RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT * * * Session principale 2026	
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Mathématiques**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve : **4**

N° d'inscription | | | | | | |

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

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,25 points)

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

Pour ce faire, à une température **Θ** convenable, on réalise une première expérience notée (**a**) en mélangeant, à l'instant **t = 0**, un volume V_1 **= 10 mL** d'une solution aqueuse (S_1) de peroxodisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire $C_1 = 5.10^{-2}$ **mol.L**$^{-1}$ avec un volume V_2 **= 40 mL** d'une solution aqueuse (S_2) d'iodure de potassium (**KI**) de concentration molaire C_2. Par une méthode appropriée, on détermine à différents instants **t**, la quantité n_{I^-} des ions iodure I^- restant dans le mélange réactionnel. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe ($\mathscr{C}$) de la **figure 1** de la **page 5/5**, traduisant l'évolution de n_{I^-} au cours du temps.

(**δ**) : étant la droite tangente à la courbe ($\mathscr{C}$) à l'instant **t = 0**.

1) a- Dresser le tableau descriptif en avancement **x** de l'évolution du système chimique de la réaction étudiée.

b- Montrer que la vitesse de la réaction étudiée peut s'écrire sous la forme : $v(t) = -\dfrac{1}{2}\dfrac{dn_{I^-}(t)}{dt}$.

2) En exploitant la courbe ($\mathscr{C}$) de la **figure 1** :

a- justifier que $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant ;

b- déterminer la valeur de C_2 ;

c- déterminer la valeur de la vitesse de la réaction étudiée à chacun des instants **t = 0** et **t' = 40 min**. Préciser le facteur cinétique responsable de l'écart entre les deux valeurs trouvées.

3) On réalise maintenant, trois autres expériences notées (**b**), (**c**) et (**d**) de façon analogue à l'expérience (a) et avec le même mélange réactionnel initial que précédemment mais, en faisant varier certaines conditions expérimentales, comme l'indique le tableau ci-contre :

Expérience	(b)	(c)	(d)
Température	Θ' > Θ	Θ'' > Θ'	Θ' > Θ
Ajout de catalyseur	Non	Oui	Oui

On suppose que l'ajout de catalyseur ne modifie pas le volume du mélange réactionnel.

On donne pour les expériences (**b**), (**c**) et (**d**), et dans un ordre quelconque, les instants finaux t_{f_i} (**i = 1**; 2; 3) ; instants pour lesquels le réactif limitant est entièrement consommé : t_{f_1} **= 20 min** ; t_{f_2} **= 30 min** ; t_{f_3} **= 15 min**.

Associer à chacun des instants t_{f_i}, l'expérience correspondante. Justifier.

Exercice 2 (3,75 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 l'acide ou de la base dans l'eau.
- Le bleu de bromothymol (**BBT**) est un indicateur coloré de **pH**, dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-contre :

pH < 6	6 ≤ pH ≤ 7,6	pH > 7,6
Teinte jaune	Teinte verte	Teinte bleue

On considère trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) respectivement d'une monobase B_1, d'une monobase B_2 et de chlorure d'hydrogène $HC\ell$ (monoacide fort) de concentrations molaires respectives C_1, $C_2 = 2C_1$ et $C_3 = 3C_1$.

On réalise les deux expériences suivantes :

Première expérience

On prépare trois béchers numérotés **1**, **2** et **3** renfermant chacun un mélange, comme l'indique le tableau suivant :

Bécher 1	Bécher 2	Bécher 3
15 mL de (S_1) + 5 mL de (S_3)	15 mL de (S_2) + 10 mL de (S_3)	15 mL de (S_1) + 2,5 mL de (S_3)

Dans chacun des béchers **1** et **2**, on ajoute quelques gouttes de **BBT**. Après agitation, on observe une teinte jaune dans le bécher **1** et une teinte verte dans le bécher **2**.

La mesure du **pH** du contenu du bécher **3** donne la valeur **pH = 9,2**.

1) a- Montrer que dans chacun des béchers **1** et **2**, le mélange est à l'état d'équivalence acido-basique.

b- Justifier que le contenu du bécher **3** est à l'état de demi-équivalence acido-basique.

2) Déduire que B_1 est une base faible alors que B_2 est une base forte.

3) a- Préciser la valeur du pK_{a_1} du couple B_1H^+/B_1.

b- Nommer le mélange du bécher **3** tout en donnant une de ses propriétés caractéristiques.

