RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session principale	2024
	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 (5 points)

L'eau oxygénée H_2O_2 oxyde les ions iodure I^- en milieu acide selon la réaction chimique symbolisée par l'équation suivante :

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4H_2O$$

À une température θ adéquate, on réalise les deux expériences ci-après.

Expérience 1 :

À l'instant $t = 0$, on mélange un volume $V_M = 50$ mL d'une solution aqueuse (S_M) d'eau oxygénée H_2O_2 de concentration molaire $C_M = 0{,}05$ mol.L^{-1}, un volume $V_N = 50$ mL d'une solution aqueuse (S_N) d'iodure de potassium **KI** de concentration molaire $C_N = 0{,}20$ mol.L^{-1} et quelques gouttes d'une solution concentrée d'acide sulfurique dont le volume est supposé négligeable. Par une méthode appropriée, on suit l'évolution au cours du temps du taux d'avancement τ de la réaction précédente. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe $\tau = f(t)$ de la **figure 1**.

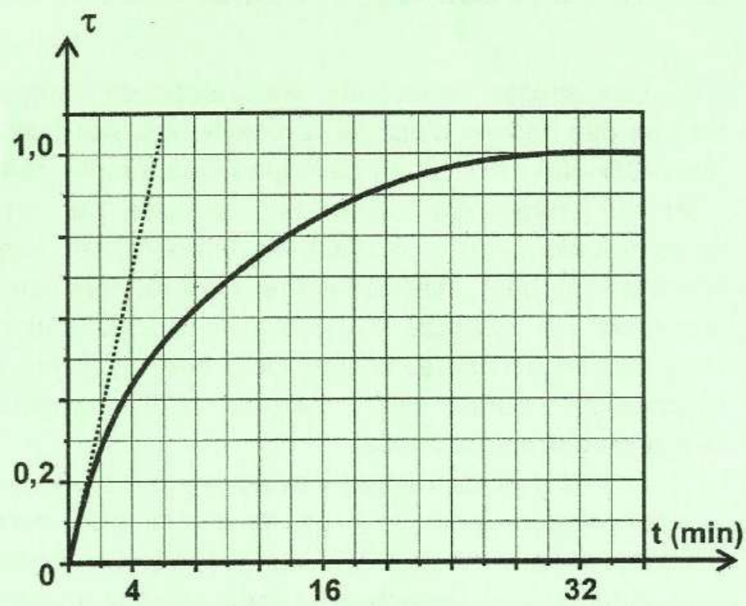

Figure 1

1) a- Dresser le tableau descriptif en avancement **x** relatif à la réaction étudiée.

b- Exprimer le taux d'avancement τ en fonction de l'avancement **x** de la réaction étudiée et de son avancement maximal x_m.

c- Déterminer la valeur de x_m.

2) Dégager à partir de la courbe deux caractères de la réaction étudiée. Justifier la réponse.

3) a- Montrer que la vitesse **v** de la réaction s'écrit sous la forme : $v = x_m \dfrac{d\tau}{dt}$.

b- Déterminer la valeur de **v** à l'instant $t = 0$.

Expérience 2 :

Dans trois béchers (B_1), (B_2) et (B_3), on verse respectivement un volume $V_{i(i\,=\,1,\,2,\,3)}$ d'une autre solution aqueuse de **KI**, un volume $V_{ei(i\,=\,1,\,2,\,3)}$ d'eau distillée et quelques gouttes de la précédente solution concentrée d'acide sulfurique dont le volume est supposé négligeable. À chacun de ces béchers (B_1), (B_2) et (B_3), on ajoute respectivement, tout en déclenchant un chronomètre (c'est l'instant $t = 0$), un volume $V_i'{}_{(i\,=\,1,\,2,\,3)}$ d'une autre solution aqueuse de H_2O_2 et on suit l'évolution au cours du temps de τ de la réaction étudiée. Les mélanges obtenus dans les trois béchers ont le même volume total $V_T = V_i + V_{ei} + V_i'$. On désigne par $\Delta t_{i(i\,=\,1,\,2,\,3)}$, la durée nécessaire pour que la réaction étudiée se termine respectivement dans (B_1), (B_2) et (B_3).

