutions

Etant donné que $C_1 = C_3$, or $C_3 = 10^{-\text{pH}3} = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ d'où $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; et $C_2 = 5.C_3 = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b-Méthode 1 : Les deux acides $\mathbf{A}_1\mathbf{H}$ et $\mathbf{A}_2\mathbf{H}$ sont faibles car : $\text{ka}_1 = 1,6 \cdot 10^{-5}$ et $\text{ka}_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \text{ka}_1 \text{ est inférieure à } \text{ka}_2$; donc l'acide $\mathbf{A}_1\mathbf{H}$ est plus faible que l'acide $\mathbf{A}_2\mathbf{H}$ car il a le K_a le plus faible.

Commentaire :

Pour établir les expressions de ka_1 et ka_2 , on applique la loi d'action de masse. La force d'un acide \mathbf{AH} et celle de sa base conjuguée, sont liées et varient en sens inverse. La constante K_a ou le pK_a suffit pour caractériser la force d'un couple acide/base.

Méthode 2: $\text{pH}_1 = 3,4 > -\log C_1 = 2$
 $\text{pH}_2 = 2 > -\log C_2 = 1,3$

On peut donc écrire :

$$\text{pH}_1 = \frac{1}{2}(\text{pka}_1 - \log C_1) \Rightarrow \text{pka}_1 = 2\text{pH}_1 + \log C_1 = 4,8$$

$$\text{pH}_2 = \frac{1}{2}(\text{pka}_2 - \log C_2) \Rightarrow \text{pka}_2 = 2\text{pH}_2 + \log C_2 = 2,7$$

pka_2 est inférieure à $\text{pka}_1 \Rightarrow \text{ka}_1$ est inférieure à ka_2 ; donc l'acide $\mathbf{A}_1\mathbf{H}$ est plus faible que l'acide $\mathbf{A}_2\mathbf{H}$ car il a le K_a le plus faible.

PHYSIQUE

Exercice 1 :

1. a- la courbe C_1 est le chronogramme de $u(t)$ car il correspond à $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$

avec ($\phi_u = 0$) ; la courbe est croissante à partir de 0.

Méthode2: $u(t)$ est toujours en avance de phase par rapport à $u_c(t)$

$$\text{b- } |\phi_{u_c} - \phi_u| = \omega\theta = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}; \phi_{u_c} - \phi_u = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

u_c est en quadrature retard par rapport à u ; donc i est en phase avec u .

\Rightarrow le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

$$\text{c- } L(2\pi N_1)^2 C = 1 \Rightarrow N_1^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \rightarrow N_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{A.N : } N_1 = 752,3 \text{ Hz}$$

$$\text{d- } U_m = ZI_m = (R_0 + r)I_1 \sqrt{2} = 41 \cdot 0,207 \sqrt{2} = 12V$$

$$(U_c)_m (Zc) I_{1m} = \frac{1}{C\omega_1} I_{1m} = \frac{1}{C2\pi N_1} I_1 \sqrt{2} \Rightarrow (U_c)_m = 22,1V$$

$$\text{2. a- } q(t) = Q_m \sin(\omega t + \phi_q), i = \frac{dq}{dt} \rightarrow q = \int i dt = \int I_m \sin(\omega t + \phi_i) dt$$

$$\Rightarrow q = \frac{I_m}{\omega} \sin(\omega t + \phi_i - \frac{\pi}{2}). \text{ Donc } Q_m = \frac{I_m}{2\pi N}$$

b- On a $I_m = \frac{U_m}{Z}$. D'où $Q_m = \frac{U_m}{2\pi N \sqrt{(R_0 + r)^2 + (2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC})^2}}$

Ce qui donne $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_0 + r)^2 4\pi^2 N^2 + (4\pi^2 N^2 L - \frac{1}{C})^2}}$;

Pour $\omega = 2\pi N$; on aura $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R_0 + r)^2 \omega^2 + (\omega^2 L - \frac{1}{C})^2}}$; $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{g(\omega)}}$

Avec $g(\omega) = (R_0 + r)^2 \omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2$. La résonance de charge a lieu lorsque

Q_m est maximale, c'est-à-dire $g(\omega)$ est minimale $\Rightarrow \frac{d(g(\omega))}{d\omega} = 0$;

$$\frac{dg(\omega)}{d\omega} = 2\omega \left[(R_0 + r)^2 - 2\frac{L}{C} + 2L^2\omega^2 \right]. \text{ Comme } \omega \text{ est différente de } 0 ;$$

$$\frac{d(g(\omega))}{d\omega} = 0 \text{ lorsque } (R_0 + r)^2 - 2\frac{L}{C} + 2L^2\omega^2 = 0 \Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{(R_0 + r)^2}{2L^2} = \omega_r^2$$

$$\Rightarrow \omega_r^2 = \omega_0^2 - \frac{(R_0 + r)^2}{2L^2}$$

Ce qui donne par la suite $N_r = \sqrt{N_0^2 - \frac{(R_0 + r)^2}{8\pi^2 L^2}}$

La fréquence $N_1 = N_0$, or N_r est inférieure à N_0 ; il faut donc diminuer N_1

3. Les oscillations électriques qui s'établissent sont pseudopériodiques

Les propriétés distinguant ces oscillations sont :

- Libres : absence du générateur ;
- Amorties : présence de résistor dans le circuit

Exercice 2 :

1.a- Cordes vocales

b- Les premières molécules touchées répercutent cette vibration aux suivantes. Comme on peut justifier notre réponse par la phrase suivante: «elles génèrent des ondes....à proximité»

2. Les ondes se propagent dans l'hélium.

Le terme était donc « se déplacent », le terme adéquat « se déplacent»

3. Le timbre de la voix du chanteur n'est pas le même puisque les milieux de propagation ne sont les mêmes, ce qui fait que les sons émis n'ont pas la même fréquence lorsqu'ils traversent l'hélium ou l'air, la célérité de propagation

n'étant pas la même.

Commentaires:

le timbre est l'ensemble des harmoniques avec le son fondamental. Cela constitue donc un nombre infini de possibilités. Le timbre de la flûte est essentiellement différent de celui du hautbois.

Le timbre est la sensation permettant de distinguer deux sons d'intensité et de hauteur égale.

Exercice 3:

1. a- Le spectre de l'atome d'hydrogène est discontinu car il renferme un nombre limité de raies entre lesquels, il y a du noir ; c'est-à-dire absence de la lumière.

b- Spectre d'émission car il est de raies colorées.

2. Quantifiée : signifie que l'énergie prend une suite de valeurs discrètes.

3.a- En passant du niveau E_5 au niveau E_2 ; l'atome d'hydrogène perde de l'énergie car E_2 est supérieure à E_5 vue que

$$\Delta E = E_5 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} > 0$$

b-La longueur d'onde λ , sachant que

$$\Delta E = E_5 - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{5,2}} \rightarrow \lambda_{5,2} = \frac{hc}{E_5 - E_2}$$

$\lambda = 434\text{nm}$, couleur indigo

4. La transition qui amène l'atome d'hydrogène au niveau d'énergie E_2

$$\Delta E = E_n - E_2 = \frac{hc}{\lambda_{n,2}} \rightarrow E_n - E_2 = -0,85\text{eV} \Rightarrow n = 4$$

5. L'atome d'hydrogène est ionisée pour En nulle c'est-à-dire $n \rightarrow \infty$, d'où $E_n - E_0 = +13,6\text{eV}$ (énergie d'ionisation).

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4

CHIMIE (9 points)

EXERCICE n.1 (4 points)

A 25°C, la mesure du pH de chacune de trois solutions aqueuses d'acides, de même concentration molaire $C = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, donne les valeurs consignées dans le tableau suivant :

Acide	Solution aqueuse	pH
A_1H	(S ₁)	2,55
A_2H	(S ₂)	1,30
A_3H	(S ₃)	3,05

1. Montrer que l'un des trois acides est fort tandis que les deux autres sont faibles.

2. a) Montrer que la constante d'acidité K_a de tout acide faible AH peut s'écrire sous la forme :

$$K_a = \frac{10^{-\text{pH}} \cdot \tau_f}{1 - \tau_f}, \text{ où } \tau_f \text{ désigne l'avancement volumique final de la réaction de dissociation}$$

de l'acide faible AH dans l'eau.

b) Montrer, tout en justifiant les approximations utilisées, que pour un acide faible :

$$pK_a = 2 \text{ pH} + \log C.$$

On donne : le produit ionique de l'eau est $K_w = 10^{-14}$.

3. Comparer les pK_a des deux acides faibles et en déduire celui qui est le plus fort.

4. Le dosage d'un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de l'acide le plus faible par une solution aqueuse de soude, de concentration molaire C_B , nécessite l'ajout d'un volume $V_{BE} = 5 \text{ mL}$ de solution basique pour atteindre l'équivalence.

a) Déterminer la concentration molaire C_B de la solution de soude utilisée.

b) La mesure du pH de la solution (S) obtenue lorsqu'on a ajouté un volume $V_B = 2,5 \text{ mL}$ de solution aqueuse de soude, donne la valeur 4,8.

Donner en le justifiant, le nom de la solution (S) et rappeler l'énoncé de sa propriété caractéristique.

EXERCICE n.2 (5 points)

A 25°C, on réalise la pile électrochimique (P) de symbole $\text{Co} \mid \text{Co}^{2+}(C_1) \parallel \text{Ni}^{2+}(C_2) \mid \text{Ni}$.

La concentration molaire initiale des ions de cobalt Co^{2+} est $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, tandis que la valeur de la concentration molaire initiale C_2 des ions de nickel Ni^{2+} est inconnue. Les solutions aqueuses contenues dans les compartiments de la pile sont de même volume.

On donne les potentiels d'électrode standards :

$$E_{(\text{Co}^{2+}/\text{Co})}^{\circ} = -0,28 \text{ V} \text{ et } E_{(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})}^{\circ} = -0,26 \text{ V}$$

1. a) Représenter le schéma de la pile (P) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.

b) Exprimer la **fem** (force électromotrice) E de la pile (P) en fonction de sa **fem** standard E° et de π (fonction usuelle des concentrations : $\pi = \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$).

c) Déduire, de la valeur que prend E quand la pile est usée, l'expression $E = 0,03 \log \frac{K}{\pi}$, où K est la constante d'équilibre usuelle relative à l'équation associée à la pile (P).

2. a) Calculer la valeur de la **fem** standard E° de la pile (P).
 b) Calculer la valeur de la constante d'équilibre usuelle K .
 c) Déterminer la concentration initiale C_2 des ions de nickel sachant que la **fem** initiale de la pile (P) vaut $-0,01$ V.
3. On remplace l'une des deux solutions de la pile (P) par le même volume d'une solution du même sel, mais plus diluée de sorte que la **fem** initiale de (P) devient égale à $+0,01$ V.
 a) Comparer la valeur de π à celle de K et en déduire, parmi les solutions de sel de cobalt et de sel de nickel, celle qui a subi la dilution.
 b) Préciser le sens de circulation du courant dans le circuit extérieur lorsque la pile débite.
 c) En déduire l'équation de la réaction qui se produit spontanément dans la pile.
4. Après une certaine durée de fonctionnement de la pile (P), l'une des deux électrodes s'amincit.
 a) Identifier cette électrode.
 b) Montrer qu'au cours du temps, les concentrations des ions dans les compartiments de la pile vérifient l'équation : $[Ni^{2+}] + [Co^{2+}] = a$, où a est une constante qu'on déterminera.

PHYSIQUE (11 points)

EXERCICE n.1 (4,5 points)

Pour étudier expérimentalement la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension, on met à la disposition des élèves, sur chaque poste de travail :

- un condensateur de capacité $C = 50 \mu F$,
- un résistor de résistance R inconnue,
- un générateur de **fem** (force électromotrice) $E = 10$ V et de résistance interne négligeable devant R ,
- un oscilloscope à mémoire,
- un interrupteur K et des fils de connexion.

Les 5 schémas de la figure 1 sont choisis parmi ceux proposés par les élèves pour réaliser le circuit de charge du condensateur, avec les connexions indispensables à l'oscilloscope à mémoire afin de visualiser simultanément sur son écran la tension d'alimentation et la tension u_C aux bornes du condensateur.

1. Parmi les 5 schémas de la figure 1, deux seulement sont donnés avec les connexions convenables aux entrées Y_1 et Y_2 de l'oscilloscope. Les identifier par indication de leur numéro.

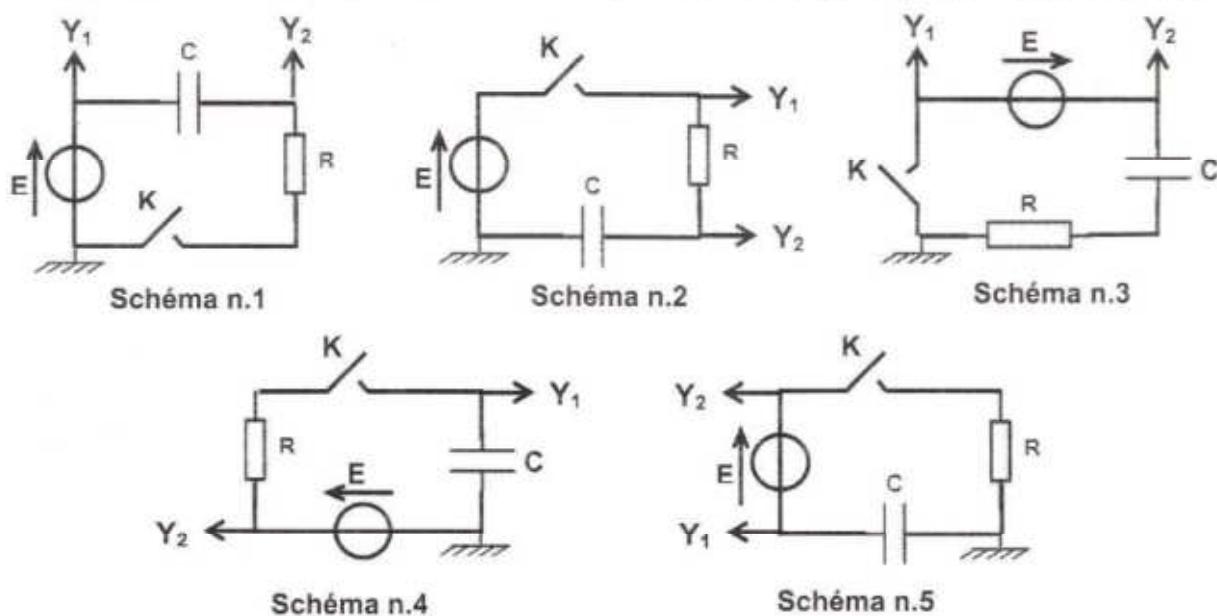


Fig.1

2. En fermant l'interrupteur **K** du montage réalisé selon l'un ou l'autre des schémas reconnus valables, on obtient les chronogrammes de la figure 2.

- a) Sachant que la tension u_c aux bornes du condensateur s'écrit en fonction du temps t :

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du dipôle RC, déterminer}$$

graphiquement la valeur de τ .

- b) En déduire :

- la valeur de R ,
- à 1 % près, la valeur de la durée θ au bout de laquelle le condensateur devient complètement chargé.

- c) Montrer que si l'on remplace le résistor de résistance R par un autre de résistance R' de valeur triple de celle de R , le condensateur se chargera moins rapidement et, pour acquérir sa charge totale, il lui

faudra une durée θ' plus longue que l'on déterminera en fonction de θ .

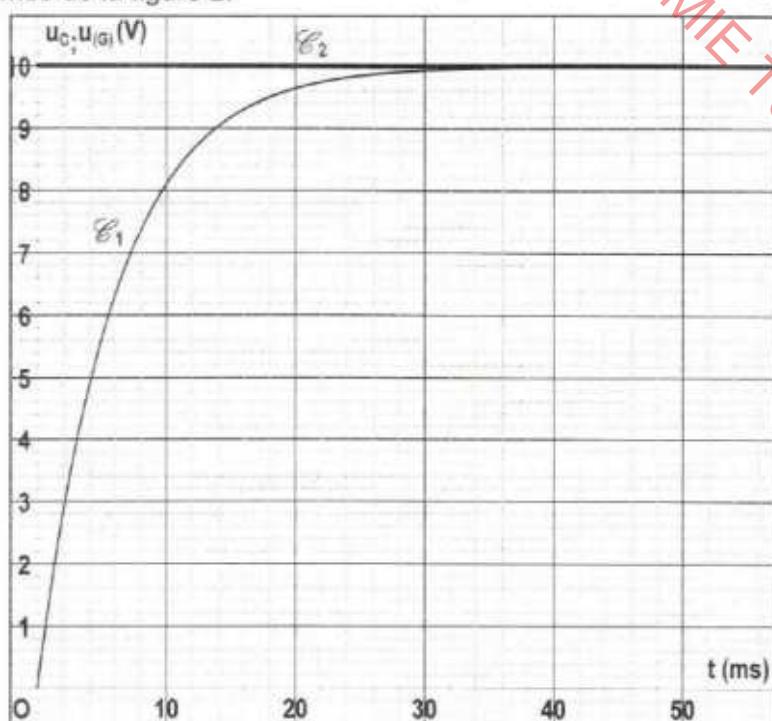


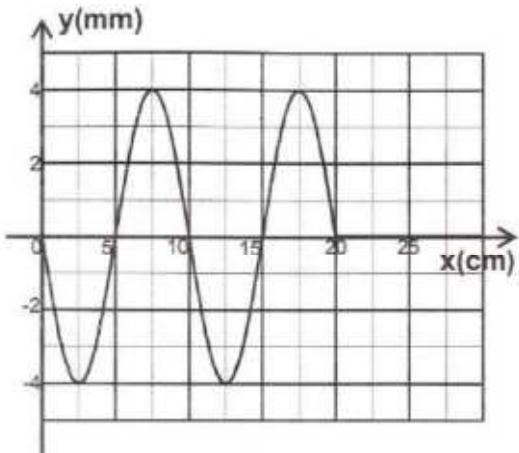
Fig.2

3. a) Identifier, par l'indication de son numéro, le schéma donné dans la figure 1 avec les connexions qui conviennent plutôt à la visualisation de la tension u_R aux bornes du résistor, en plus de la tension d'alimentation.
- b) - Etablir l'expression de u_R en fonction de t , τ et E .
- En déduire l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant de charge.
- c) - Tracer l'allure du chronogramme de $i(t)$ tout en y précisant les valeurs que prend l'intensité i respectivement à la fermeture de l'interrupteur **K** et lorsque le condensateur devient complètement chargé.
- En déduire le rôle que joue le condensateur dans le circuit, en régime permanent.

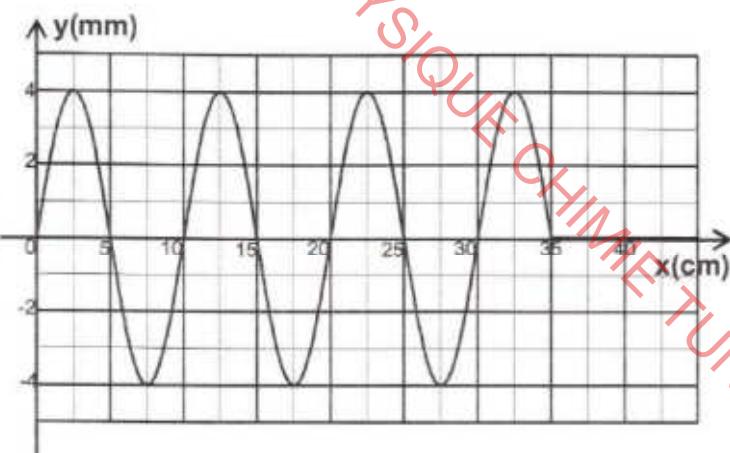
EXERCICE 2 (3,5 points)

Une corde élastique assez longue est tendue horizontalement suivant l'axe (**Ox**) d'un repère (**Oxy**). L'extrémité **S** de cette corde est reliée à un vibreur qui lui impose un mouvement rectiligne sinusoïdal suivant l'axe (**Oy**) d'équation horaire $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt)$, où a représente l'amplitude du mouvement et N la fréquence de vibration. L'onde créée au point **S** à l'instant $t = 0$ s, se propage le long de la corde avec une célérité v constante. On suppose que la propagation de cette onde s'effectue sans amortissement.

Les courbes (1) et (2) de la figure 3 représentent l'aspect de la corde respectivement aux deux instants t_1 et t_2 tels que $t_2 - t_1 = 30$ ms.