Deuxième expérience

À un volume V_0 de la solution (S_2), on ajoute un volume $V_e = (x - 1)V_0$ d'eau pure ($x > 1$). On obtient alors une nouvelle solution (S_2') de volume total $V_T = V_0 + V_e$.

On désigne par $pH(S_2)$ et $pH(S_2')$, les **pH** respectifs des solutions (S_2) et (S_2').

1) Montrer que : $pH(S_2) - pH(S_2') = \ell og x$.

2) Sachant que pour $V_0 = 10$ mL et $V_e = 90$ mL, le **pH** de la solution (S_2') vaut **11,3**.

a- Montrer que $C_1 \approx 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

b- Déterminer la valeur du **pH** de :

b_1- la solution (S_1), sachant que la base B_1 est supposée faiblement ionisée dans cette solution ;

b_2- la solution (S_3).

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4 points)

On se propose de déterminer expérimentalement les grandeurs caractéristiques d'une bobine et d'étudier leurs influences sur les régimes de la réponse d'un dipôle **RL** à un échelon de tension. Pour ce faire, on réalise le circuit de la **figure 2**, constitué par l'association en série d'un générateur (G) de tension continue, supposé idéal, de **fem E**, d'une bobine (**b**) d'inductance **L** et de résistance **r**, d'un conducteur ohmique de résistance **R = 40 Ω** et d'un interrupteur **K**.

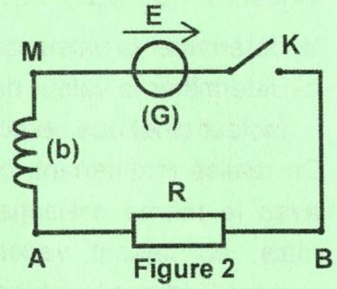

Figure 2

À l'instant **t = 0**, on ferme le circuit.

1) a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_{BA}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_{BA}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_{BA}(t) = \frac{RE}{L}$; où τ est la constante de temps du circuit réalisé, que l'on exprimera en fonction de **L**, **r** et **R**.

b- Vérifier qu'en régime permanent, la tension aux bornes du conducteur ohmique s'exprime par la relation : $U_{BA_P} = \frac{RE}{R + r}$ et la tension aux bornes de la bobine (**b**) s'exprime par la relation : $U_{AM_P} = \frac{rE}{R + r}$.

2) Un système d'acquisition de données permet d'enregistrer l'évolution temporelle de la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes de la bobine (**b**) et de tracer la courbe ($\mathscr{C}$) de la **figure 3** de la **page 5/5**, traduisant cette évolution.

(**Δ**) : étant la droite tangente à la courbe ($\mathscr{C}$) à l'instant **t = 0**.

En exploitant la courbe ($\mathscr{C}$) de la **figure 3** :

a- déterminer les valeurs de **E** et τ ;

b- déduire les valeurs de **r** et **L**.

3) On reprend le circuit précédent mais, on suit cette fois, à l'aide du même système d'acquisition de données, l'évolution temporelle de la tension $u_{BA}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et on trace la courbe correspondante. On répète le même travail en remplaçant la bobine **(b)** par une bobine **(b')** d'inductance **2L** et de résistance **r** puis, en remplaçant la bobine **(b')** par une bobine **(b'')** d'inductance **1,5L** et de résistance **2r**.
Les courbes obtenues ($\mathscr{C}_1$), ($\mathscr{C}_2$) et ($\mathscr{C}_3$) sont reproduites sur le même graphique et données par la **figure 4** de la **page 5/5**. (Δ_1), (Δ_2) et (Δ_3) sont les droites tangentes respectivement aux courbes ($\mathscr{C}_1$), ($\mathscr{C}_2$) et ($\mathscr{C}_3$) à $t = 0$.

a- Indiquer en le justifiant, parmi les trois circuits réalisés et renfermant successivement les bobines **(b)**, **(b')** et **(b'')**, celui qui possède :

a_1- la plus grande constante de temps ;

a_2- la plus petite tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent.

b- Attribuer à chacune des courbes ($\mathscr{C}_1$), ($\mathscr{C}_2$) et ($\mathscr{C}_3$), la bobine correspondante en justifiant succinctement la réponse pour deux courbes seulement.