Par une méthode appropriée, on détermine la vitesse moyenne $v_{mi(i = 1, 2, 3)}$ de la réaction étudiée, pendant la durée $\Delta t_{i(i = 1, 2, 3)}$ correspondant à chaque bécher. On obtient les résultats consignés dans le tableau ci-dessous.

Bécher	Quantité de matière initiale (à t = 0) de I^- (mol)	Quantité de matière initiale (à t = 0) de H_2O_2 (mol)	v_{mi} ($mol.min^{-1}$)	Δt_i (min)
(B_1)	$7,5.10^{-3}$	$2,5.10^{-3}$	$6,25.10^{-5}$	40
(B_2)	$1,5.10^{-2}$	n_0	$12,50.10^{-5}$	20
(B_3)	$3,0.10^{-2}$	$2,5.10^{-3}$	$25,00.10^{-5}$	10

1) **a-** Justifier, qu'à sa fin, la réaction étudiée a avancé le même nombre de fois depuis l'état initial, dans les trois béchers.

b- Déduire que $n_0 = 2,5.10^{-3}$ **mol**.

2) Préciser en le justifiant, le(s) facteur(s) cinétique(s) qui influe(nt) sur la vitesse moyenne de la réaction étudiée dans cette expérience.

Exercice 2 (4 points) « Étude d'un document scientifique »

Les amides

Les amides constituent une classe de composés organiques qui pourraient être considérés soit comme des dérivés d'acides carboxyliques, soit comme des dérivés d'amines. Par exemple, l'éthanamide (**CH_3–CO–NH_2**) est un amide aliphatique simple dérivé de l'acide éthanoïque, en ce sens que le groupe **–OH** de l'acide éthanoïque est remplacé par un groupe **–NH_2**. Cet amide peut être préparé par déshydratation, en chauffant à température adéquate l'éthanoate d'ammonium. Réciproquement, l'éthanamide peut être considéré comme dérivant de l'ammoniac, par substitution d'un groupe acyle, provenant par exemple d'un chlorure d'acyle (chlorure d'éthanoyle), à un hydrogène de l'ammoniac... L'expression amides substitués peut être employée pour désigner les amides dans lesquels un ou deux hydrogènes portés par l'azote sont remplacés par d'autres groupes — par exemple, le N,N-diméthyléthanamide.

... Les amides, dérivés des acides carboxyliques aliphatiques (excepté le méthanamide) sont solides à la température ordinaire lorsqu'ils sont simples, mais peuvent être liquides lorsqu'ils sont substitués, avec d'ailleurs un point d'ébullition assez élevé. Les amides non substitués, dérivés des acides carboxyliques aliphatiques, sont largement utilisés comme produits intermédiaires, stabilisants, agents de démoulage pour matières plastiques, films, tensioactifs et flux de soudage. Les amides substitués, tels que le N,N-diméthylméthanamide et le N,N-diméthyléthanamide, sont de puissants solvants.

D'après : Encyclopédie de sécurité et de santé au travail

1) **a-** Dégager à partir du texte, les deux familles de composés organiques dont pourraient dériver les amides.

b- Donner le groupe fonctionnel d'un amide.

2) En se référant au texte, écrire en utilisant les formules semi-développées, les deux équations des réactions de formation de l'éthanamide.

3) L'éthanamide peut être obtenu par la réaction entre une mole d'un composé organique **B**, autre dérivé de l'acide éthanoïque, et deux moles d'ammoniac (**NH_3**). Écrire en utilisant les formules semi-développées l'équation de cette réaction chimique.

4) En se référant au texte, reproduire puis compléter le tableau ci-dessous.