Courbe 1



Courbe 2

Fig.3

1. En exploitant les courbes (1) et (2), déterminer la valeur de :
 - la longueur d'onde λ ,
 - la célérité v de l'onde,
 - la fréquence N de vibration.
2. On se propose de comparer les vibrations d'un point **A** d'abscisse $x_A = 17,5 \text{ cm}$ avec celui de **S**.
 - Montrer qu'à l'instant $t_1 = 30 \text{ ms}$, le point **A** est encore au repos.
 - Etablir l'équation horaire du mouvement du point **A** et en déduire le déphasage de celui-ci par rapport à **S**.
 - Tracer le diagramme de $y_S(t)$ et en déduire, dans le même système d'axes, celui de $y_A(t)$.
– Retrouver graphiquement le déphasage entre **A** et **S**.

EXERCICE 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

Le carbone 14, horloge du monde

La technique du carbone 14 permet de dater tous les fossiles d'origine organique : le bois, les charbons de bois, les ossements, l'email dentaire...

Mais, cette technique ne s'applique pas à des matériaux âgés de plus de **50000** ans ; ils ne contiennent pratiquement plus d'atomes de radiocarbone détectables. Dans la haute atmosphère, les protons du rayonnement cosmique entrent en collision avec les molécules d'air, les neutrons créés par ces chocs interagissent avec l'azote de l'air pour produire du carbone 14. Ce dernier est instable : il est radioactif β^- et redevient de l'azote 14 en perdant un électron.

La demi-vie du carbone 14 a été estimée à **5568** ans : c'est-à-dire que la moitié des atomes de carbone 14 disparaît durant ce laps de temps. Un gramme de carbone contient une quantité de carbone 14 suffisante pour qu'un compteur détecte **13,56** désintégrations par minute. Un matériau dégageant **6,78** désintégrations par minute serait donc daté de **5568** ans, et **3,39** désintégrations par minute correspondraient à **11136** ans...

D'après un article du numéro hors série (janvier – mars 2004) de la revue Pour la science

Questions

1. Préciser la signification de la nomenclature "carbone 14" utilisée dans le texte.
2. Relever du texte le type de radioactivité mis en jeu dans la transformation du carbone 14 en azote 14 et écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
3. a) Expliquer pourquoi le groupe de mots souligné dans le texte n'est pas scientifiquement correct.
b) Le remplacer par une expression précise.
4. Interpréter l'obtention d'une activité de **3,39** désintégrations par minute au bout de **11136** ans.

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

Corrigé du sujet de Sciences Physiques Session contrôle 2012.

Section: Sciences expérimentales

CHIMIE

Exercice 1:

1. On sait que pour un acide fort, on a $\text{pH} = -\log C$ or $-\log 5 \cdot 10^{-2} = 1,30$ cette valeur correspond à celle du $\text{pH}_{(S2)}$, donc A_2H est fort. Cependant, les valeurs de $\text{pH}_{(S1)}$ et $\text{pH}_{(S3)}$ sont supérieures à 1,30 (est égale à $-\log C$), ce sont des acides faibles.

2. a-

Equation de la réaction	$\text{AH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{A}^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+$				
Etat du système	Avancement	Concentration			
initial	0	C	excés	0	10^{-7}
final	y_f	$c - y_f$	excés	y_f	$10^{-\text{pH}}$

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}]} = \frac{y_f [\text{H}_3\text{O}^+]}{c - y_f} = \frac{\tau_f 10^{-\text{pH}}}{1 - \tau_f} \text{ avec } \tau_f = \frac{y_f}{c}$$

b- Pour les acides faibles, $[\text{A}^-]$ étant négligeable devant $[\text{AH}]$, on a τ_f est très inférieure devant 1 donc $K_a \approx \tau_f \cdot 10^{-\text{pH}}$. En négligeant $[\text{H}_3\text{O}^+]$ provenant de l'eau devant $[\text{H}_3\text{O}^+]$ provenant de l'acide ; on peut écrire $y_f = 10^{-\text{pH}}$ ou $([\text{A}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+])$

$$\text{Donc } K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{c} \Rightarrow \text{p}K_a = 2\text{pH} + \log C$$

3.

Acide	pH	pKa
A_1H	2,55	3,8
A_3H	3,05	4,8

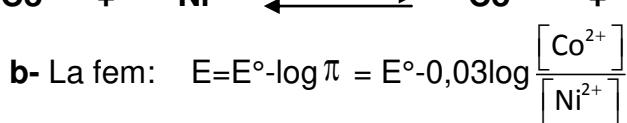
$$\text{p}K_{a1} = 2\text{pH}_1 + \log C$$

$\text{p}K_{a3} = 2\text{pH}_3 + \log C$, or pH_3 est supérieur à pH_1 , ce qui entraîne que $\text{p}K_{a3}$ est supérieur à $\text{p}K_{a1}$ d'où A_3H est plus fort

$$4.\text{a- } C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_A}{V_{BE}} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow C_B = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

b-pour $V_B = \frac{V_{BE}}{2} = 2,5 \text{ mL} \Rightarrow$ la solution est à la demi-équivalence $\text{pH} = \text{p}K_a = 3,8$

La solution (S) est une solution tampon, le pH varie très peu suite à une addition modérée d'ions H_3O^+ ou OH^-

Exercice 2:**1.a- le schéma de la pile:**

c- La pile est usée $E=0$, $E^\circ=0,03 \log \pi_{\text{eq}} = E^\circ=0,03 \log K$, d'où :

$$E = E^\circ - \log \pi = 0,03 \log K - 0,03 \log \pi = 0,03 \log \frac{K}{\pi}$$

2.a- La valeur de fem standard $E^\circ = E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} - E^\circ_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = 0,02 \text{ V}$

b- La valeur de K, on a $E^\circ = 0,03 \log K \rightarrow K = 10^{\frac{E^\circ}{0,03}} \rightarrow K = 4,64$

c- La concentration initiale C_2

$$E = E^\circ - 0,03 \log \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]} = E^\circ - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} \rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 10^{\frac{E^\circ - E^\circ}{0,03}} = 10^{-1} \rightarrow C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3.a- $E = 0,03 \log \frac{K}{\pi}$ est positive $\rightarrow \pi$ est inférieure à K, d'où $\pi = \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$ donc

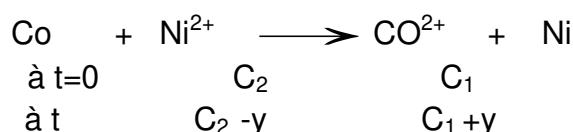
$[\text{Co}^{2+}]$ diminue ou bien $[\text{Ni}^{2+}]$ augmente. Suite à une dilution, nécessairement $[\text{Co}^{2+}]$ a subi une diminution; donc la solution renfermant les ions Co^{2+} est celle qui a subi la dilution.

b- La fem est positive, le courant circule donc de Ni vers Co

c- l'équation $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{CO}^{2+} + \text{Ni}$

4.a- La lame de cobalt

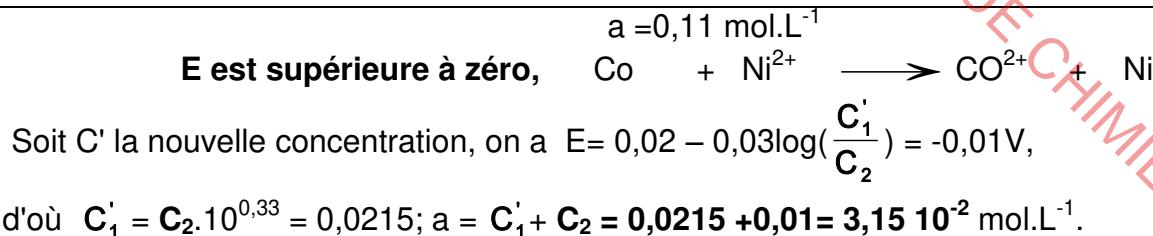
b- On a



$$\text{Or } [\text{Ni}^{2+}] + [\text{Co}^{2+}] = C_2 - y + C_1 + y = C_2 + C_1 = a$$

A est la somme des concentrations initiales des deux solutions prises dans les compartiments de la pile $\rightarrow a = 10^{-2} + 10^{-1} = 0,11 \text{ mol.L}^{-1}$.

Remarques: **E est inférieure à zéro**, $\text{Ni} + \text{CO}^{2+} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Co}$;

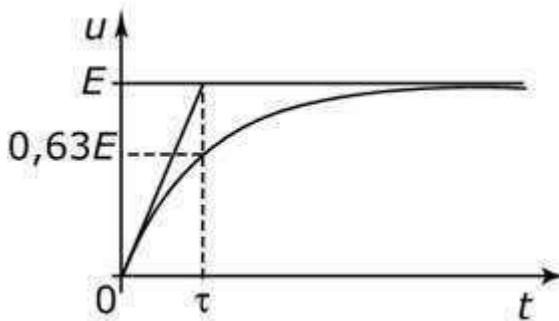


PHYSIQUE

Exercice 1:

1. Les schémas 2 et 4

2a- $\tau = 6 \text{ ms}$, $u(\tau) = 0,63E$; τ est comprise entre 5 et 8 ms. Pour déterminer τ , on trace alors la tangente à la courbe de charge au point d'abscisse $t = 0$, puis on projette son intersection avec l'asymptote $u = E$ sur l'axe des temps comme il est indiqué



b- $\tau = RC \rightarrow R = \tau/C = 120\Omega$; $\theta = 4,6\tau = 27,6 \text{ ms}$

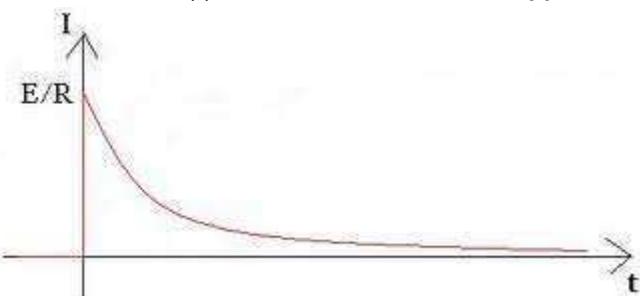
c- $R' = 3R$; $\tau' = R'C = 3\tau$; donc τ' est supérieure à τ , d'où le condensateur se charge moins rapidement. $\theta' = 3\theta$

3 a- Le schéma n°1

b- $u_R = Ri = R \frac{dq}{dt} = RC \frac{du_c}{dt} = \frac{RCE}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \rightarrow i = \frac{u_R}{R} = \frac{CE}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$

c- $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$; à $t = 0$, $i(0) = \frac{E}{R} = 0,083 \text{ A}$ et lorsque t tend vers l'infini, $i(\infty) \rightarrow 0$

la courbe $i(t)$ est décroissante $\rightarrow i(t)$:



En régime permanent, le condensateur joue le rôle d'un interrupteur ouvert.

Exercice 2

1.a- D'après les courbes on a : $\lambda = 10 \text{ cm}$

b- Pendant la durée $\Delta t = t_2 - t_1 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$, l'onde a parcouru la distance

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 35 - 20 = 15 \text{ cm} \text{ donc la célérité } V \text{ est telle que : } V = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 5 \text{ m.s}^{-1}.$$

c- On a $\lambda = \frac{V}{N}$ ainsi $N = \frac{V}{\lambda} = 50 \text{ Hz}$

2.a- Pour atteindre le point A d'abscisse $x_A = 17,5 \text{ cm}$, l'onde met une durée θ_A telle

$$\text{que : } \theta_A = \frac{x_A}{V} = \frac{17,5 \cdot 10^{-2}}{5} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s} > t_1' = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}, \text{ ainsi le point A est encore au repos à l'instant } t_1'.$$

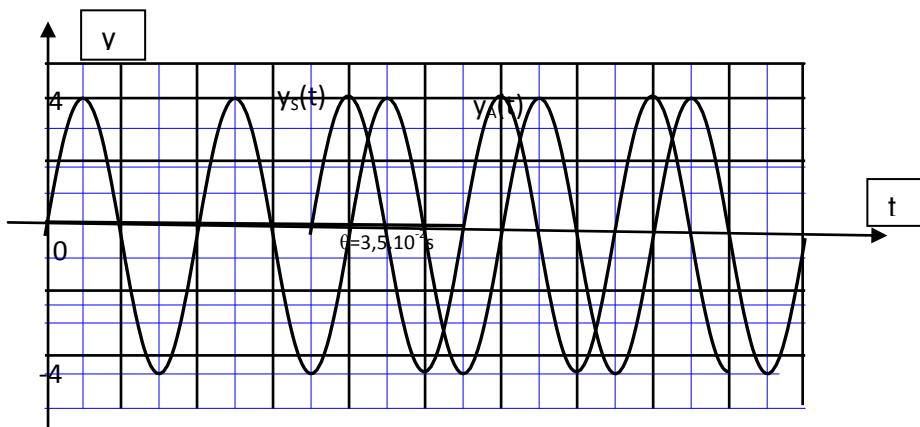
b- On a : $y_s(t) = \sin(2\pi Nt)$ et $y_A(t) = \sin(2\pi Nt - \frac{2\pi x_A}{\lambda})$

pour $t \geq \theta_A = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ ou encore $y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})$

pour $t \geq \theta_A = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

On a : $|\Delta\phi| = \left| \frac{2\pi x_A}{\lambda} \right| = 3,5\pi = 4\pi - \frac{\pi}{2}$, $\phi_A - \phi_s = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$

c.



Graphiquement: $\phi_A - \phi_s = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$

Exercice 3

1. Carbone 14 élément radioactif β^-

2. Réaction spontanée de type β^- " radioactif β^- "

3. **a-** Dans le noyau, il n'existe pas d'électrons

b- En émettant une particule β^- " un négaton "

4. L'activité $A(t) = A e^{-t\lambda}$, pour $t = T \rightarrow A = A_0/2$, on a aussi

pour $t = 2T \rightarrow A = A_0/4$, ce qui est confirmé avec les données du texte.

**EXAMEN DU BACCALAUREAT
SESSION DE JUIN 2011**

**SECTION : SCIENCES EXPERIMENTALES
EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES**

**SESSION
PRINCIPALE**

DUREE : 3 h

COEFFICIENT : 4

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4

CHIMIE (7 points)

EXERCICE 1 (3 points)

En voulant préparer au laboratoire un ester (E), on procède comme suit : on réalise un mélange de **0,2 mol** de propan-1-ol et de **0,5 mol** d'acide méthanoïque et on lui ajoute avec précaution quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Puis, on divise le mélange en petits volumes égaux que l'on verse dans une série de tubes à essais identiques. Par la suite, on ferme chaque tube par un bouchon troué muni d'un tube effilé. Juste après, à un instant t_0 choisi comme origine des temps ($t_0 = 0$), on plonge tous les tubes dans un bain-marie maintenu à une température égale à **80°C** et on suit l'évolution du système par des dosages successifs de l'acide restant dans les différents tubes dégagés du bain-marie à des instants convenablement choisis. Les mesures faites ont permis de tracer la courbe (C) représentant l'évolution du nombre n de moles d'ester (E) au cours du temps (Fig.1).

1. Préciser le rôle :
 - a) de l'acide sulfurique concentré ajouté au mélange,
 - b) du tube effilé.
2. Déterminer graphiquement le nombre de moles d'ester obtenu à la fin de la réaction.
3. a) Relever du graphique (C) deux propriétés caractéristiques de la réaction d'estérification. Justifier la réponse.
b) Calculer sa constante d'équilibre.
4. Afin de modifier le nombre de moles d'ester (E) obtenues à l'équilibre, un groupe d'élèves propose d'agir sur le nombre de gouttes d'acide sulfurique concentré à ajouter au mélange initial, tandis qu'un autre groupe opte pour la modification de la quantité d'acide méthanoïque à mélanger avec les **0,2 mol** de propan-1-ol.

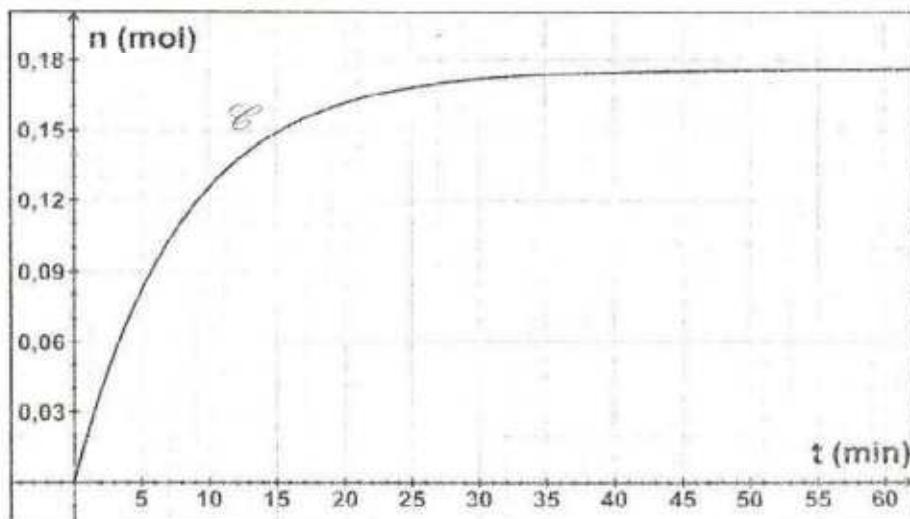


Fig.1

- Préciser en le justifiant :
- a) la proposition convenable,
 - b) le sens de la modification à faire si l'on désire aboutir à une augmentation du nombre de moles d'ester (E).

EXERCICE 2 (4 points)

A **25°C**, on réalise une pile électrochimique (P) de symbole $\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}(\text{C}_1)||\text{Ni}^{2+}(\text{C}_2)|\text{Ni}$.

1. a) Schématiser la pile (P) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.
b) Exprimer la force électromotrice (fem) E_\circ de la pile réalisée en fonction de sa **fem standard E°** et des concentrations C_1 et C_2 .

2. On fait varier C_1 et C_2 et on mesure à chaque fois la valeur de la fem E_o de la pile. Les résultats des mesures faites ont permis de tracer la courbe de la figure 2, représentant $E_o = f(\log \frac{C_2}{C_1})$.

- a) Déterminer graphiquement l'équation de la courbe représentant

$$E_o = f(\log \frac{C_2}{C_1}).$$

- b) En déduire les valeurs de :

- la fem standard E° de la pile,
- la constante d'équilibre K de la réaction associée à la pile.

3. Sachant que les couples redox mis en jeu ont les potentiels standards d'électrode

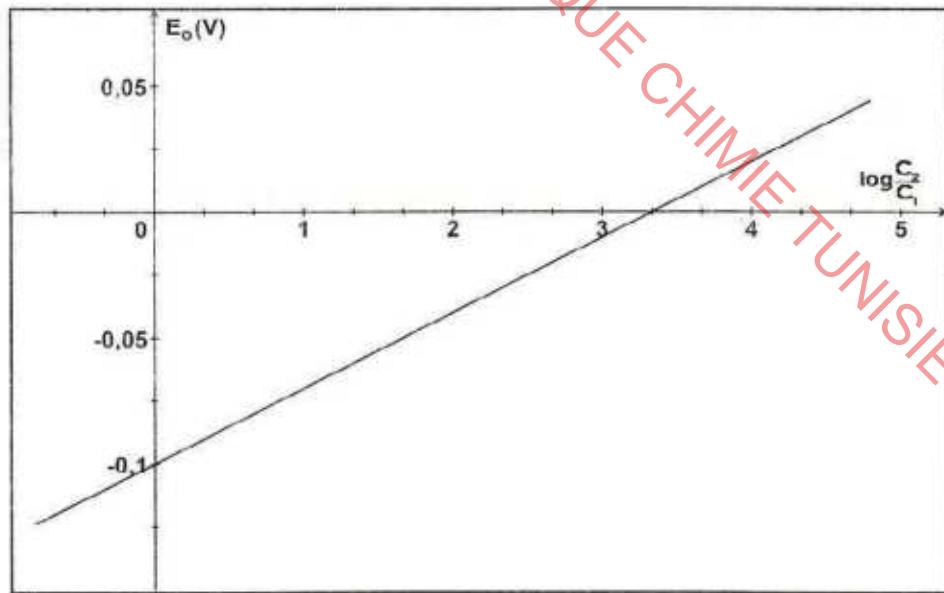


Fig.2

$$E^{\circ}_{(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})} = -0,13 \text{ V} \text{ et } E^{\circ}_{(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni})} = -0,23 \text{ V} :$$

- a) comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples redox mis en jeu,
b) retrouver la valeur de la fem standard E° de la pile.

4. Dans ce qui suit, on prendra $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Déterminer dans ces conditions :

- a) la réaction spontanée qui a lieu lorsque la pile débite dans un circuit extérieur,
b) les valeurs des concentrations molaires des ions Pb^{2+} et Ni^{2+} lorsque la pile est usée.

N.B. : On suppose dans tout l'exercice que les solutions aqueuses contenues dans les deux compartiments de la pile ont le même volume.

PHYSIQUE (13 points)

EXERCICE 1 (6 points)

On réalise le montage électrique schématisé dans la figure 3 ci-contre.

