



Epreuve de Sciences Physiques (groupe N°2)

Date de l'épreuve : 23/03/2022

Durée : 2 heures (de 09.00 à 11.00)

Coefficient : 1

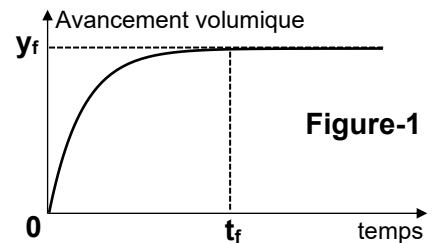
L'épreuve comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

CHIMIE : (7 points)

Exercice n°1 : (3,75 points)

I. On considère la transformation chimique en phase aqueuse, supposée lente et modélisée par la réaction d'équation : $2A + B \rightleftharpoons C + 2D$.

A un instant choisi comme origine des dates $t_0=0$, on prépare un mélange contenant les réactifs **A** et **B** en proportions stœchiométriques et ne contenant pas les réactifs **C** et **D**. L'évolution au cours du temps de l'avancement volumique de la réaction concorde bien avec l'allure de la courbe de la **figure-1** ci-contre.



1. Compléter le tableau suivant :

	Transformation totale	Transformation limitée
Signification de t_f pour la réaction		
Comparaison de y_f à y_{max}		

2. Exprimer la vitesse volumique moyenne de la réaction entre l'instant initial et l'instant de date t_f en fonction de y_f et t_f .

II. A un instant pris comme origine des dates $t_0=0$, on mélange un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'iodure de potassium (**KI**) de concentration molaire $C_1 = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V_2 = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) de concentration molaire $C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Le mélange ainsi préparé est le siège d'une transformation chimique lente et modélisée par la réaction d'équation : $2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{SO}_4^{2-}$.

1. a. Calculer $[\text{I}^-]_0$ et $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]_0$, les molarités initiales des ions I^- et $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ dans le mélange préparé et vérifier qu'il est stœchiométrique ; on rappelle que (**KI**) et ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) sont des électrolytes forts.

b. Dresser un tableau d'avancement volumique décrivant l'évolution de la réaction.

c. Déduire l'avancement volumique maximal de la réaction.

2. Des mesures expérimentales précises effectuées sur ce mélange montrent que l'avancement volumique de la réaction devient constant à partir de l'instant de date $t_f = 40 \text{ min}$.

a. Déterminer la valeur de y_f sachant que la vitesse volumique moyenne de la réaction entre l'instant initial et l'instant de date $t_f = 40 \text{ min}$ vaut $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

b. Justifier que la réaction est totale.

3. On prépare un autre mélange constitué d'un volume $V_3 = 30 \text{ mL}$ de la solution d'iodure de potassium de concentration molaire $C_1 = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ et d'un volume $V_4 = 20 \text{ mL}$ de la solution de peroxodisulfate de potassium de concentration molaire $C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

Déterminer la nouvelle valeur y'_f de l'avancement volumique final et calculer les quantités de matière finales des entités $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$, I^- , I_2 et SO_4^{2-} .

Exercice n°2 : (3,25 points)

Toutes les expériences sont réalisées à 25°C ; température à laquelle $K_e=10^{-14}$.

Par dissolution d'une quantité d'ammoniac (NH_3) dans l'eau, on prépare une solution aqueuse (S_0) de concentration molaire $\text{C}_0 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de $\text{pH}_0 = 10,95$.