	Amide(s) non substitué(s), dérivés des acides carboxyliques, en formule(s) semi-développée(s)	Amide(s) substitué(s) en formule(s) semi-développée(s)
Exemple(s)		
Intérêt(s)		

Physique (11 points)

Exercice 1 (4 points)

Le circuit de la **figure 2** comporte un générateur de tension supposé idéal de fem **E**, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un conducteur ohmique de résistance $\mathbf{R_0}$ et un interrupteur **K**, tous branchés en série. À l'instant **t = 0**, on ferme l'interrupteur **K**.

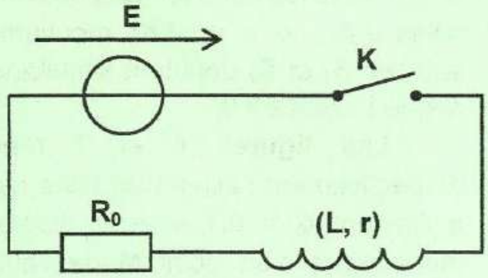

Figure 2

1) L'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension $\mathbf{u_{R0}(t)}$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit :
$$\frac{du_{R0}(t)}{dt} + \frac{u_{R0}(t)}{\tau} = \frac{R_0}{L}E \ ; \text{ où } \tau = \frac{L}{R_0 + r}$$ représente la constante de temps du circuit.

a- Vérifier que $\mathbf{u_{R0}(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})}$ est une solution de l'équation différentielle précédente. $\mathbf{U_0}$ représente la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent.

b- Déduire l'expression de l'intensité instantanée **i(t)** du courant électrique circulant dans le circuit.

2) Montrer que la fem d'auto-induction **e(t)** s'écrit :
$$e(t) = \frac{L}{\tau}i(t) - E.$$

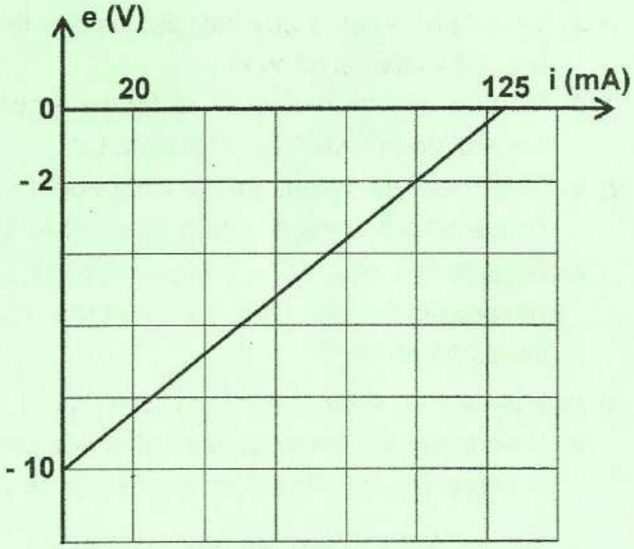

Figure 3

3) Par une méthode appropriée, on suit l'évolution de la fem d'auto-induction **e(t)** en fonction de l'intensité **i(t)** du courant électrique circulant dans le circuit, on obtient la courbe de la **figure 3**.

À l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire, on suit l'évolution au cours du temps de la tension $\mathbf{u_{R0}(t)}$, on obtient la courbe de la **figure 4**.