Il comporte :

- deux dipôles (D_1) et (D_2) dont l'un peut être un condensateur de capacité C , alors que l'autre peut être une bobine d'inductance L et de résistance r ou bien un résistor de résistance r ;
- un générateur de force électromotrice (fem) E et de résistance interne nulle ;
- un résistor de résistance $R = 60 \Omega$;
- deux ampèremètres (A_1) et (A_2) ;
- un voltmètre (V) ;
- trois interrupteurs (K), (K_1) et (K_2).

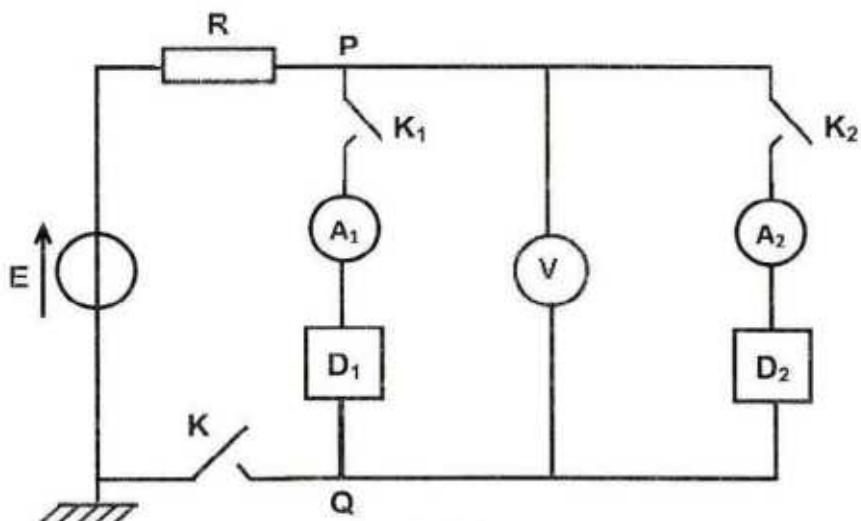


Fig.3

- I. Le condensateur ne portant initialement aucune charge électrique, on ferme les interrupteurs (K_1) et (K_2), puis (K). En régime permanent, le voltmètre indique une tension $U = 2,4 \text{ V}$, l'ampèremètre (A_1) indique un courant nul tandis que l'ampèremètre (A_2) indique un courant d'intensité $I = 0,16 \text{ A}$.

1. Montrer que :

- le dipôle (D_1) est le condensateur de capacité C ,
- on ne peut pas trancher quant à la nature exacte du dipôle (D_2) et calculer la valeur de r .

2. Déterminer la valeur de la **fem** E du générateur.

- II. On ouvre les trois interrupteurs et on décharge complètement le condensateur. Puis, on ferme (K_1) et on maintient (K_2) ouvert. Par la suite, on ferme l'interrupteur (K). Le régime permanent s'établit pratiquement au bout d'une durée $\theta = 0,6 \text{ ms}$.

- Expliquer le phénomène qui se produit au niveau du condensateur (D_1) à la fermeture de l'interrupteur (K).
- Donner l'allure du chronogramme observé sur l'écran d'un oscilloscope à mémoire branché entre P et Q.
- Sachant que la durée θ vaut 5 fois la valeur de la constante de temps τ , calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

- III. On ouvre (K) et on ferme (K_2). L'enregistrement de la tension $u_{PQ}(t)$ à l'aide de l'oscilloscope à mémoire donne des oscillations libres amorties comme il est indiqué sur la courbe de la figure 4.

1. a) En s'appuyant sur la forme de l'enregistrement graphique :

- montrer que le dipôle (D_2) ne peut pas être un résistor,
- expliquer pourquoi les oscillations de $u_{PQ}(t)$ sont qualifiées de libres et amorties,
- donner la valeur de la pseudopériode T .

b) En supposant que T est égale à la période propre T_0 , déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.

2. Soit E_T l'énergie électrique totale emmagasinée dans le circuit fermé.

a) Exprimer, en fonction de L , C , u_{PQ} et l'intensité I du courant, l'énergie E_T .

b) – Calculer, à l'aide de la courbe de la figure 4, les valeurs de l'énergie électrique totale E_T aux instants $t_1 = 0 \text{ ms}$ et $t_2 = 15 \text{ ms}$.

– Montrer que le sens de variation de E_T entre t_1 et t_2 est prévisible.

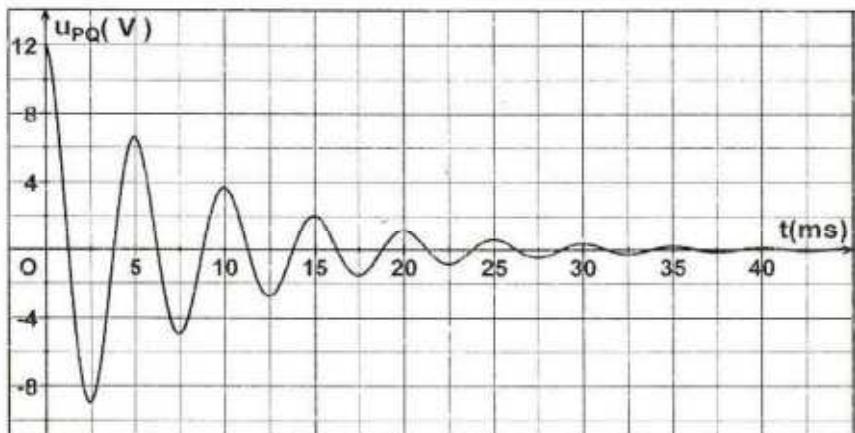


Fig.4

EXERCICE 2 (4 points)

Une corde élastique de longueur $L = 80 \text{ cm}$ est tendue horizontalement. Son extrémité S est liée à une lame vibrante en mouvement sinusoïdal vertical d'équation :

$y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s)$ pour $t \geq 0$. L'autre extrémité est munie d'un dispositif qui empêche la réflexion des ondes.

L'amortissement est supposé nul.

1. L'aspect de la corde à un instant t_0 donné est représenté dans la figure 5.

a) Définir la longueur d'onde λ .

b) A l'aide de la figure 5 :

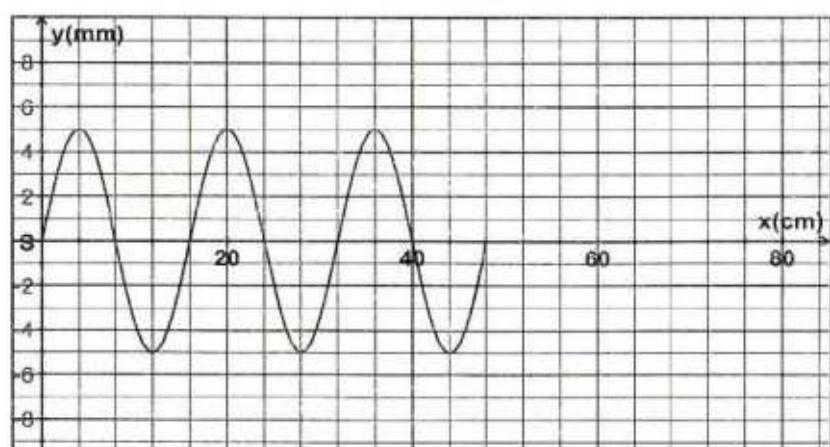


Fig.5

– déterminer l'amplitude de vibration des différents points de la corde atteints par l'onde ainsi que la valeur de la longueur d'onde λ .

– montrer que la phase initiale du mouvement de la source est :

$$\phi_s = \pi \text{ rad.}$$

2. a) Sachant qu'un point **M₁** de la corde d'abscisse $x_1 = 24 \text{ cm}$ au repos, est atteint par le front d'onde à l'instant $t_1 = 12 \text{ ms}$:

– calculer la célérité de l'onde,

– en déduire la valeur de la période de vibration de la lame excitatrice.

b) Déterminer en fonction de λ , la distance séparant le point **M₁** de la source **S** et en déduire la phase initiale du point **M₁**.

c) Ecrire l'équation horaire du mouvement du point **M₁** de la corde.

3. a) Déterminer la valeur de l'instant t_0 auquel correspond l'aspect de la corde, représenté dans la figure 5.

b) Déduire de l'aspect de la corde à l'instant t_0 , son aspect à l'instant $t_2 = 36 \text{ ms}$.

EXERCICE 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

Spectre atomique et quantification d'énergie

« ... Si de l'hydrogène gazeux est maintenu à basse pression dans un tube de verre et que l'on fait passer un courant électrique, une lumière rouge est émise. Un examen minutieux de cette lumière par un spectroscope montre un spectre de raies, c'est-à-dire une série de raies de lumière plus ou moins espacées. Chaque raie possède une longueur d'onde et une énergie bien définie. La théorie de Niels Bohr admet que, dans l'atome, les électrons peuvent circuler autour du noyau de manière stable. Tant qu'un électron gravite à une distance fixe du noyau, l'atome ne produit pas d'énergie. Lorsque l'atome est excité, l'électron atteint une couche électronique peu éloignée du noyau et qui a un niveau d'énergie supérieur. Lorsque l'électron retourne à un niveau d'énergie plus bas, il émet une certaine quantité d'énergie correspondant à une longueur d'onde lumineuse. L'électron peut retourner à sa couche originelle en plusieurs étapes, en passant par des couches qui ne sont pas complètement remplies. Chaque raie observée représente une transition électronique, c'est-à-dire le passage d'un électron d'un niveau d'énergie supérieur à un niveau d'énergie inférieur. »

D'après un dictionnaire scientifique, 2001.

Questions

1. Relever du texte, l'idée de base de Niels Bohr qui a permis d'interpréter le spectre de raies de l'atome d'hydrogène.
2. Préciser, en le justifiant, si le spectre d'émission de l'hydrogène est continu ou discontinu.
3. Indiquer en l'expliquant ce que représente chaque raie lumineuse observée.

CHIMIE: corrigé et commentaires

Exercice 1

1. a) L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur
 b) Le tube effilé joue le rôle de réfrigérant.
2. Nombre de mole d'ester obtenu : $n_{\text{ester}} \approx 0,176 \text{ mol}$

3. a) L'estérification est :

- lente parce qu'il lui a fallu beaucoup de temps pour qu'elle atteigne l'état final.
- limitée parce que n_{ester} de fin de réaction est inférieur au nombre de moles (0,2) du réactif limitant ($n_{\text{ester}} < 0,2 \text{ mol}$)

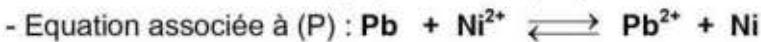
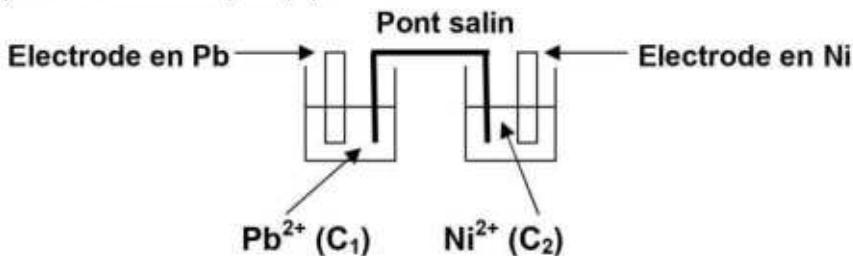
- b) La constante d'équilibre k

$$k = \frac{(n_{\text{ester}})_{\text{éq}} (n_{\text{eau}})_{\text{éq}}}{(n_{\text{alcool}})_{\text{éq}} (n_{\text{acide}})_{\text{éq}}} = \frac{(0,176)^2}{(0,2 - 0,176) \cdot (0,5 - 0,176)} = 3,98$$

4. a) D'après la loi de modération, c'est la modification de la quantité d'un réactif qui peut entraîner la variation de la composition à l'équilibre et non pas la quantité du catalyseur.
 → La proposition convenable est la 2^{ème}.
 b) Il faut augmenter la quantité d'acide méthanoïque initial.

Exercice 2

- 1- a) Schéma de la pile (P)



b) $E_0 = E^0 - 0,03 \log \pi = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2}$

2-a) Forme droite de la courbe $E_0 = f(\log \frac{C_2}{C_1}) \Rightarrow E_0 = a \log \frac{C_2}{C_1} + b$,

avec $a = 0,03 \text{ V}$ et $b = -0,1 \text{ V}$, d'où : $E_0 = 0,03 \log \frac{C_2}{C_1} - 0,1$.

b) - On a : $E_0 = -0,1 + 0,03 \log \frac{C_2}{C_1} = -0,1 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2}$ Par identification on déduit : $E^0 = -0,1 \text{ V}$

- La pile ne débite plus $\Leftrightarrow E = 0$ et $\pi = K$. Ainsi, $K = 10^{\frac{E^0}{0,03}} = 4,64 \cdot 10^{-4}$

3. a) $E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} > E^0_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}$

⇒ le couple (Pb^{2+}/Pb) est moins réducteur que le couple (Ni^{2+}/Ni).

b) $E^0 = E^0_{\text{Droite}} - E^0_{\text{Gauche}} = E^0_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}} - E^0_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} = -0,1 \text{ V}$

4. a) $E_0 = -0,13 \text{ V} < 0$ (ou $\frac{C_1}{C_2} = 10 > K$)

⇒ La réaction inverse est spontanée : $\text{Pb}^{2+} + \text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + \text{Pb}$



$$K = \frac{10^{-1} - y}{10^{-2} + y} \Rightarrow y = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}.$$

Par suite, on a : $[\text{Pb}^{2+}]_{\text{éq}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{Ni}^{2+}]_{\text{éq}} = 10,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Physique: corrigé et commentaires

Exercice 1

I.1.

- a) En régime permanent, l'ampèremètre (A_1) indique un courant nul et le voltmètre (V) indique une tension 2,4 V.
⇒ le dipôle qui peut avoir une tension non nulle et un courant nul ne peut être qu'un condensateur.

- b) Le dipôle (D_2) parcouru, en régime permanent, par un courant constant d'intensité non nulle ($I = 0,16 \text{ A}$) peut être soit un résistor de résistance r ou bien une bobine d'inductance L et de résistance r .
- $$r = \frac{U}{I} = \frac{2,4}{0,16} = 15 \Omega$$

2. En régime permanent, $E = (R+r)I = 12 \text{ V}$.

II.

- Il s'agit d'une accumulation progressive de charges au niveau des armatures du condensateur : c'est la charge du condensateur.
- Courbe de charge d'un condensateur, avec $u_{PQ} = 0$ à $t = 0$ et $u_{PQ} \rightarrow E$ quand $t \rightarrow \infty$
- $\theta = 5\tau$, avec $\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\theta}{5R} \Rightarrow C = 2\mu\text{F}$

III.1.

- a) - Le circuit est le siège d'oscillations de u_{PQ} .
⇒ (D_2) ne peut pas être un résistor ⇒ (D_2) est une bobine (L, r).
- Les oscillations sont qualifiées comme étant :
* libres car elles s'effectuent sans l'intervention du milieu extérieur,
* amorties parce qu'elles sont caractérisées par une diminution d'amplitude au cours du temps.
- Valeur de la pseudopériode : $T = 5 \text{ ms}$

b) On a : $T \approx T_0 \quad T = 2\pi\sqrt{LC} \Leftrightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 C} = 0,316 \text{ H}$

2.

a) $E_T = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}Cu_{PQ}^2$.

b) - $E_T(t_1 = 0) = E_{t_1} = \frac{1}{2}Cu_{PQ}^2 = 144 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

$$E_T(t_2 = 15 \text{ ms}) = E_{t_2} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

- $E_T(t_2) < E_T(t_1) \Leftrightarrow E_T$ diminue entre t_1 et t_2 .

Ceci est prévisible car il s'agit d'oscillations électriques libres amorties

Exercice 2

- I-1. a) Définition de la longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant une période T
b) $a = 5 \text{ mm}$

$$\lambda = 16 \text{ cm} = 16 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

- D'après la forme incurvée du front d'onde, on peut affirmer que tout point de la corde élastique d'abscisse $x \leq 3\lambda$ commence son mouvement dans le sens négatif. Or, tout point de la corde reproduit le mouvement de (S) avec un retard $\Theta \Rightarrow (S)$ a commencé son mouvement dans le sens négatif $\Rightarrow \varphi_s = \pi$ rad.

2. a) Calcul de la célérité v de l'onde : $x_1 = vt_1 \Rightarrow v = \frac{x_1}{t_1} = 20 \text{ m.s}^{-1}$

$$\lambda = vT \Leftrightarrow T = \frac{\lambda}{v} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

- b) $d_1 = x_1 = 1,5 \lambda$

$x_{M1} = 1,5 \lambda \Rightarrow$ le point M_1 vibre en opposition de phase avec (S) et puisque $\varphi_S = \pi \text{ rad} \Rightarrow \varphi_{M1} = 0$

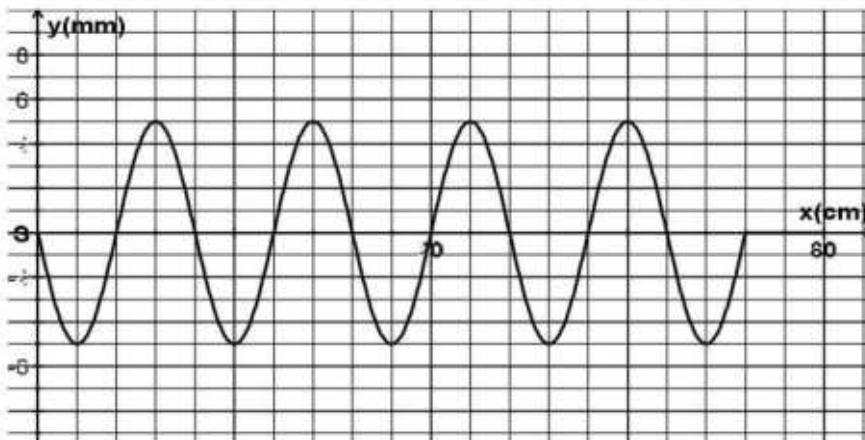
- c) Pour $t < t_1$: $y_{M1}(t) = 0$

Pour $t \geq t_1$: $y_{M1}(t) = 5 \cdot 10^{-3} \sin 250\pi t$

- $$3. a) x_{f_0} = 3\lambda_0 \Rightarrow t_0 = 3T = 24 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$\text{Autre méthode : } x_{f_0} = v t_0 \Rightarrow t_0 = \frac{x_{f_0}}{v} = 24 \text{ ms.}$$

- b) $t_2 = 36 \text{ ms} \Rightarrow t_2 - t_0 = 1,5 \cdot T \Rightarrow x_{f2} = x_{f0} + 1,5 \lambda$, ce qui donne :



Exercice 3

- 1- « lorsque l'atome est excité....d'onde lumineuse ».
 - 2- Le spectre d'émission est discontinu car il est formé de raies de lumière plus ou moins espacées.
 - 3- Chaque raie correspond à une transition donnée d'un niveau d'énergie supérieur à un niveau d'énergie inférieur

Le sujet comporte quatre pages numérotées de 1/4 à 4/4

CHIMIE (7 points)

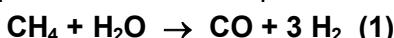
EXERCICE 1 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

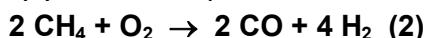
Modes de préparation du méthanol

En 1923, le chimiste allemand Mattias Pier a développé un procédé selon lequel, en présence de chromate de zinc, un mélange de dihydrogène, de monoxyde et de dioxyde de carbone, porté à une température de l'ordre de **400°C** et à une pression de **30 à 100 MPa** (de 300 à 1000 atmosphères) est transformé en méthanol. La production moderne du même alcool est le plus souvent réalisée à partir du méthane, comme suit :

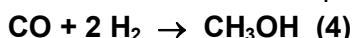
- A des pressions modérées de **1 à 2 MPa**, à une température de l'ordre de **850°C** et en présence de nickel, le méthane réagit avec la vapeur d'eau selon l'équation :



- La chaleur nécessaire à la réaction (1) est fournie par la réaction d'équation :



- Le rapport entre les quantités de **CO** et de **H₂** nécessaires à la synthèse du méthanol est ajusté par la réaction d'équation : **CO + H₂O → CO₂ + H₂** (3)
- En présence d'un mélange de cuivre, d'oxyde de zinc et d'alumine, à une température de **250°C** et sous une pression de **5 à 10 MPa**, le méthanol est obtenu selon l'équation :



D'après WWW.Wikipedia.org/wiki/methanol

Questions

1. Relever du texte :

- a) le nom de la substance qui a joué le rôle de catalyseur dans la synthèse du méthanol, réalisée en 1923,
- b) les noms des substances qui ont joué le même rôle dans le procédé moderne de préparation du méthanol tout en précisant l'étape correspondante,
- c) un autre facteur cinétique intervenu dans les réactions de production du méthanol.