1.
 - a. Justifier que l'ammoniac est une monobase faible et écrire l'équation de son ionisation dans l'eau.
 - b. Dresser un tableau d'avancement volumique décrivant l'évolution de la réaction d'ionisation de l'ammoniac dans l'eau. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux résultant de l'ionisation de l'ammoniac.
 - c. Calculer le taux d'avancement final $\tau_{f,0}$ de la réaction et vérifier que, pour la solution (S_0), l'ammoniac (NH_3) est faiblement ionisé dans l'eau.
 - d. Montrer que la constante d'acidité du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ vérifie : $K_a = \frac{K_e}{\text{C}_0 \cdot \tau_{f,0}^2}$. Calculer sa valeur.
2. Par dilution à l'eau distillée x fois d'un volume V_0 de la solution (S_0), on prépare une nouvelle solution (S) de concentration molaire C . Soit τ_f le nouveau taux d'avancement final de la réaction.
 - a. Exprimer le facteur de dilution x en fonction des concentrations C_0 et C .
 - b. Montrer que, tant que NH_3 restera faiblement ionisé dans l'eau, le facteur de dilution sera lié au taux d'avancement final par : $x = \left(\frac{\text{C}_0 \cdot K_a}{K_e} \right) \tau_f^2$.
 - c. Justifier que l'expression précédente n'est valable que pour les valeurs de x inférieures à 7,9.
 - d. On désire préparer, à partir de la solution (S_0), une nouvelle solution (S) de volume $\text{V} = 100 \text{ mL}$ et de facteur de dilution $x = 5$.
 - d1. Décrire la démarche expérimentale permettant de préparer la solution (S) sachant qu'on dispose du matériel et des produits chimiques suivants :
 - des béchers de 100mL et 200mL ;
 - des fioles jaugées de 50mL, 100mL et 200mL ;
 - des pipettes jaugées de 5mL, 10mL et 20mL ;
 - une pissette d'eau distillée ;
 - une quantité suffisante de la solution (S_0).On exige un nombre minimal d'étapes et un maximum de précision.
 - d2. Trouver le pH de la nouvelle solution (S).

PHYSIQUE : (13 points)

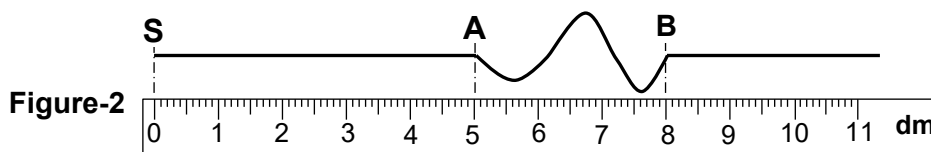
Exercice n°1 : (5,25 points)

Pour tout l'exercice on négligera l'atténuation et la réflexion de l'onde.

A l'aide d'une très longue corde élastique, inextensible, homogène et tendue horizontalement, on réalise les expériences suivantes.

A-Expérience 1 :

À un instant choisi comme origine des dates $t_0 = 0$, on imprime, à l'extrémité S de la corde, une brève perturbation verticale. En photographiant la corde à l'instant de date $t_1 = 50 \text{ ms}$, on obtient l'allure représentée sur figure-2.



1. Dire, en le justifiant, s'il s'agit d'un ébranlement transversal ou longitudinal.
2. Déterminer la célérité des ébranlements le long de la corde.

B-Expérience 2 :

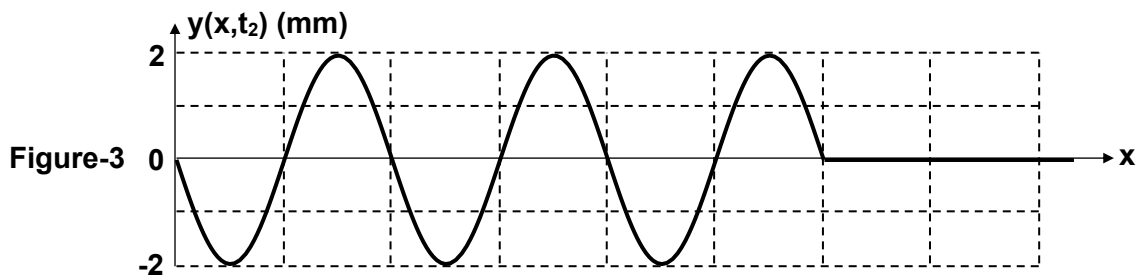
On attache l'extrémité S de la corde précédente à une source vibrant verticalement. Le mouvement imposé à S est sinusoïdal d'amplitude "a" et de fréquence N réglable entre 20Hz et 60Hz. Une onde mécanique progressive prend alors naissance le long de la corde.

Le mouvement de tout point de la corde sera étudié dans le système d'axes (Ox ; Oy), où :

- O coïncide avec la position d'équilibre de la source S ;
- Ox est un axe horizontal orienté dans le sens de propagation de l'onde ;
- Oy est un axe vertical ascendant.

On choisit comme origine des dates $t_0=0$, l'instant où la source débute son mouvement sinusoïdal régi par l'équation horaire : $y_s(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi)$.