Exercice 2 (6,5 points)

Dans un référentiel galiléen, on considère un oscillateur mécanique constitué d'un solide creux **(C)** de masse **m**, attaché à l'une des extrémités d'un ressort **(R)** à spires non jointives, de masse négligeable devant **m**, de raideur **k** et enfilé sur une tige horizontale **(T)**. L'autre extrémité du ressort est fixe.
Le solide **(C)** peut coulisser le long de la tige **(T)**. À l'équilibre, le centre d'inertie **G** du solide **(C)** est confondu avec l'origine d'un repère $(O,\vec{i})$ porté par un axe horizontal **x'x**, comme l'indique la **figure 5**.

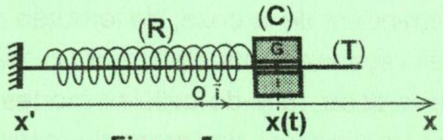

Figure 5

Au cours de son mouvement, **G** est caractérisé par son élongation **x(t)** dans le repère $(O,\vec{i})$ et par sa vitesse **v(t)**.
On désigne par X_m et V_m leurs valeurs maximales respectives.

I- Les frottements sont supposés négligeables.
On écarte le solide **(C)** à partir de sa position d'équilibre jusqu'à un point M_0 d'abscisse $x_0 > 0$ puis, on lui communique à l'instant $t = 0$, une vitesse initiale $v_0 > 0$.

1) a- Montrer que l'équation différentielle régissant les oscillations de **(C)** peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 4\pi^2N_0^2x(t) = 0 \ ; \text{ où } N_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$ est la fréquence propre de l'oscillateur considéré.

b- Donner l'expression de l'énergie mécanique **E** du système **(S)** = { (C)+(R) } en fonction de **k**, **x(t)**, **m** et **v(t)**.

c- La solution de l'équation différentielle précédente est : $x(t) = X_m\sin(2\pi N_0t + \varphi_0)$; φ_0 étant sa phase initiale.
Établir l'expression de l'énergie mécanique **E** en fonction de **k** et X_m puis, en fonction de **m** et V_m.

2) Un système d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de l'énergie cinétique E_C du solide **(C)** en fonction simultanément, de la vitesse **v** de son centre d'inertie **G** et de son élongation **x**, ce qui permet de tracer les courbes **(I)** et **(II)** de la **figure 6** de la **page 5/5**. En exploitant les courbes **(I)** et **(II)** de la **figure 6** :

a- justifier que la courbe **(I)** traduit l'évolution de E_C en fonction de **x** ;

b- relever en le justifiant, les valeurs de X_m et V_m ;

c- déduire les valeurs de **k** et **m** et vérifier que $N_0 \approx 2$ **Hz** ;

d- relever les valeurs de x_0 et v_0 et déduire celle de φ_0. On donne à l'instant $t = 0$, l'énergie cinétique du solide **(C)** : $E_{C_0} = 2{,}5.10^{-3}$ J.

II- Dans la suite, les frottements ne sont plus négligeables, ils sont de type visqueux dont la résultante est équivalente à une force unique $\vec{f} = -h\vec{v}$; où **h** est une constante positive. Le solide **(C)** est également soumis à une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m\sin(2\pi Nt).\vec{i}$; d'amplitude F_m constante et de fréquence **N** réglable. L'équation différentielle régissant les oscillations de **(C)** devient de la forme : $m\frac{d^2x(t)}{dt^2} + h\frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = F(t)$ et admet comme solution : $x(t) = X_m\sin(2\pi Nt + \varphi_x)$; avec X_m son amplitude et φ_x sa phase initiale.

1) En se basant sur une construction de Fresnel pour une fréquence $N < N_0$, montrer que l'amplitude X_m peut s'exprimer par la relation : $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{4\pi^2h^2N^2 + (k - 4\pi^2N^2m)^2}}$.

2) On fait varier la fréquence **N** et on mesure à chaque fois l'amplitude X_m. Une partie de la courbe traduisant l'évolution de X_m en fonction de **N** est représentée sur la **figure 7** de la **page 5/5**.

L'amplitude X_m prend une valeur maximale X_{m_1} pour une fréquence N_1 vérifiant la relation : $N_1^2 = N_0^2 - \dfrac{h^2}{8\pi^2 m^2}$.

a- Nommer le phénomène dont l'oscillateur considéré est le siège pour $N = N_1$.

b- En exploitant la courbe de la **figure 7** :

b₁- relever les valeurs des amplitudes X_{m_1} et X_{m_0} correspondant respectivement aux fréquences N_1 et N_0 ;

b₂- déduire les valeurs de **h** et F_m.

c- Déterminer les valeurs des phases initiales φ_{x_1} et φ_{x_0} respectivement pour les fréquences N_1 et N_0.