2. Montrer, dans chacun des cas de catalyse figurant dans le texte, s'il s'agit d'une catalyse homogène ou bien hétérogène.

3. Montrer à partir du texte qu'un catalyseur est sélectif.

EXERCICE 2 (4 points)

Toutes les solutions considérées dans l'exercice sont prises à **25°C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est **K_e = 10⁻¹⁴**.

On prélève séparément un volume **V₀ = 5 mL** de deux solutions aqueuses (**S₁**) d'une base (**B₁**) et (**S₂**) d'une base (**B₂**), de même **pH = 11,1** et on complète dans chaque cas avec de l'eau distillée jusqu'à **100 mL**. On obtient deux nouvelles solutions (**S'₁**) et (**S'₂**) de **pH** respectifs **9,8** et **10,4**.

1. Donner le nom de l'opération réalisée pour passer de (**S₁**) et (**S₂**) à (**S'₁**) et (**S'₂**) et préciser la verrerie qu'on doit utiliser pour réaliser le travail avec précision.
2. a) Calculer le nombre **n₀** de moles d'ions hydroxyde contenus dans le volume **V₀** prélevé.
b) Calculer les nombres **n₁** et **n₂** de moles d'ions **OH⁻** contenus dans les solutions (**S'₁**) et (**S'₂**) et les comparer à **n₀**.
c) En déduire que la base (**B₁**) est forte tandis que (**B₂**) est faible.
3. Sachant que la base (**B₂**) est l'ammoniac **NH₃** et que la concentration de (**S₂**) est **C₂ = 0,1 mol.L⁻¹** :
a) écrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau,

b) – montrer que le taux d'avancement final de la réaction d'ionisation de l'ammoniac dans l'eau est :

$$\tau_f = \frac{10^{-\alpha_1 - \alpha_2}}{C_2},$$

– vérifier par le calcul de τ_f que la base (B_2) est faiblement ionisée dans l'eau.

c) – donner l'expression de la constante d'acidité K_a du couple dont l'ammoniac est la forme basique,

– établir la relation $[H_3O^+]_{S_2} = K_a \tau_f$,

– en déduire la valeur du pK_a du couple acide-base dont l'ammoniac est la forme basique.

4. a) Calculer le taux d'avancement final τ'_f de la réaction de l'ammoniac avec l'eau pour la solution (S'_2).

b) En déduire l'effet de la dilution sur l'ionisation de l'ammoniac.

PHYSIQUE (13 points)

EXERCICE 1 (4 points)

On associe en série une bobine d'inductance L et de résistance $r = 10 \Omega$, un générateur de force électromotrice (fem) E , de résistance interne nulle et de masse flottante, un résistor de résistance R_o et un interrupteur K comme il est indiqué dans la figure 1.

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{BC}(t)$, on relie les entrées Y_1 et Y_2 d'un oscilloscope à mémoire respectivement aux points A et C du circuit tandis que sa masse est reliée au point B (Fig.1) et on appuie sur le bouton inversion de la voie Y_2 de l'oscilloscope. A l'instant $t = 0$, on ferme le circuit à l'aide de l'interrupteur K . L'oscilloscope enregistre les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure 2.

1. Justifier l'inversion faite sur la voie Y_2 de l'oscilloscope.

2. Montrer que l'intensité i du courant qui circule dans le circuit est régie par l'équation différentielle :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}, \text{ avec } \tau = \frac{L}{R} \text{ et } R = R_o + r.$$

3. a) Vérifier que l'intensité i du courant s'écrit sous la forme :

$$i(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), \text{ où } K \text{ est une constante dont on déterminera l'expression en fonction de } E \text{ et de } R.$$

b) En déduire l'expression de chacune des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{BC}(t)$.

c) Identifier parmi \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure 2, le chronogramme de $u_{BC}(t)$.

4. A l'aide des courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la figure 2, déterminer la valeur de :

a) la fem E du générateur,

b) l'intensité I_o du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent,

c) la résistance R_o ,

d) la constante de temps τ et en déduire la valeur de l'inductance L .

5. Dans le circuit précédent, on modifie l'une des grandeurs caractéristiques du circuit (L ou bien R_o). Le nouveau chronogramme de la tension u_{BC} est la courbe \mathcal{C}_3 de la figure 2.

Identifier la grandeur dont la valeur a été modifiée et comparer sa nouvelle valeur à sa valeur initiale.

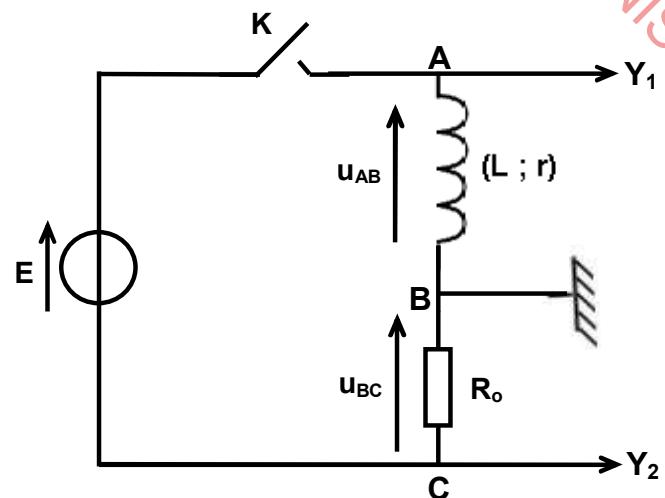


Fig.1

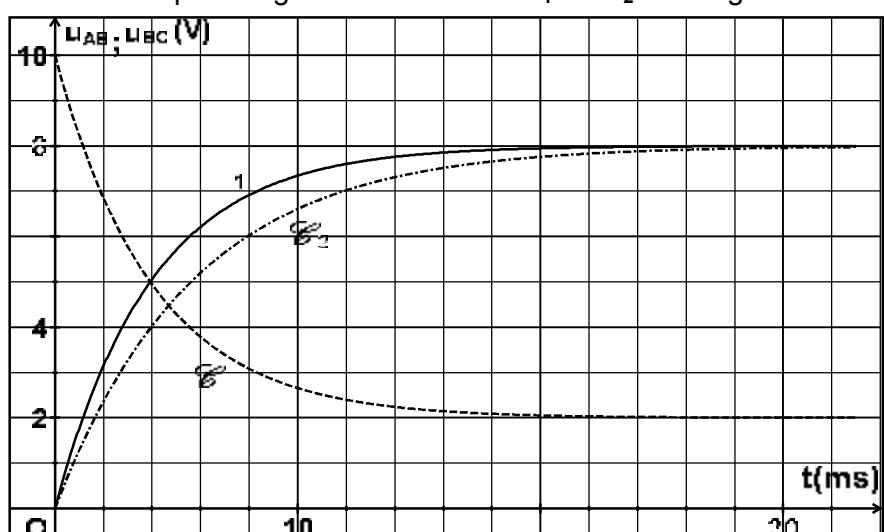


Fig.2

EXERCICE 2 (4,5 points)

Un pendule élastique est constitué d'un solide (**S**) de masse **m** et d'un ressort (**R**) de raideur **k = 40 N.m⁻¹** et de masse négligeable devant celle de (**S**).

- I. Le solide (**S**), libre de se mouvoir sur un banc à coussin d'air horizontal, est écarté de sa position de repos dans la direction d'un axe (**O, i**) parallèle au banc, puis libéré sans vitesse initiale à un instant **t₀** qui sera pris comme origine des temps (**t₀ = 0**). Pour étudier les oscillations du pendule, on repère au cours du temps, la position du centre d'inertie **G** du solide (**S**) dans le repère (**O, i**) (Fig.3).

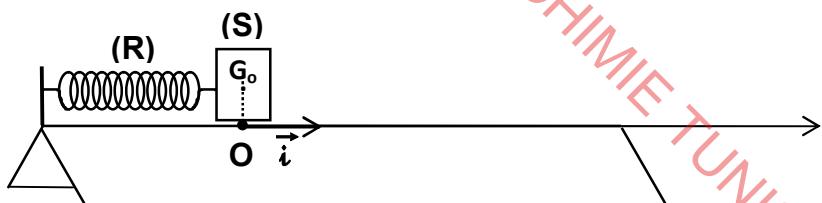


Fig.3

- En désignant par **x** l'abscisse de **G** et par **v**, sa vitesse à un instant **t** donné, exprimer l'énergie mécanique **E** du pendule élastique en fonction de **m, k, v** et **x**.
- En admettant que **E** reste constante au cours des oscillations, établir en **x**, l'équation différentielle des oscillations de **G**.

2. Un système approprié d'acquisition des données permet d'obtenir les courbes 1 et 2 de la figure 4.

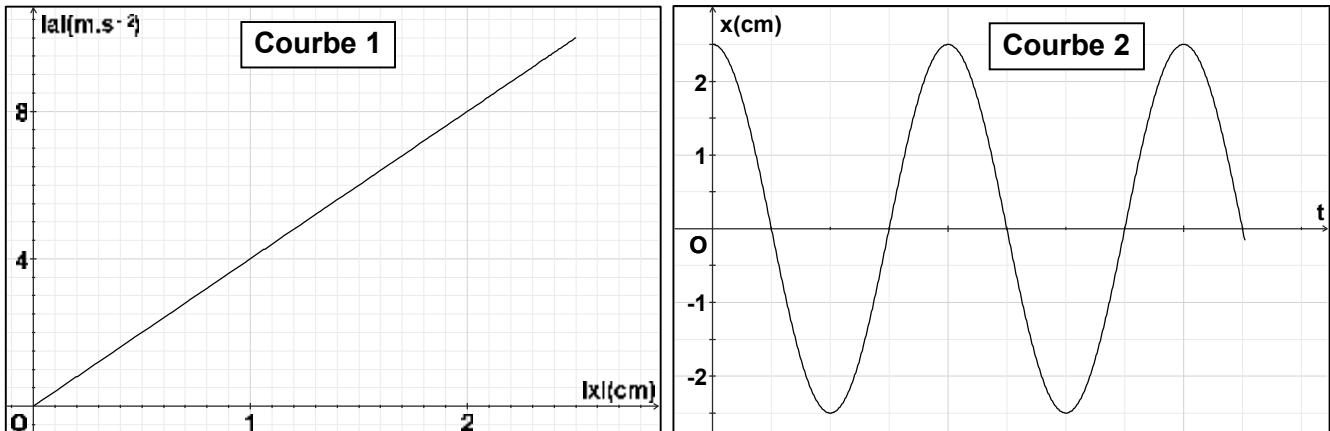


Fig.4

La courbe 1 traduit l'évolution de la valeur absolue de l'accélération **a** de **G** en fonction de la valeur absolue de son élongation **x** ; la courbe 2 représente l'évolution de **x** au cours du temps **t**.

- Montrer que la forme droite de la courbe 1 vérifie l'équation différentielle établie dans 1.b.
- En déduire la valeur de :
 - la pulsation des oscillations,
 - la masse **m** du solide (**S**).
- Déterminer :
 - les expressions de **x(t)** et de **v(t)**,
 - le sens dans lequel le solide (**S**) a été écarté initialement.

- II. Le solide (**S**) est maintenant soumis, au cours de ses oscillations, à une force excitatrice $\vec{F} = (1,2 \sin 18t) \vec{i}$.

et à une force de frottement $\vec{f} = -h \vec{v}$, avec $h = 0,8 \text{ N.s.m}^{-1}$.

- Sachant que pour un dipôle **RLC série** soumis à une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin \omega t$, l'équation différentielle reliant la charge du condensateur **q** à sa dérivée première et à sa dérivée seconde est : $L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = u$ et sa solution est de la forme : $q = Q_m \sin (\omega t + \phi_q)$,

avec $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 \omega^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}}$: charge maximale et ϕ_q , phase initiale de **q** telle que $\tan \phi_q = \frac{R \omega}{L \omega^2 - \frac{1}{C}}$.

- En précisant l'analogie utilisée, écrire :

- l'équation différentielle reliant l'abscisse **x** de **G** à sa dérivée première et à sa dérivée seconde pour l'oscillateur mécanique,

– l'expression de $\mathbf{x}(t)$ en régime permanent, en précisant son amplitude \mathbf{X}_m et sa phase initiale ϕ_x .

b) En déduire l'expression de la vitesse $\mathbf{v}(t)$ de \mathbf{G} .

2. On modifie la pulsation de l'exciteur. Pour une valeur ω_1 de celle-ci, l'amplitude des oscillations devient maximale.

a) Donner le nom du phénomène dont l'oscillateur est le siège à la pulsation ω_1 .

b) Dans le cas d'un circuit **RLC série**, un phénomène analogue peut être observé à une valeur ω_r de la pulsation de la tension excitatrice $u(t)$.

Etablir l'expression de ω_r en fonction de la pulsation propre ω_0 du circuit, de la résistance R et de l'inductance L .

c) – En déduire par analogie, l'expression de ω_1 en fonction de h , m et ω_0 , la pulsation propre du pendule élastique.

– Calculer la valeur de ω_1 .

d) Calculer la puissance mécanique moyenne du pendule oscillant à la pulsation ω_1 .

EXERCICE 3 (4,5 points)

Une corde élastique de longueur $L = 0,6 \text{ m}$ tendue horizontalement est attachée par son extrémité S au bout d'une lame vibrante qui lui communique des vibrations sinusoïdales transversales, d'amplitude $a = 4 \text{ mm}$ et de fréquence N (voir **figure 5**). Une onde progressive transversale de même amplitude a se propage le long de la corde à partir de S avec la célérité $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

On suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$ et admet comme équation horaire : $y_S(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi)$.



Figure 5

1. Déterminer la valeur de la fréquence N , puis celle de la longueur d'onde λ .

2. a) Soit M un point de la corde d'abscisse $x = SM$ dans le repère (S, \vec{t}) .

Etablir l'équation horaire du mouvement de ce point.

b) Montrer que les deux points A et B de la corde d'abscisses respectives $x_A = 2,5 \text{ cm}$ et $x_B = 22,5 \text{ cm}$ vibrent en phase.

3. L'aspect de la corde à un instant t_1 est représenté sur la **figure 6**.



Figure 6

a) Déterminer graphiquement la valeur de t_1 .

b) Déterminer les positions des points N_i de la corde ayant, à l'instant t_1 , l'élongation $y_{N_i} = \frac{a}{2}$.

c) Parmi ces points, déduire celui qui vibre en phase avec le point N_1 d'abscisse $x_1 = 3,33 \text{ cm}$.

CHIMIE: corrigé et commentaires

Exercice 1

1. a) Le chromate de zinc
 b) - Etape 1, réaction (1) : le nickel
 - Etape 4, réaction (4) : mélange de cuivre, d'oxyde de zinc et d'alumine.
 c) La température.

2. Dans tous les cas de catalyse figurant dans le texte, il s'agit d'une catalyse hétérogène car le catalyseur se trouve dans une phase solide, tandis que le milieu réactionnel constitue une phase gazeuse.

3. Chacun des catalyseurs figurant dans le texte a orienté la réaction dans un sens bien déterminé, c'est-à-dire qu'il n'a permis qu'à une seule réaction d'avoir lieu. Donc, le catalyseur est sélectif.

Exercice 2

1. - Opération réalisée : la dilution

- Verrerie à utiliser : pipette de 5 mL ; fiole jaugée de 100 mL.

$$2. a) n_0 = [\text{OH}^-]_0 V_0 = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} V_0 = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}_0}} V_0 = \frac{10^{-14}}{10^{-11,1}} 5 \cdot 10^{-3} = 6,29 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

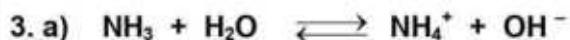
$$b) n_1 = [\text{OH}^-]_1 V = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]_1} V = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}_1}} V = \frac{10^{-14}}{10^{-9,8}} 0,1 = 6,31 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_2 = [\text{OH}^-]_2 V = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]_2} V = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}_2}} V = \frac{10^{-14}}{10^{-10,4}} 0,1 = 2,51 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

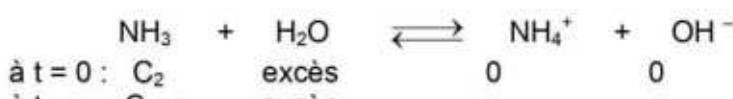
c) Comparaison à n_0 : $n_1 \approx n_0$ et $n_2 > n_0$

c) La dilution de (S_1) conserve le nombre de moles n_1 de OH^- . Par contre, la dilution de (S_2) fait augmenter le nombre de moles n_2 de OH^-

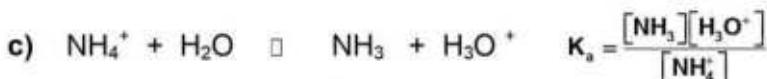
⇒ La base B_1 est forte, tandis que la base B_2 est faible.



b) En négligeant les ions OH^- provenant de l'ionisation propre de l'eau :



$\tau_f = \frac{[\text{OH}^-]}{C_2} = \frac{y_f}{C_2}$. Or: $[\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-\text{pK}_a}}{10^{-\text{pH}}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{(\text{pH}-\text{pK}_a)}}{C_2} \tau_f = 1,26 \cdot 10^{-2} \ll 1 \Rightarrow \text{NH}_3 \text{ est faiblement ionisée dans l'eau.}$



$$K_a = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} \Leftrightarrow K_a \frac{[\text{NH}_4^+]}{C_2} = K_a \tau_f \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \tau_f$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \tau_f \Leftrightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{\tau_f} = \frac{10^{-\text{pH}}}{\tau_f} \quad \text{pK}_a = 9,2. \\ \Rightarrow \log K_a = -\text{pH} - \log \tau_f \Leftrightarrow \text{pK}_a = \text{pH} + \log \tau_f$$

Physique: corrigé et commentaires

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

Exercice 1

1. Pour visualiser la tension $u_{BC}(t)$, il faut appuyer sur le bouton inversion de la voie Y_2 . Sinon, on aura $[-u_{BC}(t)]$ avec le branchement indiqué.

2. $E - u_{AB} - u_{BC} = 0$, $E = u_{AB} + u_{BC} = ri + L \frac{di}{dt} + R_0 i$

$(R_0 + r)i + L \frac{di}{dt} = E$, on note aussi que $E = Ri + L \frac{di}{dt}$, avec $R = R_0 + r \Rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{E}{L}$, avec $\tau = \frac{L}{R}$

3.a) $i(t) = K(1 - e^{-t/\tau})$; $\frac{di}{dt} = \frac{K}{\tau} e^{-t/\tau}$; $\frac{K}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{K}{\tau} (1 - e^{-t/\tau}) = \frac{E}{L} \Rightarrow K = \frac{E}{R}$

b) $u_{AB} = ri + L \frac{di}{dt} = rK(1 - e^{-t/\tau}) + L \frac{K}{\tau} e^{-t/\tau}$

$$u_{AB} = r \frac{E}{R} - r \frac{E}{R} e^{-t/\tau} + E e^{-t/\tau} = r \frac{E}{R} + E(1 - \frac{r}{R}) e^{-t/\tau}, \quad u_{BC} = R_0 i = R_0 \frac{E}{R} (1 - e^{-t/\tau}).$$

c) À $t = 0$ $u_{BC} = 0$; à $t = \infty$ $u_{BC\max} = R_0 \frac{E}{R} < E$, la tension $u_{BC}(t)$ augmente progressivement à partir de zéro jusqu'à atteindre une valeur constante inférieure à E .
Donc, c'est la courbe \mathcal{C}_1 qui représente $u_{BC}(t)$.

4.a) À $t = 0$, $u_{AB} = E \Rightarrow E = 10 \text{ V}$

b) Quand $t \rightarrow \infty$, $u_{AB} = 2 \text{ V}$. Or, $u_{AB} = rI_0 \Rightarrow I_0 = 0,2 \text{ A}$

c) Quand $t \rightarrow \infty$, $u_{BC} \approx 8 \text{ V}$. Or, $u_{BC} = R_0 I_0 \Rightarrow R_0 = 40 \Omega$

d) Pour $t = \tau$, $u_{BC}(\tau) = 0,632U_0 = 5 \text{ V} \Rightarrow \tau = 4 \text{ ms}$

$$L = R \tau = (R_0 + r) \tau \Rightarrow L = 0,2 \text{ H}$$

5. D'après la courbe \mathcal{C}_3 , $\tau' \approx 6 \text{ ms} > \tau = 4 \text{ ms}$.

Cette augmentation de τ peut être due à une augmentation de L ou bien une diminution de R_0 .
Or, en régime permanent et toujours d'après la forme de C_3 , u_{BC} est maintenue égale à 8 V , avec $I_0 = 0,2 \text{ A}$.

Donc, on n'a pas touché à R_0 . On a donné à l'inductance de la bobine une valeur $L' > L$.