1. On éclaire la corde à l'aide d'un stroboscope électronique émettant des éclairs lumineux de fréquence N_e réglable. En faisant varier la fréquence N_e , on observe le phénomène d'immobilité apparente pour une série de valeurs de cette fréquence dont : $N_{e1}=25$ Hz et $N_{e2}=50$ Hz.
 - a. Décrire l'aspect de la partie en mouvement de la corde observé en lumière ordinaire et en lumière stroboscopique de fréquence $N_{e1}=25$ Hz.
 - b. Justifier que la fréquence de la source est $N=50$ Hz et calculer la longueur d'onde λ .
2. La courbe de la **figure-3** traduit l'aspect de la corde à un instant de date t_2 .



- a. Déterminer la valeur de t_2 et préciser, à cet instant, l'élongation et le sens de mouvement du point B d'abscisse au repos $x_B=80$ cm.
 - b. Exprimer l'élongation $y(x, t_2)$ d'un point M de la corde en fonction de son abscisse au repos x , l'amplitude " a ", la longueur d'onde λ et la phase initiale φ .
 - c. Déterminer l'équation numérique de la courbe et en déduire la valeur de φ .
3. On refait la même expérience mais en donnant à la fréquence de la source une nouvelle valeur N' plus faible que celle trouvée en 1.b. Déterminer la ou les valeurs de N' pour lesquelles le point B aura, à l'instant de date t_2 , une élongation maximale.

Exercice n°2 : (7,75 points)

Dans le but de déterminer les valeurs des grandeurs caractéristiques d'un condensateur (C) de capacité C et d'une bobine (B) d'inductance L et de résistance interne r , on réalise les deux expériences ci-après.

A-Expérience 1 :

A l'aide d'un générateur idéal de tension de fem E réglable, du condensateur (C) et d'un conducteur ohmique de résistance R_1 , on réalise le circuit électrique schématisé sur la **figure-4**.

Le condensateur étant initialement déchargé, on fixe la fem E du générateur et on ferme l'interrupteur K à un instant pris comme origine des dates $t=0$. Un système d'acquisition adéquat permet de mesurer l'énergie électrique maximale $\mathcal{E}_{C,max}$ emmagasinée par le condensateur pour la valeur de E choisie. En répétant l'expérience pour des valeurs différentes de la fem E , on arrive à tracer la courbe de la **figure-5**.

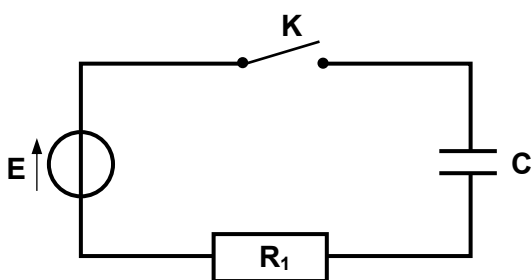
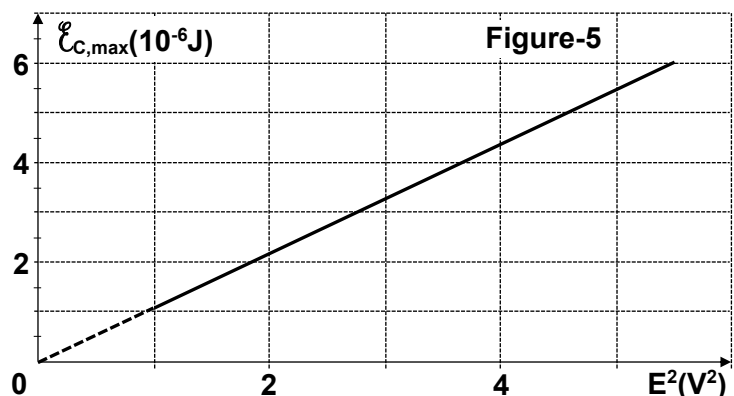