Exercice 3 (2,5 points) **Étude d'un document scientifique**

La radioactivité : dangers potentiels et grandeurs remarquables

...Malgré les multiples applications et usages médicaux de la radioactivité, l'exposition aux rayonnements radioactifs présente des dangers potentiels sur les cellules vivantes, surtout à doses élevées, allant des effets immédiats (brûlures, nausées...) à des risques à long terme comme le cancer. Les risques liés à la radioactivité dépendent de la dose, de la durée d'exposition et du type de rayonnement.

Les rayonnements alpha ont un parcours dans l'air de quelques centimètres et sont arrêtés par la couche cornée de la peau, faite de cellules mortes. Ils ne présentent aucun risque en exposition externe. Les rayonnements béta ont un parcours de l'ordre du mètre dans l'air et de quelques millimètres dans les tissus vivants. Ils peuvent donc être à l'origine d'une irradiation de la peau et du derme profond. Les rayonnements gamma ont un parcours de plusieurs kilomètres dans l'air et de quelques mètres dans les tissus vivants : ils atteignent la peau, le derme et tous les tissus profonds.

...L'activité d'une source radioactive, notée **A**, se définit comme le nombre de désintégrations radioactives qu'elle subit pendant une seconde. Elle est directement liée au nombre d'atomes radioactifs présents à l'instant considéré (donc à sa masse) mais, elle dépend aussi de la probabilité de désintégration par seconde, caractérisée par une constante notée λ, propre à chaque radioélément, appelée constante radioactive.

L'activité **A** obéit à la loi de décroissance radioactive exprimée par la relation : $A = A_0 e^{-\lambda t}$; où A_0 est l'activité de la source radioactive à l'instant **t = 0**.

La constante radioactive λ est une grandeur particulièrement difficile à appréhender. On lui préfère habituellement une grandeur remarquable appelée la période radioactive, notée **T**, qui exprime la durée au bout de laquelle le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon de cette substance diminue de moitié.

D'après : Livre « Les risques NRBC, savoir pour agir »
Y. Buisson - J.D Cavallo - J.J. Kowalski - C. Renaudeau - J.Y. Tréguier

1) a- Citer deux exemples de dangers potentiels que présente l'exposition aux rayonnements radioactifs.

b- Donner trois facteurs dont dépendent les risques liés à la radioactivité.

c- Dire pourquoi l'exposition externe aux rayonnements alpha ne présente aucun risque sur la peau.

d- Identifier en le justifiant, parmi les rayonnements béta et gamma, lequel est plus dangereux pour la santé lors d'une exposition externe.

2) a- Préciser ce que caractérise la constante radioactive λ d'un radioélément.

b- Définir :

b₁- la période radioactive **T** d'un radioélément et donner son expression en fonction de λ ;

b₂- l'activité **A** d'une source radioactive.

3) L'iode **131** est un isotope radioactif β^- utilisé pour le traitement de la thyroïde en détruisant les cellules cancéreuses par son rayonnement.

À l'aide d'une méthode appropriée, on mesure l'activité de l'iode **131** présent dans la thyroïde d'un patient à qui on a administré une solution contenant cette substance radioactive. Lors de la première mesure, l'activité est de **4443 Bq**. Au bout de **6,0 jours** de cette mesure, l'activité résiduelle devient égale à **2642 Bq**.

Déterminer la valeur de la constante radioactive λ de l'iode **131** dans le système international, ainsi que celle de sa période radioactive **T** en **jour**.

Épreuve: Sciences physiques - Section: Mathématiques
Session principale (2026)
Feuille annexe à ne pas remettre avec la copie