4. a) On a : $\tau'_f = \frac{10^{(pH_2 - pK_e)}}{C_2}$, avec $pH_2 = 10,4$ et $C_2 = \frac{C_2 V_0}{V}$, d'où : $\tau'_f = 5 \cdot 10^{-2}$

b) On a : $\tau'_f = 5 \cdot 10^{-2}$. Or, $\tau_f = 1,26 \cdot 10^{-2}$ \Rightarrow La dilution favorise l'ionisation de l'ammoniac.

Exercice 2

I-1. a) $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$

b) $\frac{dE}{dt} = m v \frac{dv}{dt} + kx \frac{dx}{dt} = 0 \Rightarrow m \frac{dv}{dt} + kx = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0$, avec $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

2.a) On a : $a = -\omega_0^2 x \Rightarrow |a| = \omega_0^2 |x|$.

Donc $|a| = f(|x|)$ est une portion de droite qui passe par l'origine.

b) La pente de la droite donne $\omega_0 = 20 \text{ rad.s}^{-1}$ $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow m = 0,1 \text{ kg}$.

c) - On a : $a + \omega_0^2 x = 0 \Leftrightarrow x = X_m \sin(\omega t + \varphi)$.

La courbe 2 est une sinusoïde d'amplitude $X_m = 2,5 \text{ cm}$.

À $t = 0$, $x = X_m \sin(\varphi) = X_m \Rightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

Il vient donc : $x = 2,5 \cdot 10^{-2} \sin(20t + \frac{\pi}{2})$ et : $v(t) = 0,5 \sin(20t + \pi)$.

- À $t = 0$, $x(t) = X_m \Rightarrow$ Le solide (S) est écarté dans le sens des élongations positives.

II-1. a) Avec les analogies : $q \rightarrow x$, $u \rightarrow F$, $L \rightarrow m$ et $1/C \rightarrow k$, on écrit : * $m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F(t)$

* $x = X_m \sin(\omega t + \varphi_x)$, $X_m = \frac{F_m}{\sqrt{(h\omega)^2 + (m\omega^2 - k)^2}}$ et φ_x telle que $\tan \varphi_x = \frac{h\omega}{m\omega^2 - k}$

A.N : $x(t) = 7,37 \cdot 10^{-2} \sin(18t - 1,08)$

b) $v(t) = X_m \omega \sin(\omega t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}) = V_m \sin(\omega t + \varphi_v)$ avec :

$V_m = X_m \omega = \frac{F_m \omega}{\sqrt{(h\omega)^2 + (m\omega^2 - k)^2}}$ et $\varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2}$ d'où : $v(t) = 1,32 \sin(18t + 0,49)$

2- a) Il s'agit du phénomène de résonance d'élongation (d'amplitude).

b) $Q_m = \frac{U_m}{\sqrt{(R\omega)^2 + (L\omega^2 - \frac{1}{C})^2}} = \frac{U_m}{\sqrt{f(\omega)}} \Rightarrow Q_m \text{ max pour } f(\omega) \text{ min.}$

$$\frac{df(\omega)}{d\omega} = 2R^2\omega_r + 2(L\omega_r^2 - \frac{1}{C})2L\omega_r = 0 \Rightarrow \omega_r^2 = \omega_0^2 - \frac{R^2}{2L^2}$$

c) $\omega_1^2 = \omega_0^2 - \frac{h^2}{2m^2}$ AN : $\omega_1 = 19,18 \text{ rad.s}^{-1}$

d) $P = \frac{1}{2}hV_m^2 = \frac{1}{2}hX_m^2\omega_1^2$; $X_{tm} = \frac{F_m}{\sqrt{(h\omega_1)^2 + (m\omega_1^2 - k)^2}} = 6,87 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow P = 0,695 \text{ W}$

Exercice 3

1. On a : $y_S(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi) \Rightarrow \omega = 200\pi \text{ rad.s}^{-1}$. Or, $\omega = 2\pi N \Rightarrow N = 100 \text{ Hz}$,

D'autre part, on a : $\lambda = \frac{v}{N} ; \lambda = 0,1 \text{ m}$

2. a) $y_M(t) = y_S(t-\theta)$, où $\theta = \frac{x}{v}$, temps mis par l'onde pour se propager de S à M. \Rightarrow

$$y_M(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t + \pi - \frac{2\pi x}{\lambda}) \text{ pour } t \geq \theta.$$

b) $x_B - x_A = 20 \text{ cm}$. Or, $\lambda = 10 \text{ cm} \Rightarrow x_B - x_A = 2\lambda$ ce qui signifie : A et B vibrent en phase.

3. a) $x_1 = 22,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. Or, $x_1 = vt_1 \Leftrightarrow t_1 = \frac{x_1}{v}$ A.N. : $t_1 = 2,25 \cdot 10^{-2} \text{ s}$;

b) $y_{tt}(x) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(200\pi t_1 + \pi - 20\pi x) = \frac{a}{2} \Rightarrow y_{tt}(x) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(5,5\pi - 20\pi x) = 2 \cdot 10^{-3}$

$$\Rightarrow \cos 20\pi x = -\frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} 20\pi x = \frac{2\pi}{3} + 2k\pi \\ 20\pi x = -\frac{2\pi}{3} + 2k\pi \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = \frac{1}{30} + \frac{k}{10} ; x \leq 22,5 \text{ cm} \Rightarrow k = \{0,1\} \\ x = -\frac{1}{30} + \frac{k}{10}, \text{ avec } k > 0 \text{ et } x \leq 22,5 \text{ cm} \Rightarrow k = \{1,2\} \end{cases}$$

$$x_i(\text{cm}) = 3,33 - 6,66 - 13,33 - 16,66$$

c) L'abscisse $x_1 = 3,33 \text{ cm}$ de N₁ est de la forme $x = \frac{1}{30} + \frac{k}{10}$, avec $k = 0$

\Rightarrow le point vibrant en phase avec N₁ est le point N₂ d'abscisse : $x_2 = \frac{1}{30} + \frac{1}{10} = 13,33 \text{ cm}$

Hedi Khaled

EXAMEN DU BACCALAUREAT - SESSION DE JUIN 2010

**SECTIONS : Mathématiques + Sciences expérimentales Coef. : 4
Sciences Techniques Coef. : 3**

EPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DUREE : 3 h

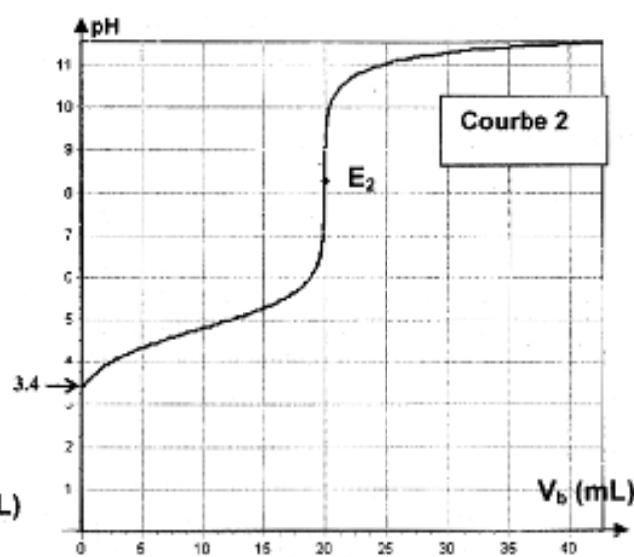
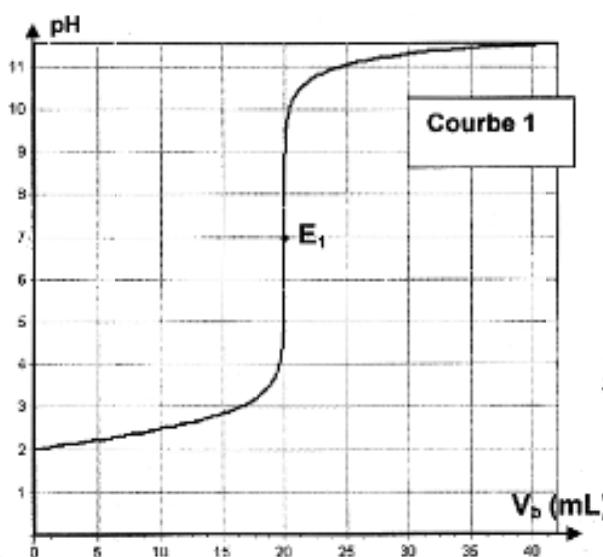
Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5

Chimie: (7 points)

Exercice n° 1 (3 points)

On dispose, à 25°C, d'une solution aqueuse (S_1) d'acide A_1H et d'une solution aqueuse (S_2) d'acide A_2H . Pour les identifier, on prélève de chacune d'entre elles un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ et on les dose successivement par la même solution aqueuse de soude de concentration molaire $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le suivi pH-métrique des réactions a permis de tracer les courbes (1) et (2) de la figure suivante :



E_1 et E_2 sont les points d'équivalence

- 1) Schématiser le dispositif à utiliser pour ces dosages.
- 2) A l'aide des courbes (1) et (2) de la figure précédente :
 - a) montrer que l'un des deux acides utilisés est fort tandis que l'autre est faible.
 - b) montrer que les deux solutions acides ont la même concentration initiale C_A , la calculer.
 - c) déterminer le pK_a de l'acide faible.
- 3) En supposant que A_2H est l'acide faible :
 - a) écrire l'équation de sa réaction avec l'eau.
 - b) interpréter, dans le cas du dosage de cet acide, le caractère basique de la solution obtenue à l'équivalence.

Exercice n° 2 (4 points)

On réalise, à la température 25°C, la pile électrochimique (P) symbolisée par :



On donne le potentiel standard du couple Co^{2+}/Co : $E^{\circ}_{(\text{Co}^{2+}/\text{Co})} = -0,28 \text{ V}$

La mesure de la valeur de la **fem** initiale (force électromotrice initiale) de cette pile donne **E = 0,05 V**.

- 1) a- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
b- Déterminer la valeur de la force électromotrice standard E^0 de la pile (P) et en déduire celle du potentiel standard du couple $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$.
c- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction spontanée qui se produit dans la pile en circuit fermé.
- 2) Après une certaine durée de fonctionnement, la pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur.
On suppose que les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments de la pile sont égaux et restent inchangés au cours de la réaction. De plus, aucune des deux électrodes ne disparaît.
a- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à la réaction spontanée.
b- Dresser le tableau d'avancement volumique y du système chimique en précisant les valeurs des concentrations molaires en ions Ni^{2+} et Co^{2+} à l'équilibre.
- 3) A partir de l'état d'équilibre, on double, par ajout de l'eau distillée, le volume de la solution contenant les ions Ni^{2+} .
a - Calculer la nouvelle valeur de la **fem** de la pile (P), juste après la dilution.
b- En déduire l'effet de cette dilution sur le déplacement de l'équilibre chimique dans (P).

Physique (13 points)

Exercice n° 1 (6 points)

Les parties I et II sont indépendantes.

I- On associe en série un générateur **G** de **fem** **E** et de résistance interne supposée nulle, un résistor de résistance **R** réglable, un condensateur de capacité **C** ne portant initialement aucune charge électrique et un interrupteur **K**.

À l'instant $t = 0 \text{ s}$, on ferme le circuit.

Par un système approprié, on enregistre l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur. On obtient alors le chronogramme (\mathcal{C}) et sa tangente (T) au point correspondant à $t = 0 \text{ s}$ (Fig.1).

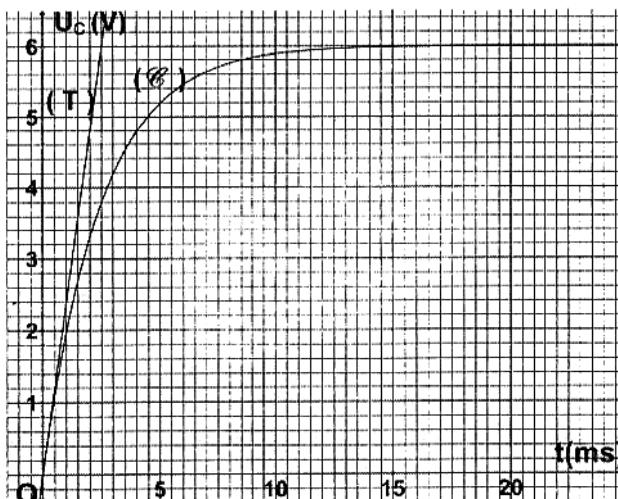


Fig.1

1) Déterminer graphiquement :

- a- la valeur de la **fem** **E** du générateur.
- b- la valeur de la constante de temps τ du dipôle **RC**.

2) Déduire de la valeur de τ , la durée approximative au bout de laquelle le condensateur devient complètement chargé.

3) Sachant que la résistance du résistor est fixée à la valeur $R = 2 \text{ k}\Omega$, calculer la valeur de la capacité **C** du condensateur utilisé.

II- On réalise un circuit comportant un **GBF** (Générateur basse fréquence), une bobine d'inductance **L** inconnue et de résistance $r = 50 \Omega$, un résistor de résistance $R = 100 \Omega$, un condensateur de capacité $C = 2,85 \mu\text{F}$ et un ampèremètre, montés tous en série (Fig.2).

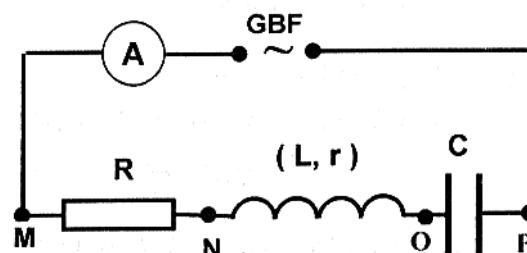


Fig.2

Le GBF utilisé alimente le circuit en délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et d'amplitude $U_m = 6$ V. De ce fait, l'intensité $i(t)$ du courant électrique qui circule dans le circuit vérifie l'équation différentielle suivante :

$$L \frac{di}{dt} + (R + r)i + \frac{1}{C} \int i \cdot dt = U_m \sin(2\pi Nt)$$

- 1) On admet que $i(t) = I_m \sin(2\pi Nt + \varphi)$ est une solution particulière de cette équation différentielle, en régime permanent.
À une valeur N_1 de N , les mesures des tensions aux bornes des différents dipôles du circuit de la figure 2 permettent de réaliser, à l'échelle, la construction de Fresnel de la figure 3 de la feuille annexe (page 5/5 : feuille à remplir et à rendre avec la copie).
Compléter l'annotation de la construction de Fresnel sus indiquée.
- 2) A l'aide de la construction de Fresnel complétée :
 - donner la valeur maximale U_{Rm} de la tension aux bornes du résistor et en déduire la valeur de l'intensité maximale I_m .
 - donner la valeur maximale U_{Cm} de la tension aux bornes du condensateur et en déduire la valeur N_1 de la fréquence du GBF.
 - déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 3) En fixant la fréquence N du GBF à la valeur $N_2 = 236$ Hz, l'ampèremètre indique la valeur $I_2 = 28,3$ mA.
 - Calculer la valeur de l'impédance Z_2 de l'oscillateur RLC série.
 - Comparer Z_2 à la résistance totale de l'oscillateur et en déduire que celui-ci est, dans ces conditions, le siège d'un phénomène dont on précisera le nom.
 - Retrouver la valeur de l'inductance L de la bobine.

Exercice n° 2 (4 points)

On dispose d'une cuve à ondes remplie d'eau et d'une lame vibrante (L) qui produit, à la surface de la nappe d'eau des ondes progressives, rectilignes, sinusoïdales et de fréquence N réglable. On suppose qu'il n'y a, ni amortissement, ni réflexion des ondes aux bords de la cuve.

- I- La fréquence de la lame vibrante est réglée à la valeur $N_1 = 11$ Hz.

En éclairage stroboscopique et pour une fréquence N_0 des éclairs, égale à 11 Hz, la surface de la nappe d'eau présente une série de rides équidistantes, rectilignes et immobiles comme le montre la figure 1.

- Définir la longueur d'onde λ .
 - Sachant que le schéma de la figure 1 est réalisé à l'échelle, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_1 de l'onde créée à la surface de la nappe d'eau. En déduire la valeur de la célérité v_1 de l'onde.
- On règle la fréquence N de la lame à la valeur $N_2 = 20$ Hz et on mesure la distance d_2 séparant 5 rides successives. On obtient une valeur de 3 cm.
 - Calculer, dans ce cas, la valeur de la longueur d'onde λ_2 et la célérité v_2 de l'onde.
 - Justifier que l'eau est un exemple de milieu dispersif.
- Sachant que l'élargissement d'un point A, appartenant au sommet de la première ride, comptée à partir de la lame (L) s'écrit : $y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$, déterminer, en le justifiant, l'élargissement $y_B(t)$ d'un point B appartenant au sommet de la troisième ride.

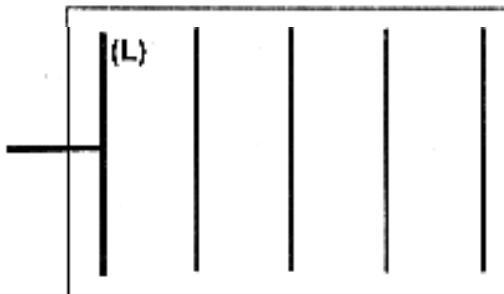


Fig.1

II- Un obstacle muni d'une fente (F) de largeur $a = 8 \text{ mm}$ est placé parallèle à la lame et à une distance d de celle-ci. Pour une fréquence $N_2 = 20 \text{ Hz}$ et un instant donné, la forme des rides de l'onde qui se propage à la surface de la nappe d'eau avant la traversée de la fente (F) est donnée par la figure 2.

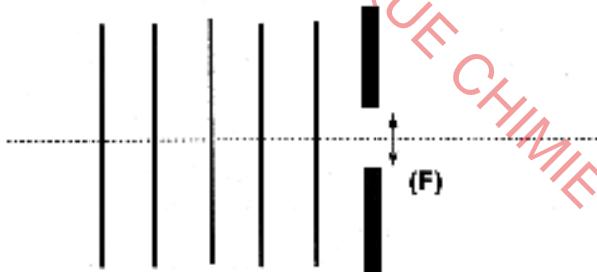


Fig.2

- 1) a- Préciser l'ordre de grandeur de λ , avec lequel l'onde subit une diffraction au niveau de (F).
b- En déduire, s'il y a diffraction au niveau de (F) à la fréquence N_2 de la lame vibrante.
c- Dans l'affirmative, représenter, sur la figure 1 de la feuille annexe (page 5/5 à compléter et à remettre avec la copie), la forme des rides au-delà de la fente (F).
- 2) a- On fixe de nouveau, la fréquence N de la lame vibrante à la valeur $N_1 = 11 \text{ Hz}$.
Représenter, à l'échelle, sur la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5 à compléter et à remettre avec la copie), la forme des rides avant et après la traversée de la fente (F).
b- Pour une valeur donnée de a , montrer s'il faut diminuer ou bien augmenter la valeur de la longueur d'onde λ pour rendre le phénomène observé plus net.

Exercice n° 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

La spectroscopie atomique

L'objet de la spectroscopie atomique consiste à analyser la lumière : soit émise par des atomes excités, c'est la spectroscopie d'émission ; soit absorbée par des atomes, c'est la spectroscopie d'absorption. Dans le premier cas, on communique de l'énergie aux atomes par des collisions électroniques ou par l'interaction avec un rayonnement. Les atomes excités reviennent à un état moins excité en émettant une radiation lumineuse. Dans le second cas, on irradie la vapeur d'atomes avec une source lumineuse et on identifie les longueurs d'onde des radiations absorbées. La propriété essentielle de tout spectre atomique est que l'on y trouve un certain nombre de raies caractéristiques de chaque atome.

Parmi les applications de la spectroscopie atomique dans certains secteurs d'activités ou de recherche scientifique, on peut citer l'analyse de la lumière provenant du soleil ou des étoiles et la technique Lidar qui permet de contrôler la pollution à basse altitude...

D'après quelques articles sur Internet

Questions :

- 1) Donner les noms des types de spectroscopies indiqués dans le texte.
- 2) Citer deux applications de la spectroscopie atomique.
- 3) Décrire le principe d'obtention d'un spectre d'émission.
- 4) Montrer que la source lumineuse dont l'auteur a fait allusion dans le texte (phrase soulignée) doit être une source de lumière blanche.