Figure-4

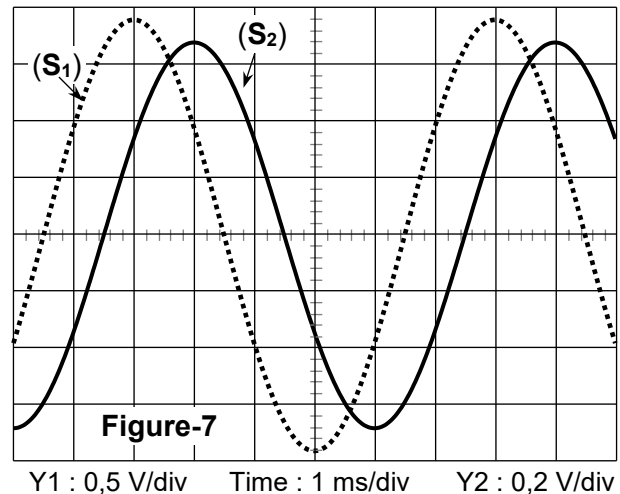
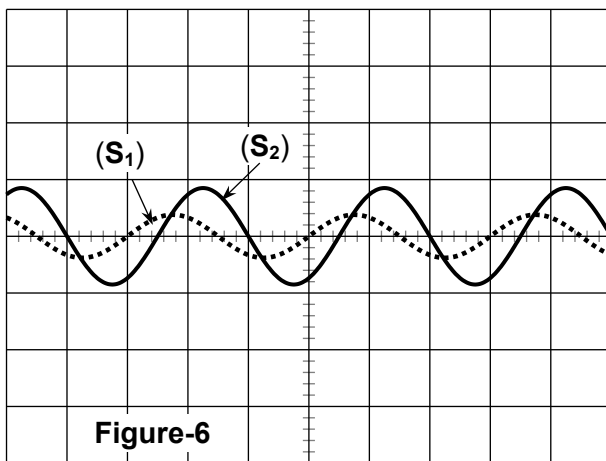


1. a. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.
 - b. La solution de cette équation peut se mettre sous la forme : $u_C(t) = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. Donner la signification physique de chacun des termes A et τ puis trouver leurs expressions en fonction de ce qui convient des grandeurs E , R_1 et C .
2. Donner l'expression de $\mathcal{E}_{C,max}$ en fonction de C et E puis vérifier, graphiquement, que : $C=2,2\mu F$.
3. Soit $\mathcal{E}_C(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur à l'instant de date $t=\tau$.
 - a. Montrer que $\mathcal{E}_C(\tau)$ est liée à $\mathcal{E}_{C,max}$ par : $\mathcal{E}_C(\tau) = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2 \times \mathcal{E}_{C,max}$. Traduire cette égalité en pourcentage.
 - b. Préciser si l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur à l'instant $t=2\tau$ représente :
 - 16% de sa valeur maximale possible $\mathcal{E}_{C,max}$;
 - 75% de sa valeur maximale possible $\mathcal{E}_{C,max}$;
 - 80% de sa valeur maximale possible $\mathcal{E}_{C,max}$.

B-Expérience 2 :

On associe le condensateur de capacité $C=2,2 \mu F$ en série avec la bobine (B) d'inductance L et de résistance interne r et un conducteur ohmique de résistance $R_2= 100 \Omega$. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale $u(t)=U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m maintenue constante et de fréquence N . Le courant électrique prenant naissance dans le circuit est lui-aussi sinusoïdal d'intensité $i(t)=I_m \sin(2\pi Nt + \varphi)$.

1. Proposer un schéma pour le circuit de cette expérience et y indiquer les connexions à un oscilloscope bicourbe de manière à visualiser la tension $u(t)$ sur la voie Y1 et la tension $u_R(t)$, aux bornes du conducteur ohmique, sur la voie Y2.
2. Dans un premier temps et en adoptant la même sensibilité verticale pour les deux voies, on observe les oscillogrammes de la **figure-6**. Dans un deuxième temps, on modifie les réglages de l'oscilloscope jusqu'à obtenir les oscillogrammes de la **figure-7**.



- a. Identifier l'oscillogramme représentant $u(t)$ parmi (S_1) et (S_2). Préciser si le circuit est inductif, résistif ou capacitif.
 - b. Déterminer, graphiquement, les valeurs de :
 - la fréquence N de la tension excitatrice ;
 - les valeurs de U_m et U_{Rm} ;
 - l'intensité maximale I_m du courant électrique circulant dans le circuit ;
 - le déphasage $\Delta\varphi$ de $i(t)$ par rapport à $u(t)$.
 - c. Préciser les modifications effectuées au niveau des réglages de l'oscilloscope pour passer des oscillogrammes de la **figure-6** à ceux de la **figure-7**. En donner un avantage.
3. Déduire les valeurs de r et L .