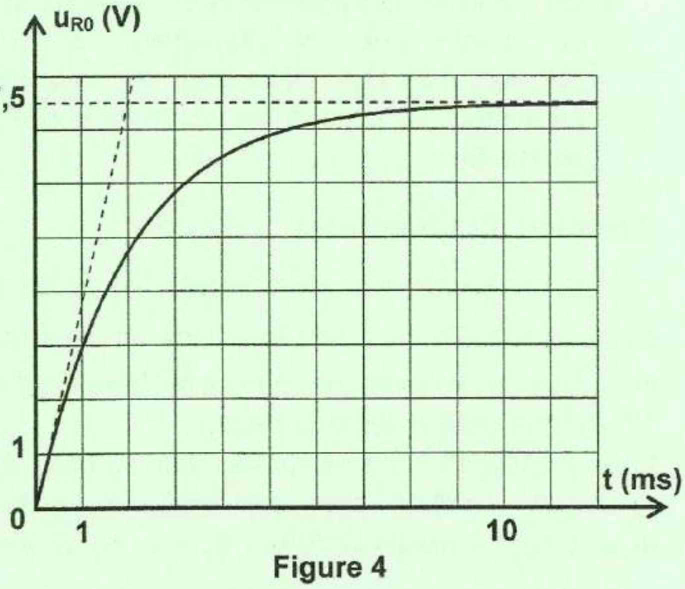

Figure 4

a- Déterminer graphiquement les valeurs de **E**, $\mathbf{U_0}$ et l'intensité $\mathbf{I_0}$ du courant électrique en régime permanent.

b- Déduire la valeur de $\mathbf{R_0}$.

c- $\mathbf{c_1}$- Vérifier qu'à l'instant **t = 0**, on a la relation suivante : $\left.\frac{du_{R0}(t)}{dt}\right)_{t=0} = \frac{U_0}{\tau}$.

$\mathbf{c_2}$- En exploitant la relation précédente (en $\mathbf{c_1}$-) et la courbe de la **figure 4**, déterminer la valeur de τ.

d- Déterminer la valeur de **L**.

e- Déduire la valeur de **r**.

Exercice 2 (3,5 points)

On considère deux cordes élastiques (ζ_1) et (ζ_2) de propriétés différentes, homogènes, de mêmes longueurs $\mathbf{L_1 = L_2 = 1\ m}$ et tendues horizontalement suivant un axe **x'x** d'origine **O** qui coïncide avec l'une ou l'autre des extrémités $\mathbf{S_1}$ et $\mathbf{S_2}$ respectivement des cordes (ζ_1) et (ζ_2). Deux lames vibrantes ($\mathbf{P_1}$) et ($\mathbf{P_2}$) identiques imposent respectivement aux extrémités $\mathbf{S_1}$ et $\mathbf{S_2}$ des vibrations sinusoïdales de même fréquence **N** et de même amplitude **a = 3 mm**. L'autre extrémité de chacune des cordes est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (voir la **figure 5**).

On néglige tout phénomène d'amortissement des ondes issues de S_1 et S_2 et se propageant le long des cordes (ζ_1) et (ζ_2) avec les célérités respectives v_1 et v_2, telles que : $v_1 < v_2$. Les mouvements des sources S_1 et S_2 débutent simultanément au même instant **t = 0**.

Les **figures 6** et **7** représentent respectivement l'aspect de l'une des cordes à l'instant t_0 = **0,1 s** et le diagramme du mouvement d'un point **M** de l'autre corde situé au repos, à une distance **x = OM = 32 cm** de la source des vibrations.