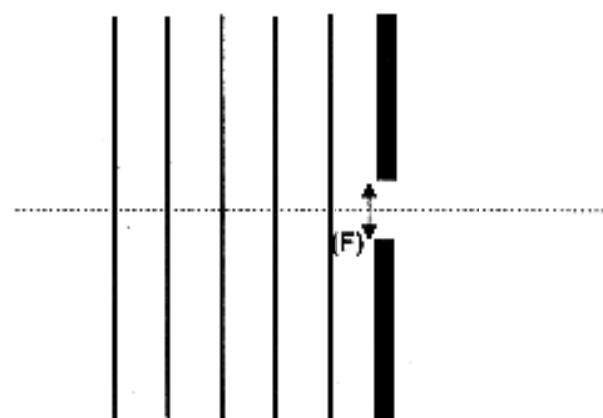


Figure 1

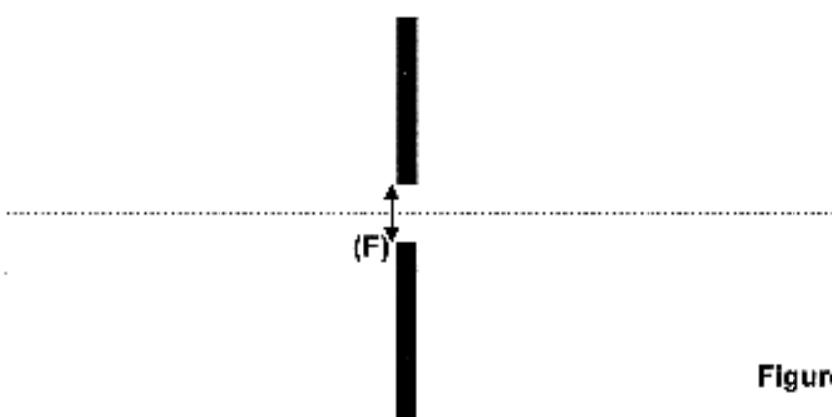
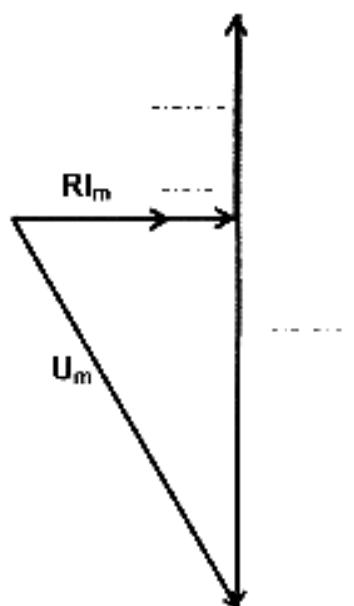


Figure 2



Échelle:
1 cm représente 1 V.

Figure 3

EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2010 - SESSION PRINCIPALE

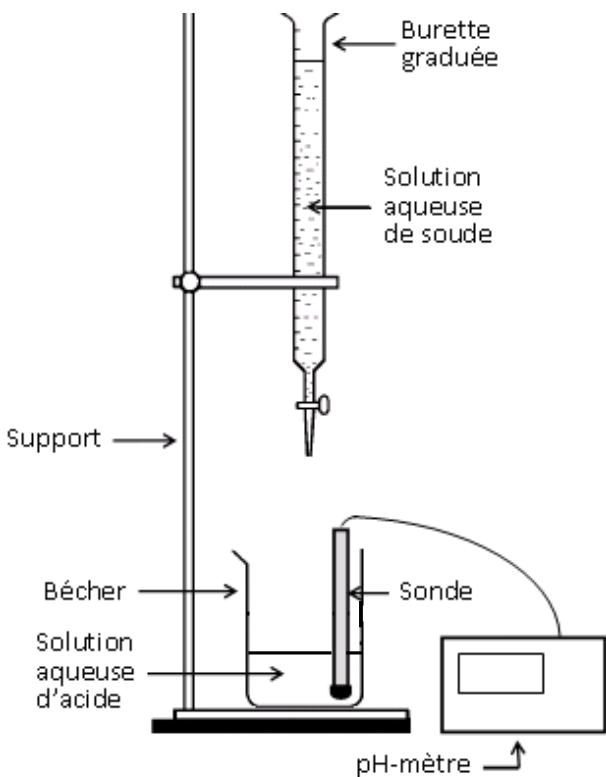
SECTIONS : MATHÉMATIQUES ;
SCIENCES EXPÉRIMENTALES ;
SCIENCES TECHNIQUES

CORRIGÉ DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

CHIMIE

Exercice 1

1- Pour le dosage des acides A_1H et A_2H , on utilise le dispositif schématisé ci-dessous :



Remarque : afin d'homogénéiser le milieu réactionnel, il vaut mieux y plonger un turbulent (barreau aimanté) et placer le bêcher sur un agitateur magnétique.

2- a) Les dosages étant réalisés à 25°C, on a :

- sur la courbe (1), $pH_{E1} = 7 \Leftrightarrow$ La solution obtenue à l'équivalence est neutre. Donc, l'acide dosé est fort.
- sur la courbe (2), $pH_{E2} > 7 \Leftrightarrow$ La solution obtenue à l'équivalence est basique. Donc, l'acide dosé est faible.

Autre méthode :

La courbe (1) possède un seul point d'inflexion. Donc, l'acide dosé est fort. Par contre, la courbe (2) possède deux points d'inflexion. Donc, le 2^e acide dosé est faible.

b) L'équivalence acido-basique est caractérisée par : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$

$$\Leftrightarrow C_A = \frac{C_B V_B}{V_A}$$

Or, d'après les courbes (1) et (2), le volume V_{BE} ajouté à l'équivalence est le même dans les deux cas ($V_B = 20 \text{ mL}$). Donc, les deux acides utilisés ont la même concentration $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

c) On sait que le pH d'une solution aqueuse d'acide faible s'écrit :

$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_A) \Leftrightarrow pK_a = 2pH + \log C_A$$

Avec $C_A = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et avec la valeur $pH_0 = 3,4$ de la solution aqueuse d'acide faible utilisée, que l'on peut relever sur la courbe (2), on a :

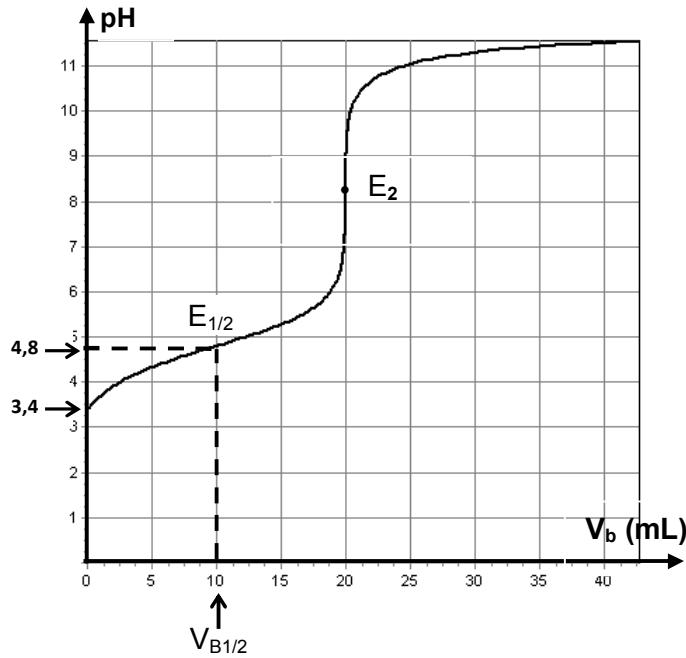
$$pK_a = 4,8$$

Autre méthode :

Au point de demi-équivalence $E_{1/2}$, point correspondant à $V_{B1/2} = \frac{1}{2}$, on sait que $pH = pK_a$. Or, $V_{BE} = 10 \text{ mL}$, ce qui lui correspond sur la courbe (2), $pH \approx 4,8$.

Donc, l'acide faible a : $pK_a = 4,8$

Toutefois, cette 2^e méthode reste approximative dans le cas présent parce que la graduation dont est muni l'axe de pH ne permet pas une lecture précise de la valeur 4,8.



A retenir : Dans l'écriture d'une telle équation, la double flèche est exigée parce que l'acide A_2H est faible.

b) A l'équivalence, on a une solution aqueuse du sel $Na^+ + A_2^-$. Or, A_2^- est la base conjuguée de l'acide faible A_2H . Donc, elle réagit avec l'eau selon l'équation :



Il s'en suit, d'après la loi de modération, un déplacement de l'équilibre d'ionisation propre de l'eau



dans le sens (2) de manière à ce que le produit ionique de l'eau reste constant :

$$K_e = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ à } 25^\circ C.$$

Par suite, $[H_3O^+]$ devient inférieure à $[OH^-]$, ce qui explique le caractère basique de la solution $Na^+ + A_2^-$.

Exercice 2

1- a) A la pile (P) symbolisée par :

$Co | Co^{2+} (10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}) || Ni^{2+} (10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}) | Ni$, on associe l'équation chimique :



1-La fem initiale E de la pile s'écrit :

$$E = E^\circ - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0}$$

$$\Leftrightarrow E^\circ = E + 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0}$$

$$\text{A.N. : } E^\circ = 0,02 \text{ V}$$

$$E^\circ = E_{Ni^{2+}/Ni}^\circ - E_{Co^{2+}/Co}^\circ \Leftrightarrow E_{Ni^{2+}/Ni}^\circ = E^\circ + E_{Co^{2+}/Co}^\circ$$

$$\text{A.N. : } E_{Ni^{2+}/Ni}^\circ = -0,26 \text{ V}$$

2-Le signe positif de la fem initiale E de la pile (P) signifie que son pôle positif est l'électrode de la demi pile de droite, c'est-à-dire, l'électrode de cobalt. Donc, la réaction qui se produit spontanément dans la pile en circuit fermé est la réaction (1) : $Co + Ni^{2+} \rightarrow Co^{2+} + Ni$

2- a) Au cours du fonctionnement de la pile, la

$$\text{fem s'écrit : } E = E^\circ - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]}$$

Si la pile ne débite plus aucun courant dans le circuit extérieur, c'est parce que

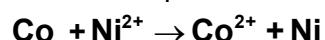
$$\text{le quotient } \frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]} \text{ atteint la valeur de la}$$

constante d'équilibre K de la réaction (1),

$$\text{d'où : } E^\circ - 0,03 \log K = 0 \Leftrightarrow K = e^{\frac{E^\circ}{0,03}}$$

$$\text{A.N. : } K = 4,64$$

b) Tableau d'avancement volumique



État du système	Avancement volumique y	Concentrations (mol.L ⁻¹)	
		[Ni ²⁺] ₀	[Co ²⁺] ₀
État initial	0	[Ni ²⁺] ₀	[Co ²⁺] ₀
État intermédiaire	y	[Ni ²⁺] ₀ - y	[Co ²⁺] ₀ + y
État final	y _f	[Ni ²⁺] ₀ - y _f	[Co ²⁺] ₀ + y _f

Par suite, la constante d'équilibre s'écrit :

$$K = \frac{[Co^{2+}]_f}{[Ni^{2+}]_f} = \frac{[Co^{2+}]_0 + y_f}{[Ni^{2+}]_0 - y_f} \Leftrightarrow y_f = \frac{K[Ni^{2+}]_0 - [Co^{2+}]_0}{K + 1}$$

A.N. : $y_f = 8,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, ce qui donne :

- * $[Ni^{2+}]_{\text{éq}} = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \approx 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- * $[Co^{2+}]_{\text{éq}} = 9,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \approx 9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

3- a) $E = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_o}{[Ni^{2+}]_o}$

$$[Co^{2+}]_o = [Co^{2+}]_{\text{éq}}$$

$$[Ni^{2+}]_o = \frac{[Ni^{2+}]_{\text{éq}} \cdot V}{2V} = \frac{1}{2} [Ni^{2+}]_{\text{éq}}$$

PHYSIQUE

Exercice 1

I-1-a) Détermination graphique de la fem E

Au cours de la charge du condensateur, la tension u_C à ses bornes augmente. Une fois le condensateur est complètement chargé, il ne circule plus aucun courant dans le circuit RC et la tension u_C se trouve égale à la valeur de la fem E du générateur : $u_{C\infty} = E$.

Donc, E est égale à la valeur de l'ordonnée du point d'intersection de la tangente à la courbe (C) à l'infini avec l'axe des ordonnées : **E = 6 V**

Autre méthode :

On sait que lorsqu'on soumet un dipôle RC à un échelon de tension E, on a :

$$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du dipôle.}$$

Il s'en suit : quand $t \rightarrow \infty$, $u_C \rightarrow E$, ce qui revient à dire $u_C(\infty) = E$.

Donc, E est égale à la valeur de...

b) Détermination graphique de τ

1^{ère} méthode

$$u_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

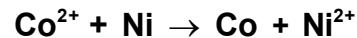
Pour $t = \tau$, on a $u_C(\tau) = E(1 - e^{-1})$, ce qui donne $u_C(\tau) = 0,63E$

Or, $E = 6 V \Rightarrow u_C(\tau) = 3,78 V \approx 3,8 V$. τ est alors l'abscisse 2,5 ms du point d'ordonnée 3,8 V de la courbe (C).

$$\tau = 2,5 \text{ ms} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

2^{ème} méthode

- A.N. : $E = -8,6 \text{ mV}$
- b) Avec la dilution, la fem de la pile (P) n'est plus nulle, mais elle est négative. Donc, si elle est en circuit fermé, elle va débiter du courant dans le sens contraire. Autrement dit, l'équilibre va être déplacé dans le sens (2) :



La pente p de la tangente (T) au chronogramme (C) en O (origine des temps et des tensions) est égale à

$$\left(\frac{du_C}{dt}\right)_{t=0}$$

$$p = \left(\frac{du_C}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E}{\tau} (e^{-\frac{t}{\tau}})_{t=0} = \frac{E}{\tau} \Leftrightarrow \tau = \frac{E}{p}$$

Etant une portion de droite passant par l'origine O, la tangente (T) a pour

équation : $u(t) = \frac{E}{\tau} t$, équation d'après laquelle $u(\tau) = E$.

Donc, la valeur de τ est l'abscisse 2,5 ms du point de la tangente (T), d'ordonnée égale à 6 V :

$$\tau = 2,5 \text{ ms}$$

3^{ème} méthode

$$\text{Graphiquement, } p = \frac{u(t_2) - u(t_1)}{t_2 - t_1}.$$

En choisissant sur la tangente (T) deux points bien espacés, par exemple ceux d'abscisses $t_1 = 0 \text{ s}$ et $t_2 = 2,5 \text{ ms}$, on trouve qu'il leur correspond respectivement $u(t_1) = 0 \text{ V}$ et $u(t_2) = 6 \text{ V}$, d'où :

$$p = 2400 \text{ V.s}^{-1}$$

Sachant que $E = 6 \text{ V}$, la formule $\tau = \frac{E}{p}$

donne: $\tau = 2,5 \text{ ms}$

- 2-Connaissant la valeur de τ , on peut calculer avec une précision plus ou moins grande, la durée θ au bout de laquelle le condensateur sera complètement chargé :

–Avec une précision de 1%, $\theta = 5\tau$

A.N. : $\theta = 12,5 \text{ ms}$

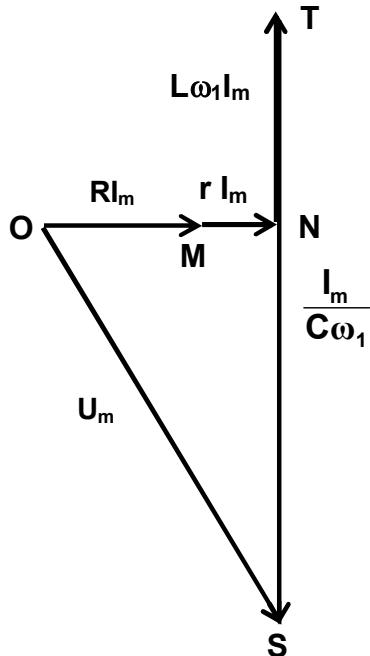
–Avec une précision de 1%, $\theta = 7\tau$

A.N. : $\theta = 17,5 \text{ ms}$

$$3\tau = RC \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R}$$

$$\text{A.N. : } C = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 1,25 \mu\text{F}$$

II-1- Annotation de la construction de Fresnel



2- a) Le vecteur de Fresnel \overrightarrow{OM} représentant la tension u_R est d'un module de 2 cm. Or, 1 cm représente 1 V. Donc, $\mathbf{U_{Rm} = 2 V}$

$$U_{Rm} = RI_m \Leftrightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R}$$

$$\text{A.N. : } I_m = 20 \text{ mA}$$

b) Le module du vecteur \overrightarrow{TS} représentant u_C mesure 8 cm $\Rightarrow \mathbf{U_{Cm} = 8 V}$

$$U_{Cm} = \frac{I_m}{C\omega_1} = \frac{I_m}{2\pi N_1 C} \Leftrightarrow N_1 = \frac{I_m}{2\pi C U_{Cm}}$$

$$\text{A.N. : } N_1 = 139,68 \text{ Hz} \approx 140 \text{ Hz}$$

$$c) U_{Lm} = L\omega_1 I_m = 2\pi N_1 L I_m \Leftrightarrow N_1 = \frac{U_{Lm}}{2\pi L I_m}$$

Le module du vecteur \overrightarrow{NT} représentant u_L mesure 2,8 cm $\Rightarrow U_{Lm} = 2,8 \text{ V}$

$$\text{A.N. : } L = 0,1596 \text{ H} \approx 0,160 \text{ H}$$

3- a) L'impédance Z de l'oscillateur RLC série

est telle que : $U_m = ZI_m = ZI\sqrt{2}$

À la fréquence $N_2 = 236 \text{ Hz}$, on a comme intensité efficace $I_2 = 28,3 \text{ mA}$.

$$\Rightarrow Z_2 = \frac{U_m}{I_2 \sqrt{2}} = 149,9 \Omega \approx 150 \Omega$$

b) La résistance totale de l'oscillateur RLC série est : $R + r = 100 + 50 = 50 \Omega$

$$\Rightarrow Z_2 = R + r$$

L'impédance Z étant ainsi à sa valeur minimale, l'oscillateur RLC série est le siège d'une résonance d'intensité.

$$c) Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

Or, $Z_2 = R + r \Rightarrow$

$$L\omega_2 = \frac{1}{C\omega_2} \Leftrightarrow L = \frac{1}{C\omega_2^2} = \frac{1}{4\pi^2 C N_2^2}$$

A.N. : $L = 0,160 \text{ H}$: c'est bien la même valeur trouvée dans 2-b.

Exercice 2

I.1-a) La longueur d'onde λ est la longueur parcourue par l'onde en une période temporelle T .

b) La valeur de la longueur d'onde λ_1 est celle de la distance D_1 séparant deux rides consécutives du schéma de la figure 1.

Remarque :

Pour que la détermination de D_1 soit suffisamment précise, il est commode de procéder par la mesure de la distance séparant plusieurs rides successives.

Application :

Dans le cas présent, la distance entre la 1^{ère} ride et la 4^e ride mesure 3,9 cm. Or, cette distance est égale à 3λ .

$$\Rightarrow \lambda = 1,3 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = \frac{V}{N_1} \Leftrightarrow V_1 = \lambda_1 N_1$$

$$\text{A.N. : } V_1 = 0,143 \text{ m.s}^{-1}$$

2- a) Soit D la distance séparant 5 rides successives $\Leftrightarrow D = 4\lambda_2$

$$D = 3 \text{ cm} \Rightarrow \lambda_2 = 0,75 \text{ cm}$$

$$v_2 = \lambda_2 N_2$$

Avec $N_2 = 20 \text{ Hz}$, on obtient : $v_2 = 0,150 \text{ m}$

b) Un milieu de propagation dispersif est tout milieu dans lequel la célérité de l'onde dépend de la fréquence d'émission N. Or, dans le cas présent, v_2 est différente de v_1 . Donc, **l'eau est un milieu dispersif.**

3- $y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$

L'amortissement est supposé nul.

$\Rightarrow y_B(t) = y_A(t - \theta)$, avec θ : temps mis par l'onde pour se propager de A à B.

Il s'en suit $AB = v\theta$: distance entre les sommets A et B.

Or, $AB = 2\lambda \Rightarrow \theta = 2T$.

$$\Rightarrow y_B(t) = y_A(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$$

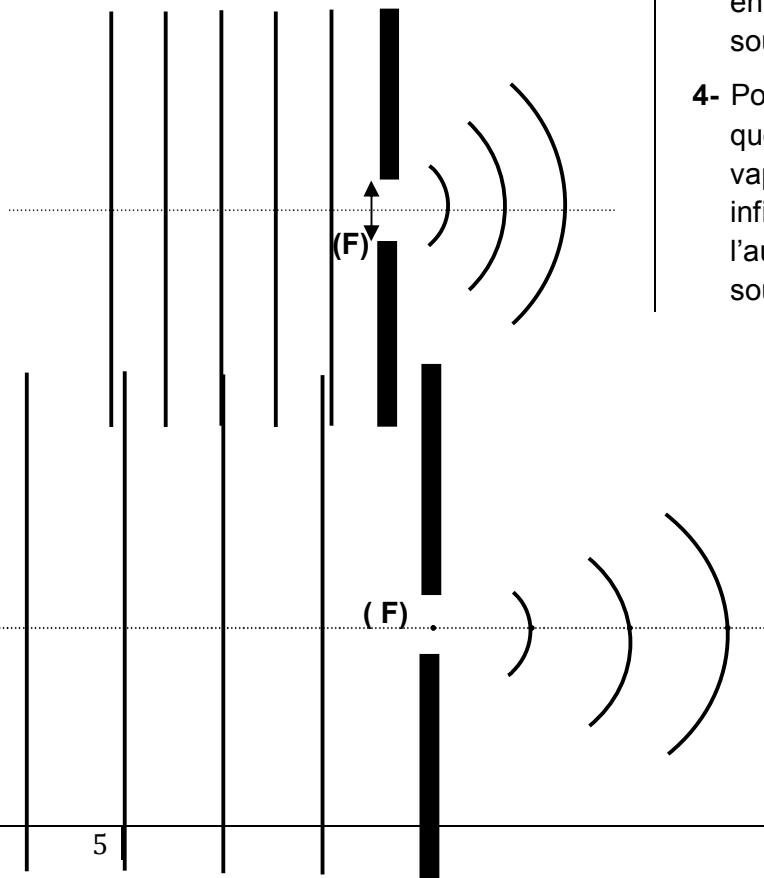
II.1-a) Pour qu'il y ait diffraction au niveau de la fente (F), il faut que la longueur d'onde λ soit d'une valeur comparable à celle de la largeur a de la fente.

b) On a $\lambda_2 = 0,75 \text{ cm}$ et $a = 8 \text{ mm}$

De telles valeurs sont bien comparables.

Donc, **il y a bien diffraction au niveau de la fente (F).**

c) Forme des rides diffractées :



2-a) Forme des rides à la fréquence N_1 :

b) Plus la longueur d'onde λ est supérieure à la largeur a de la fente, plus le phénomène de diffraction est net. Donc, **avec une valeur donnée de a, il faut augmenter celle de λ pour rendre le phénomène observé plus net.**

Exercice 3

1- Il s'agit de la spectroscopie d'émission et la spectroscopie d'absorption.

2- Comme applications de la spectroscopie atomique, on a cité dans le texte :

- L'analyse de la lumière du soleil ou des étoiles,
- Le contrôle de la pollution à basse altitude par la technique Lidar.

3- Avec un apport d'énergie à l'atome, celui-ci se trouve dans un état excité. Cet état n'étant pas stable, l'atome retourne à son état fondamental ou à un état moins excité en libérant de l'énergie qu'il a absorbée, sous forme d'émissions lumineuses.

4- Pour obtenir un spectre d'absorption, il faut que lumière avec laquelle on irradie la vapeur d'atomes soit constituée d'une infinité de radiations. Donc, la source dont l'auteur a fait allusion dans le texte est une source de lumière blanche.

EXAMEN DU BACCALAUREAT - SESSION DE JUIN 2010

SECTION : Mathématiques + Sciences expérimentales Coef. : 4
Sciences Techniques Coef. : 3

EPRUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DUREE : 3 h

*Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6
(la page 6/6 est à rendre avec la feuille de copie)*

Chimie (7 points)

Exercice n° 1 (3,5 points)

L'oxydation des ions iodure I^- par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :



Dans un bêcher, on mélange, à l'instant $t = 0$ s, un volume $V_1 = 40$ mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire $C_1 = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$, avec un volume $V_2 = 40$ mL d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de potassium $K_2S_2O_8$ de concentration molaire $C_2 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$. Par une méthode expérimentale convenable, on suit la formation du diiode I_2 au cours du temps.

- 1) Déterminer les quantités initiales des ions I^- et $S_2O_8^{2-}$ dans le mélange, notées respectivement n_{01} et n_{02} .
- 2) a- Dresser le tableau d'avancement du système chimique contenu dans le bêcher.
b- Préciser, en le justifiant, le réactif limitant.
c- En déduire la valeur de l'avancement maximal x_m de la réaction.
- 3) Les résultats expérimentaux obtenus pendant les cinquante premières minutes ont permis de tracer la courbe d'évolution de l'avancement x de la réaction en fonction du temps : $x = f(t)$. (Fig.1).
 - a- Montrer, à l'aide du graphique, qu'à l'instant $t_1 = 30$ min, la réaction n'est pas terminée.
 - b- Donner la composition du système chimique à l'instant $t_1 = 30$ min.
 - c- Déterminer graphiquement la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$ s.
- 4) On refait l'expérience mais, en utilisant une solution d'iodure de potassium de concentration molaire $C'_1 = 0,40 \text{ mol.L}^{-1}$.
Préciser en le justifiant, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non par rapport à l'expérience initiale :
 - la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$ s,
 - l'avancement maximal de la réaction.

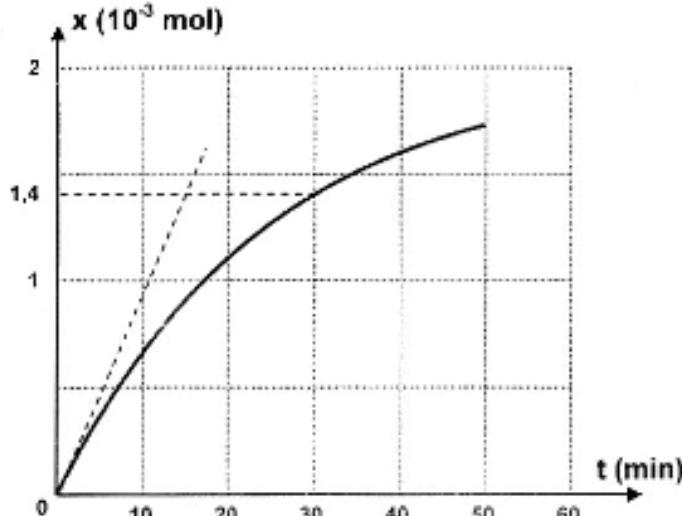


Fig.1

Exercice n°2 (3,5 points)

On réalise, à la température de 25°C, une pile électrochimique (P) symbolisée par :



- 1) a- Ecrire l'équation chimique associée à la pile (P).
b- Compléter le schéma de la pile (P), objet de la figure 1 de la feuille annexe (page 6/6 : feuille à remplir et à rendre avec la copie).

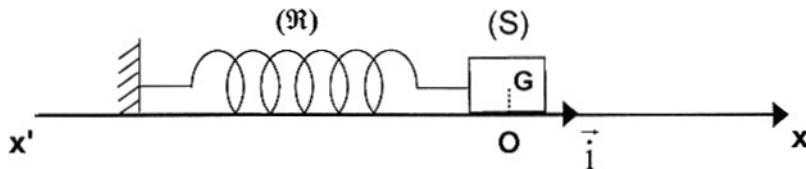
- 2) a- Calculer la valeur de la **fem** (force électromotrice) **standard** E^0 de la pile (P) sachant que les potentiels standards d'électrodes des couples Pb^{2+}/Pb et Sn^{2+}/Sn sont respectivement $E_{Pb^{2+}/Pb}^0 = -0,13\text{ V}$ et $E_{Sn^{2+}/Sn}^0 = -0,14\text{ V}$.
- b- Donner l'expression de la **fem** E de la pile (P) en fonction de la **fem** standard E^0 et des concentrations C_1 et C_2 .
- c- En déduire la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction spontanée qui se produit dans la pile (P) en circuit fermé.
- 3) a- Calculer la valeur initiale de la **fem** E de la pile (P) dans le cas où les concentrations initiales en ions Pb^{2+} et Sn^{2+} ont respectivement les valeurs $C_1 = 1,0\text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 0,1\text{ mol.L}^{-1}$.
- b- Ecrire dans ce cas, en le justifiant, les équations des transformations qui se produisent au niveau des électrodes de (P) lorsque le circuit est fermé.
En déduire l'équation de la réaction bilan.
- 4) Après un certain temps de fonctionnement, la **fem** E de la pile s'annule. Déterminer :
- a- l'avancement volumique final y_f de la réaction bilan produite dans la pile,
- b- les valeurs des concentrations finales des solutions en ions Pb^{2+} et Sn^{2+} , notées respectivement C_1' et C_2' .
- On suppose que les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments de la pile (P) sont égaux et restent inchangés au cours de la réaction. De plus, aucune des deux électrodes ne disparaît au cours de la réaction.

Physique (13 points)

Exercice n°1 (6 points)

Les parties I et II sont indépendantes.

On dispose d'un pendule élastique horizontal comportant un ressort (R) et un solide (S) de masse m . L'une des extrémités de (R) est fixe tandis que l'autre extrémité est attachée à (S), comme le montre la figure ci-dessous. Le solide (S) est susceptible de glisser sur un plan horizontal, dans le repère galiléen (O, \vec{i}) confondu avec l'axe du ressort et dont l'origine O est la position de repos du centre d'inertie G de (S). Le ressort (R) a une raideur k et une masse négligeable devant celle de (S).



I- On écarte le solide (S) de sa position de repos O en le déplaçant, suivant l'axe $x'x$, de manière à ce que le ressort (R) se comprime d'une longueur a . A l'instant $t = 0\text{ s}$, on l'abandonne à lui-même, sans vitesse initiale.

Avec un dispositif approprié, on enregistre dans le repère (O, \vec{i}) le diagramme de mouvement du centre d'inertie G de (S). Ainsi, on obtient l'une des courbes sinusoïdales de la figure 1 (feuille annexe, page 5/6).

- 1) a- De telles oscillations de (S) sont dites libres. Justifier cette qualification.
b- Montrer que ces oscillations sont non amorties.
- 2) a- Calculer la phase initiale ϕ des oscillations de (S) et en déduire que c'est la courbe 2 qui représente le diagramme du mouvement de (S).
b- Montrer que l'amplitude des oscillations est égale à la longueur a dont on a comprimé initialement le ressort.
- Déterminer graphiquement la valeur de l'amplitude a et celle de la période T_0 des oscillations.
c- Calculer la valeur de la raideur k du ressort sachant que $m = 289\text{ g}$.

II- Au cours de son mouvement, le solide (**S**) est soumis maintenant à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$, où **h** et \vec{v} sont respectivement le coefficient de frottement et le vecteur vitesse instantanée du centre d'inertie **G** de (**S**).

Pour entretenir ses oscillations, on soumet (**S**), à l'aide d'un dispositif approprié, à une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi_F\right)\vec{i}$. Ainsi, (**S**) se met à osciller à la période **T** et avec

une amplitude X_m . Pour une valeur T_1 de **T**, les chronogrammes de $x(t)$ et de $F(t)$ sont représentés par les courbes sinusoïdales I et II de la figure 2 (Annexe, page 5/6).

- 1) a- Sachant que l'élargissement $x(t)$ ne peut évoluer qu'en retard de phase par rapport à $F(t)$, montrer, parmi les courbes I et II, que c'est la courbe I qui représente $F(t)$.
- b- A l'aide des graphiques de la même figure 2, écrire les expressions de $x(t)$ et de $F(t)$ tout en précisant les valeurs de leur fréquence N_1 , de leur valeur maximale et de leur phase initiale.
- 2) a- Montrer qu'avec des excitations de période **T**, l'élargissement x de **G**, sa vitesse

instantanée $v = \frac{dx}{dt}$ et son accélération $a = \frac{d^2x}{dt^2}$, vérifient à tout instant **t** la relation :

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \phi_F\right).$$

b- La construction de Fresnel inachevée de la figure 2 de la feuille annexe (page 6/6 : feuille à remplir et à rendre avec la copie) correspond aux oscillations forcées du pendule élastique à la période T_1 . Compléter cette construction tout en l'annotant.

- 3) Déterminer (sans calcul) le sens dans lequel il faut faire varier la période **T** de l'excitateur à partir de la valeur T_1 pour obtenir une résonance d'élargissement.

Exercice n° 2 (4 points)

L'expérience de Franck et Hertz a mis en évidence la quantification de l'énergie de l'atome. Le schéma du principe de cette expérience est donné par la figure 1.

- 1) Préciser le rôle des électrons émis par le canon à électrons et celui de l'analyseur dans cette expérience.
- 2) Les résultats de l'étude expérimentale relative au mercure ont permis de tracer la courbe $\frac{N_c}{N_e}$ en fonction de l'énergie cinétique E_c des électrons émis par le canon à électrons (Fig.2), N_c étant le nombre d'électrons par unité de temps, comptés par l'analyseur et N_e représente le nombre d'électrons par unité de temps, émis par le canon à électrons.

Montrer que cette courbe (Fig.2) traduit la quantification de l'énergie de l'atome de mercure.

- 3) Le diagramme de la figure 3 représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

- a- A partir de ce diagramme, préciser en le justifiant, l'état fondamental de l'atome de mercure.
 - b- L'atome de mercure, pris dans son état fondamental, absorbe un photon d'énergie **W** égale à 5,45 eV.
- Déterminer la valeur de l'énergie E_3 qui caractérise le niveau ($n = 3$) dans lequel se trouve l'atome après absorption d'un photon.

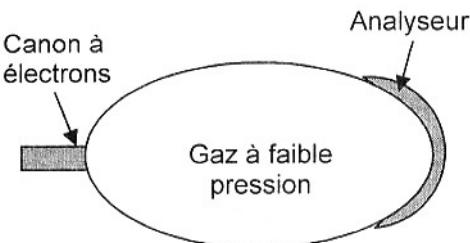


Fig.1

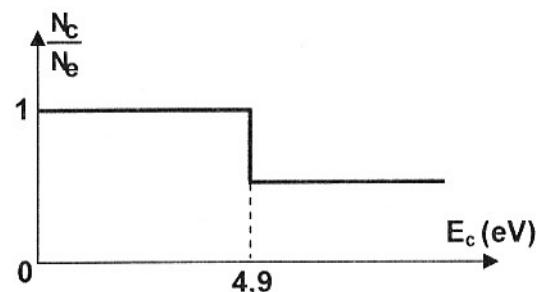


Fig. 2

- 4) L'atome de mercure se trouve dans l'état excité d'énergie E_4 .
- a- Calculer la longueur d'onde λ de la radiation émise lors de la transition de l'état d'énergie E_4 vers l'état fondamental d'énergie E_1 .
- b- Préciser en le justifiant, si cette radiation émise appartient ou non au domaine visible, sachant que toute radiation visible est caractérisée par une longueur d'onde λ telle que : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$.
- 5) La raie de longueur d'onde $\lambda = 438,6 \text{ nm}$ est émise lors de la transition de l'atome de mercure d'un état excité d'énergie E_n vers un état d'énergie inférieure E_p . Déterminer les énergies E_n et E_p correspondant à cette transition.
- 6) Un atome de mercure, pris dans son état fondamental, reçoit successivement deux photons, d'énergies respectives **10,00 eV** et **10,44 eV**.
Préciser, en le justifiant, lequel des deux photons permettra l'ionisation de l'atome de mercure.

On donne : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Exercice n° 3 (3 points)

« Etude d'un document scientifique »

Découverte de la radioactivité artificielle

C'est vers 1932 que le couple de physiciens Joliot-Curie commence à utiliser, pour des recherches, une source de particules alpha ${}^4_2\text{He}$ émises spontanément par le polonium, un élément naturellement radioactif. Les Joliot-Curie, avec cette source de particules alpha, bombardent les éléments et analysent les réactions nucléaires produites. Ils remarquent que les éléments légers, en particulier l'aluminium **Al**, éjectent un neutron ${}^1_0\text{n}$. Mais, ils observent un autre phénomène inattendu, « la matière irradiée conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules α . Cette radioactivité se manifeste par l'émission de positons ${}^0_1\text{e}$ ». Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle par la création d'un élément instable. Ils proposent une réaction probable : le noyau d'aluminium contenant 13 protons et 14 neutrons, aurait capturé une particule α et émis un neutron. L'aluminium se serait alors transformé en un isotope du phosphore **P** qui se serait à son tour désintégré spontanément en silicium **Si** en émettant un positon.

Extrait de « les grandes découvertes scientifiques »

Questions

- 1) Relever du texte une phrase qui montre que la radioactivité découverte par le couple de physiciens Joliot-Curie est une radioactivité artificielle.
- 2) En s'appuyant sur le texte, préciser le nom des particules émises par cette radioactivité artificielle.
En déduire s'il s'agit d'une radioactivité α , β^+ ou β^- .
- 3) Ecrire, en le justifiant, l'équation de désintégration spontanée de l'isotope du phosphore **P** en silicium **Si**.