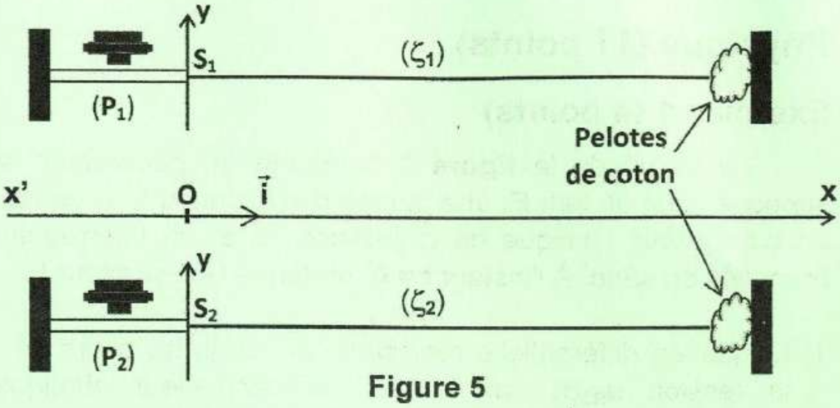

Figure 5

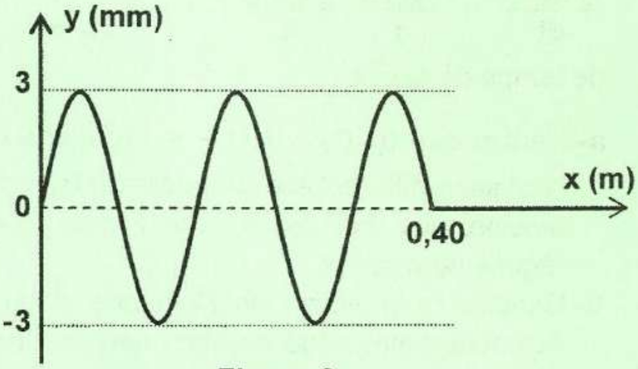

Figure 6

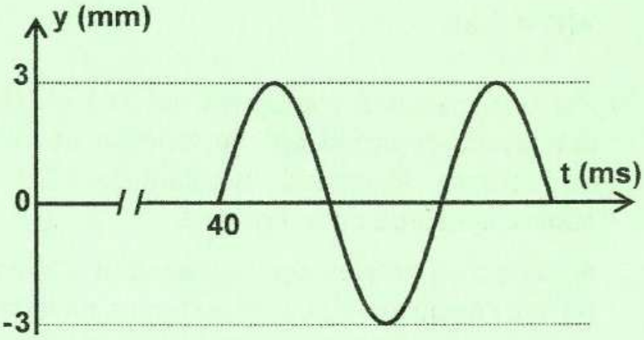

Figure 7

1) a- Sans faire recours aux calculs, justifier la différence entre les valeurs de v_1 et v_2.

b- Montrer que la courbe de la **figure 6** correspond à l'aspect de la corde (ζ_1) à l'instant t_0.

2) a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_1 de l'onde se propageant le long de la corde (ζ_1).

b- Déduire la valeur de la longueur d'onde λ_2 de l'onde se propageant le long de la corde (ζ_2) et celle de la fréquence **N**.

3) Maintenant, on s'intéresse à la corde (ζ_1).

a- Déterminer à l'instant t_0, les abscisses des points de la corde (ζ_1) qui vibrent en opposition de phase avec le point **A** d'abscisse au repos $x_A = \frac{\lambda_1}{2}$.

b- On fait varier la fréquence **N** entre **25 Hz** et **100 Hz** de sorte que **N** appartient à l'intervalle **[25 Hz ; 100 Hz]**. Déterminer les fréquences qui permettent au point **A** de vibrer en phase avec la source S_1.

Exercice 3 (3,5 points)

Sous l'impact d'un neutron lent $^{1}_{0}n$, un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$ peut subir une réaction nucléaire au cours de laquelle ce noyau se scinde en deux noyaux plus légers, le césium $^{137}_{55}Cs$ et le rubidium $^{95}_{37}Rb$, avec éjection de quelques neutrons et libération d'énergie.

1) Nommer cette réaction nucléaire.

2) En précisant les lois de conservation utilisées, écrire l'équation de cette réaction nucléaire.

3) Calculer, en **MeV**, l'énergie **W** libérée par cette réaction.

4) a- Définir l'énergie de liaison E_ℓ d'un noyau atomique.

b- Déterminer la valeur de l'énergie de liaison du noyau du césium $^{137}_{55}Cs$. On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux de $^{95}_{37}Rb$ et de $^{235}_{92}U$: $E_\ell(^{95}_{37}Rb)$ = **787,6 MeV** ; $E_\ell(^{235}_{92}U)$ = **1790,6 MeV**.

c- Comparer la stabilité de chacun des noyaux obtenus par la réaction précédente à celle du noyau d'uranium $^{235}_{92}U$.

On donne :

$1\ u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$; $m(^{235}_{92}U) = 234{,}9934\ u$; $m(^{137}_{55}Cs) = 136{,}9070\ u$;
$m(^{95}_{37}Rb) = 94{,}9292\ u$; $m(^{1}_{0}n) = 1{,}0087\ u$.