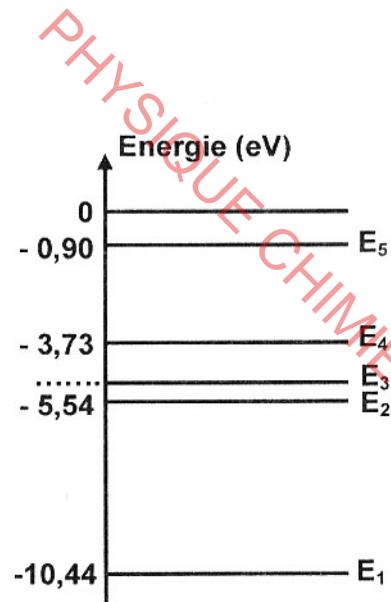


Fig.3

Feuille annexe

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE

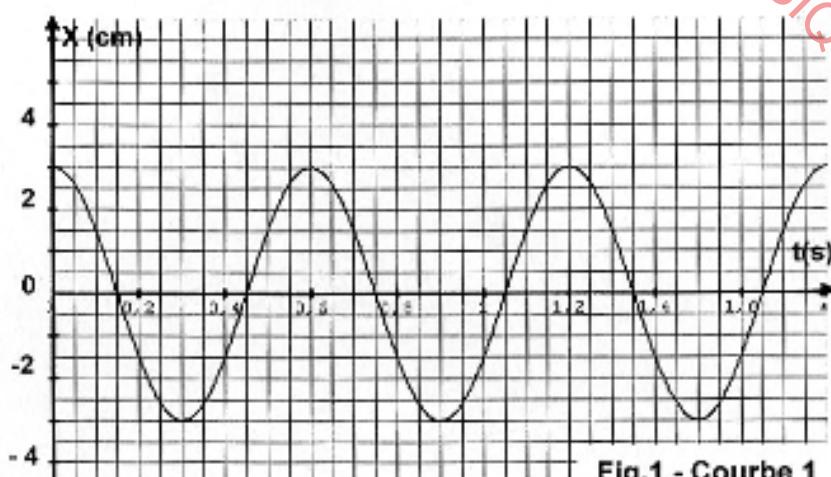


Fig.1 - Courbe 1

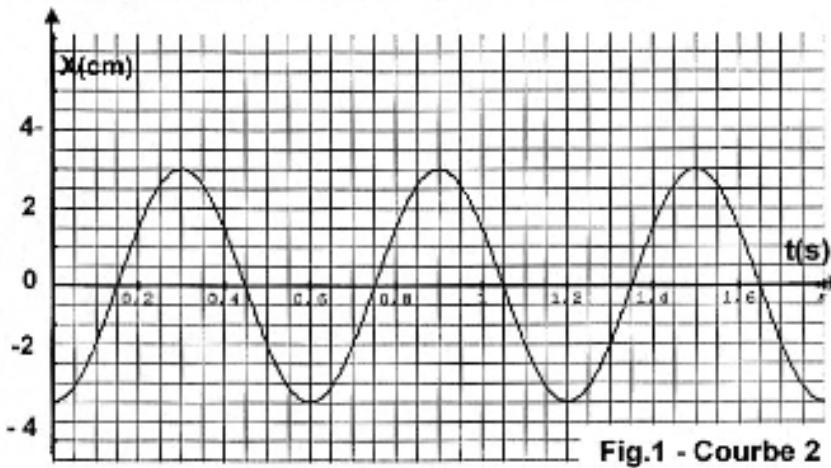


Fig.1 - Courbe 2

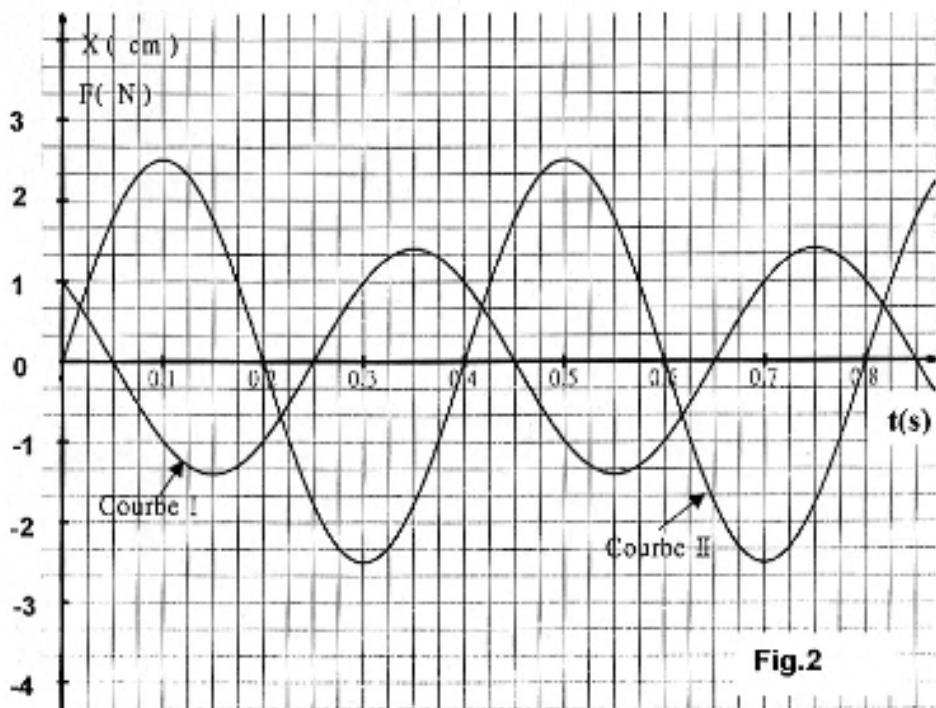


Fig.2

Feuille à remplir et à rendre avec la copie

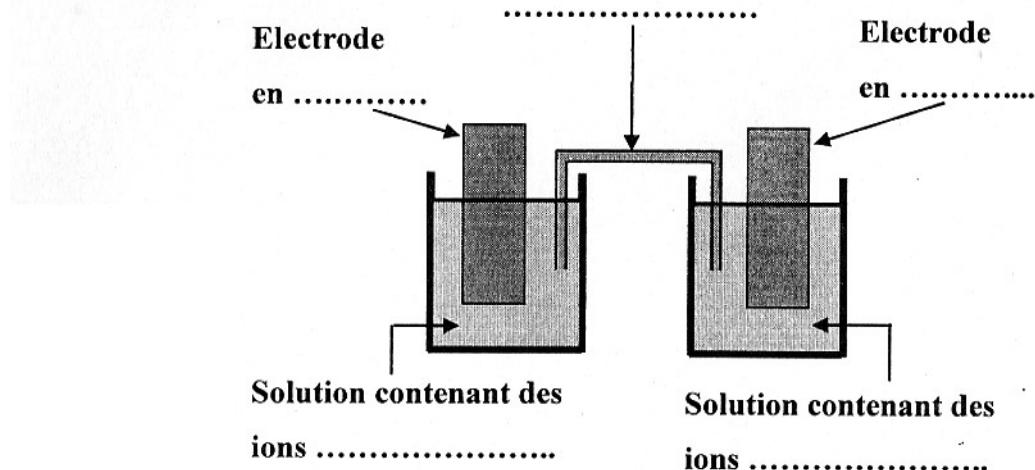


Fig.1

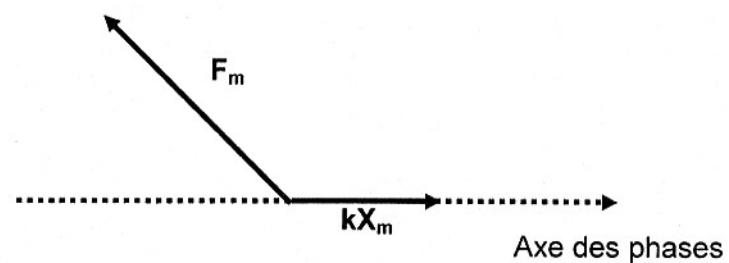


Fig. 2

EXAMEN DU BACCALAUREAT

JUIN 2010 - SESSION DE CONTRÔLE

SECTIONS : MATHÉMATIQUES ;
SCIENCES EXPÉRIMENTALES ;
SCIENCES TECHNIQUES

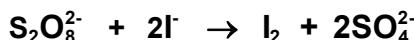
CORRIGÉ DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

CHIMIE

Exercice 1

1- $n_{01} = C_1 V_1$; $n_{02} = C_2 V_2$
 A.N. : $n_{01} = 8.10^{-3}$ mol ; $n_{02} = 2.10^{-3}$ mol

2- a) Tableau d'avancement



État du système	Avancement	Quantités de matière (mol)			
		$n(S_2O_8^{2-})$	$n(I^-)$	$n(I_2)$	$n(SO_4^{2-})$
État initial	0	2.10^{-3}	8.10^{-3}	0	0
État intermédiaire	x	$2.10^{-3} - x$	$8.10^{-3} - 2x$	x	$2x$
État final	x_f	$2.10^{-3} - x_f$	$8.10^{-3} - 2x_f$	x_f	$2x_f$

b) D'après l'équation écrite ci-dessus, une mole de $S_2O_8^{2-}$ réagit avec deux moles de I^- . Donc, si les deux réactifs sont utilisés dans les proportions stœchiométriques, $n(I^-)$ doit être égal initialement au double de $n(S_2O_8^{2-})$. Or, avec $n_{01} = 8.10^{-3}$ mol et $n_{02} = 2.10^{-3}$ mol, on a : $\frac{n_{01}}{n_{02}} = 4 > 2$.

Donc, $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant.

Autre méthode :

D'après l'équation de la réaction, les quantités de réactifs utilisées initialement doivent vérifier la condition : $\frac{n_{02}}{1} = \frac{n_{01}}{2}$

Or, on a : $\frac{n_{02}}{1} < \frac{n_{01}}{2}$. Donc, $S_2O_8^{2-}$ est

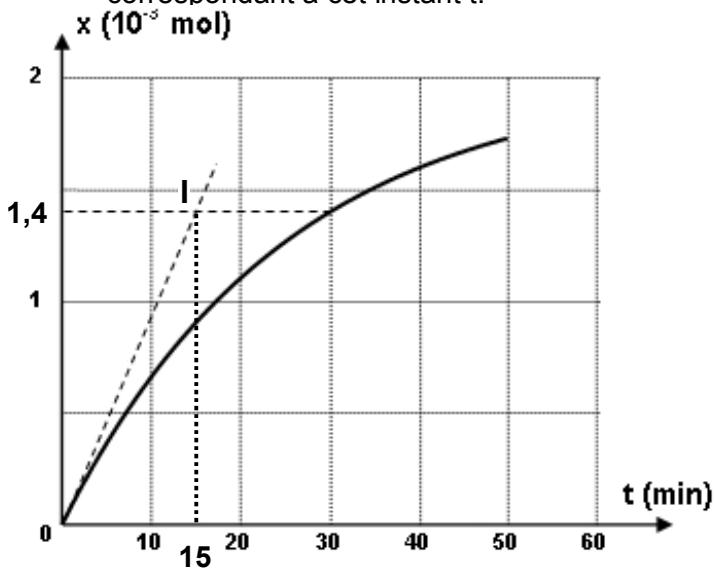
le réactif limitant.

c) La réaction étant totale, son avancement maximal x_m est égal à son avancement final x_f .

d) A la fin de la réaction, il ne reste aucune trace du réactif limitant, ce qui signifie : $2.10^{-3} - x_f = 0 \Leftrightarrow x_f = 2.10^{-3}$ mol
 On a donc : $x_m = 2.10^{-3}$ mol.

3- a) A $t_1 = 30$ min, $x = 1.4.10^{-3}$ mol (valeur relevée du graphique). Cette valeur est inférieure à celle de x_m . Donc, on n'est pas encore à la fin de la réaction.
 b) A $t = 30$ min, $x = 1.4.10^{-3}$ mol. Donc, le système chimique a la composition :
 * $n(I_2) = x = 1.4.10^{-3}$ mol
 * $n(SO_4^{2-}) = 2x = 2.8.10^{-3}$ mol
 * $n(S_2O_8^{2-}) = 2.10^{-3} - x = 0.6.10^{-3}$ mol
 * $n(I^-) = 8.10^{-3} - 2x = 5.2.10^{-3}$ mol

c) Du fait que la vitesse de la réaction s'écrit $v = \frac{dx}{dt}$, la détermination graphique de sa valeur à un instant t donné revient au calcul de la pente de la tangente à la courbe au point correspondant à cet instant t .



L'état final est caractérisé par $E = 0$.

Donc, il s'agit de l'état d'équilibre $\Leftrightarrow \pi = K$

$$K = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{[\text{Sn}^{2+}]} = \frac{C_1 - y_f}{C_2 + y_f} \Leftrightarrow y_f = \frac{C_1 - KC_2}{K + 1}$$

A.N. : $y_f = 0,652 \text{ mol.L}^{-1}$

Remarque :

Pour répondre à une telle question, il n'est pas indispensable de dresser le tableau d'avancement comme ci-dessus. En effet, on peut aussi procéder comme suit :



Etat initial ($t = 0$) : C_2 C_1

Etat final ($t = t_{\text{eq}}$) : $C_2 + y_f$ $C_1 - y_f$

(Le reste de la démonstration est le même)

b) Concentration finale C_1' en Pb^{2+}

$$C_1' = C_1 - y_f$$

A.N. : $C_1' = 0,348 \text{ mol.L}^{-1} \approx 0,35 \text{ mol.L}^{-1}$

Concentration finale C_2' en Sn^{2+}

$$C_2' = C_2 + y_f$$

A.N. : $C_2' = 0,752 \text{ mol.L}^{-1} \approx 0,75 \text{ mol.L}^{-1}$

PHYSIQUE

Exercice 1

I.1-a) Les oscillations décrites sont dites libres parce qu'elles sont produites sans que le solide (S) soit soumis à des excitations.

b) Le diagramme du mouvement de (S) est une sinusoïde, ce qui traduit des oscillations d'amplitude constante. Donc, ces oscillations sont non amorties.

2- a) Les oscillations de (S) étant sinusoïdales, l'élongation de son centre d'inertie G s'écrit : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$. Donc, sa vitesse instantanée s'écrit : $v(t) = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$. A $t = 0$ s, $v = \omega_0 X_m \cos \varphi = 0 \Rightarrow \cos \varphi = 0$ car ω_0 et X_m sont non nuls.

$$\Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ rad ou bien } -\frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

Or, à $t = 0$ s, $x = X_m \sin \varphi = -a \Rightarrow \sin \varphi < 0$.

$$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

Il s'en suit, à $t = 0$ s, $x = -X_m$.

Donc, c'est la courbe 2 de la figure 1 de la page 5/6 de la feuille annexe qui représente le diagramme du mouvement de (S).

b) – On a : $x(0) = X_m \sin \varphi = -a$ et

$$\varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ rad} \Rightarrow X_m = a$$

– Sur la courbe 2 de la figure 1 de la page 5/6 de la feuille annexe, on constate que tous les extréums sont égaux à 3 cm en valeur absolue.

$$\Rightarrow a = 3 \text{ cm}$$

Autre méthode :

$$A t = 0 \text{ s}, x = -X_m$$

Or, on relève sur la même courbe 2, la valeur $x(0) = -3 \text{ cm} \Rightarrow a = 3 \text{ cm}$.

Détermination de la période T_o :

Déterminer graphiquement T_o revient à mesurer la distance D séparant sur la courbe 2, deux extréums consécutifs de même nature (deux maximums ou bien deux minimums) ou bien deux zéros consécutifs et au niveau desquels x varie dans le même sens.

Application : $D = 3 \text{ div} \rightarrow T_o$

Or : 1 div $\rightarrow 0,2 \text{ s}$ (d'après la graduation de l'axe du temps)

$$\Rightarrow T_o = 0,6 \text{ s}$$

$$c) T_o = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T_o^2}$$

A.N. : $k = 31,66 \text{ N.m}^{-1} \approx 31,7 \text{ N.m}^{-1}$

II.1-a) Deux maximums de la courbe I et de la courbe II les plus proches l'un de l'autre sont décalés de 1,5 div.

Or, 1 div représente 0,1 s (d'après la graduation de l'axe du temps).

Donc, les maximums de la courbe I sont toujours atteints à 0,15 s avant ceux de la courbe II, ce qui traduit une avance de phase de la courbe I par rapport à la courbe II.

Donc, c'est bien la courbe I qui représente la force excitatrice $F(t)$.

Remarques :

* La même démonstration peut être faite par recours à des minimums au lieu de maximums.

* Deux maximums (ou minimums) de deux sinusoïdes de même période T , les plus proches l'un de l'autre, ne peuvent être décalés d'un intervalle de temps supérieur à la moitié de la période T .

b) $F(t) = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_F\right)$

$$x(t) = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_x\right)$$

* Avec la même méthode utilisée dans I.2-b, on trouve $T_1 = 0,4 \text{ s} \Leftrightarrow N_1 = 2,5 \text{ Hz}$

* Calcul de F_m :

$$(1 + 1/3 + 1/5 \times 1/3) \text{ div} = 1,4 \text{ div} \rightarrow F_m$$

$$\text{Or, 1 div} \rightarrow 1 \text{ N} \Rightarrow F_m = 1,4 \text{ N}$$

* Calcul de X_m : 2,5 div $\rightarrow X_m$

$$\text{Or, 1 div} \rightarrow 1 \text{ cm} \Rightarrow X_m = 2,5 \text{ cm}$$

* $\varphi_x = 0 \text{ rad}$ car, à $t = 0 \text{ s}$, $x = 0$ en croissant.

* Calcul de $\Delta\varphi = \varphi_x - \varphi_F$

Décalage horaire de 0,15 s $\rightarrow \Delta\varphi$

Décalage horaire de $T/2 \rightarrow \pi \text{ rad}$

$$\Rightarrow \Delta\varphi = -0,3\pi/T$$

$$\text{A.N. : } \Delta\varphi = -3\pi/4 \text{ rad}$$

$$\Rightarrow \varphi_F = +3\pi/4 \text{ rad}$$

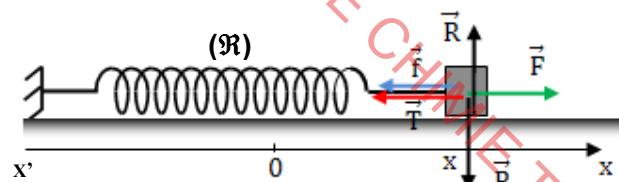
On a finalement :

$$F \sim t \approx 1,4 \cdot \sin \sim 5\pi t + \frac{3\pi}{4}$$

$$x \sim t \approx 2,5 \cdot 10^{-2} \sin 5\pi t$$

2- a) Bilan des forces extérieures s'exerçant sur (S) : son poids \bar{P} ; la réaction normale \bar{R} du plan d'appui horizontal ; la force de

frottement \bar{f} ; la tension \bar{T} du ressort ; la force excitatrice \bar{F} .



Le vecteur force \bar{F} est représenté avec un sens contraire à celui de \bar{i} en supposant que dans cette position x de (S), le vecteur vitesse \bar{v} a le sens de \bar{i} .

D'après le théorème du centre d'inertie, on écrit pour (S) :

$$\bar{P} + \bar{R} + \bar{T} + \bar{f} + \bar{F} = m \bar{a}$$

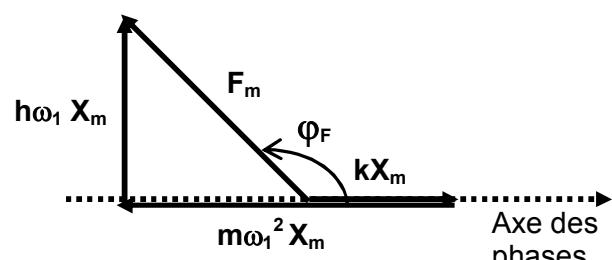
Par projection orthogonale sur l'axe (Ox), on obtient : $-k \cdot x - h \cdot v + F = m \cdot a$.

Avec $F = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_F\right)$, $v = \frac{dx}{dt}$ et

$$a = \frac{d^2x}{dt^2}, \text{ on trouve :}$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_1}t + \varphi_F\right).$$

b- Construction de Fresnel



3- On sait que la résonance d'élargissement se produit à une période T légèrement supérieure à la période propre T_0 de l'oscillateur. Or, $T_1 = 0,4 \text{ s}$ et $T_0 = 0,6 \text{ s}$

Donc, pour atteindre la résonance à partir de la valeur T_1 , il faut augmenter la période des excitations.

Autre méthode :

A la résonance d'élargissement, ω est légèrement inférieure à ω_0 .

Or, $\cos\varphi_F = \frac{k - m\omega^2}{F_m}$. Par suite, $\cos\varphi$ est

légèrement supérieur à zéro.

A retenir : Pour faire un tel calcul, ne pas oublier de convertir l'énergie, de l'électron-volt (eV) au joule (unité internationale).

b) Le domaine visible est caractérisé par :

$$400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm}$$

Or, $\lambda = 185 \text{ nm} < 400 \text{ nm}$.

Donc, la radiation émise n'appartient pas au domaine visible.

5- $E_n - E_p = W$

$$W = \frac{hc}{\lambda} \text{. Or, } \lambda = 438,6 \text{ nm}$$

$$\Rightarrow W = 4,528 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,83 \text{ eV.}$$

$$\text{Or, } E_5 - E_4 = 2,83 \text{ eV.}$$

Donc, il s'agit de la transition :

$$(E_5 = -0,90 \text{ V} ; E_4 = -3,73 \text{ V}).$$

6- Le photon capable d'ioniser l'atome de mercure est celui qui est capable de rendre l'énergie de Hg nulle. Or, lorsque cet atome est pris dans son état fondamental, son énergie est $E_1 = -10,44 \text{ eV}$.

Donc, **le photon permettant d'ioniser l'atome de mercure est celui dont l'énergie est $W = 10,44 \text{ eV}$.**

Exercice 3

1- La phrase à relever du texte est :

« la matière irradiée conserve une radioactivité relativement durable après l'enlèvement de la source de particules α ».

Remarque : La phrase « **Les Joliot-Curie sont persuadés qu'ils ont trouvé le moyen de provoquer une radioactivité artificielle ...** » ne convient pas parce que l'on y affirme simplement la possibilité de provoquer une radioactivité artificielle.

2- Les particules émises par la radioactivité artificielle sont des positons ${}^0_1 e$.

Donc, il s'agit d'une **radioactivité β^+** .

3- On a : ${}^{27}_{13} \text{Al} + {}^4_2 \text{He} \rightarrow {}^A_Z \text{P} + {}^1_0 \text{n}$

Or, d'après les lois de conservation du nombre total de charge et du nombre total de masse, on a :

$$13 + 2 = Z \Rightarrow Z = 15$$

$$27 + 4 = A + 1 \Rightarrow A = 30$$

$$\text{D'où : } {}^{30}_{15} \text{P} \rightarrow {}^{30}_{14} \text{Si} + {}^0_1 e$$

Donc, φ_F est légèrement inférieur à 90° à la résonance.

Pour T_1 , $\varphi_F = +3\pi/4 \text{ rad} \Rightarrow$ Il faut diminuer φ_F . **ça revient à diminuer ω , c'est-à-dire augmenter T .**

Exercice 2

1- Les électrons émis par le canon à électrons servent à exciter les atomes de mercure avec lesquels ils entrent en choc.

L'analyseur sert à détecter les électrons émis par le canon à électrons et qui l'atteignent avec leur énergie initiale, c'est-à-dire ceux qui n'entrent pas en choc ou qui subissent un choc élastique avec les atomes de mercure.

2- L'analyse de la courbe de la figure 2 montre que :

– Tant que $E_C < 4,9 \text{ eV}$, on a $\frac{N_c}{N_e} = 1$, ça signifie qu'aucun atome de mercure n'est excité, c'est-à-dire, aucun atome n'a pu absorber de l'énergie.

– Pour $E_C \geq 4,9 \text{ eV}$, on a $\frac{N_c}{N_e} < 1$, ce qui montre que les atomes excités par collision avec des électrons provenant du canon n'ont pu en absorber que l'énergie égale à $4,9 \text{ eV}$. Donc, l'énergie de l'atome de mercure est quantifiée.

3- a) L'état fondamental d'un atome est celui dont l'énergie est la plus faible. Donc, l'état fondamental de l'atome de mercure est l'état d'énergie $E_1 = -10,44 \text{ eV}$.

b) En absorbant l'énergie $W = 5,45 \text{ eV}$, l'atome de mercure se trouve dans l'état excité E_3 .

$$\Rightarrow E_3 = E_1 + W = -4,99 \text{ eV}$$

4- a) En passant de l'état d'énergie E_4 à l'état fondamental E_1 , l'atome Hg libère de l'énergie sous forme d'une radiation lumineuse de longueur d'onde λ telle que :

$$E_4 - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{E_4 - E_1}$$

$$\text{A.N. : } \lambda = 184,9 \cdot 10^{-9} \text{ m} \approx 185 \text{ nm}$$

PHYSIQUE CHIMIE TUNISIE