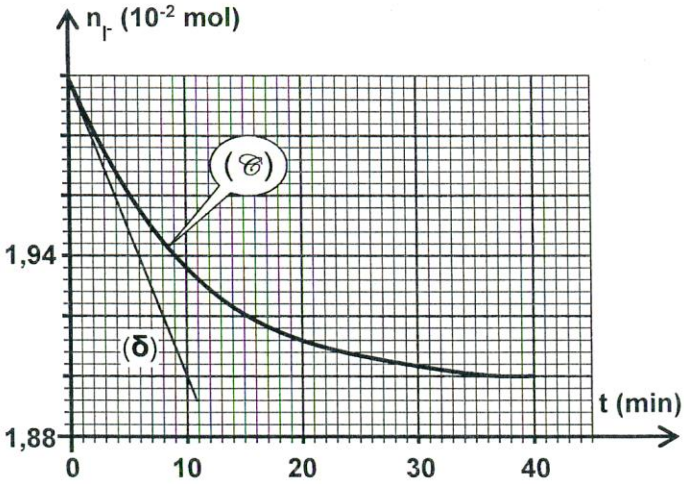

Figure 1

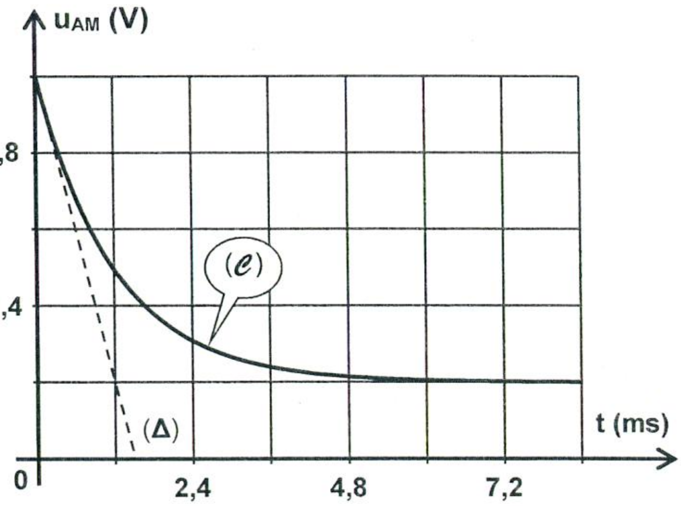

Figure 3

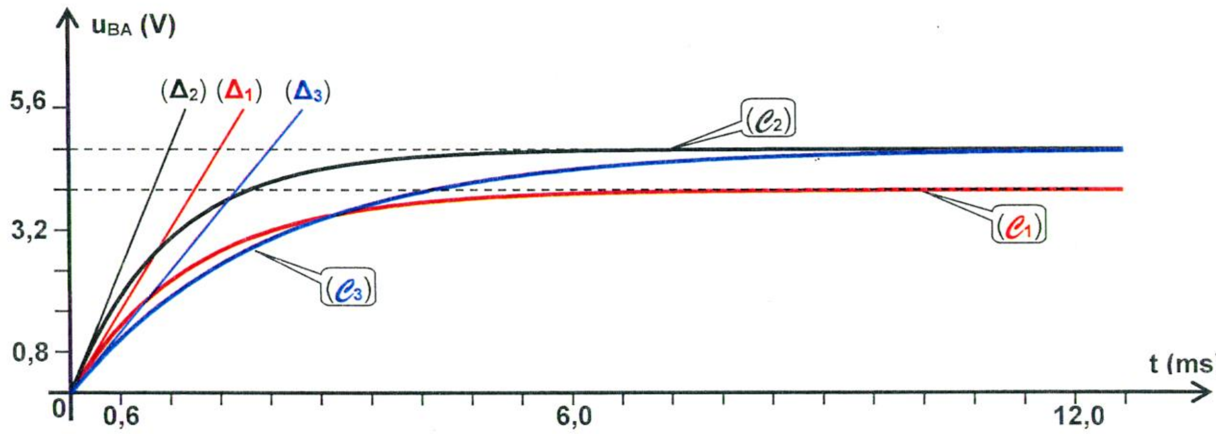

Figure 4

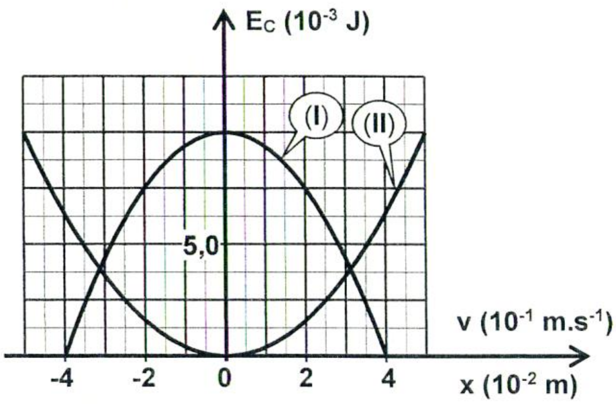

Figure 6

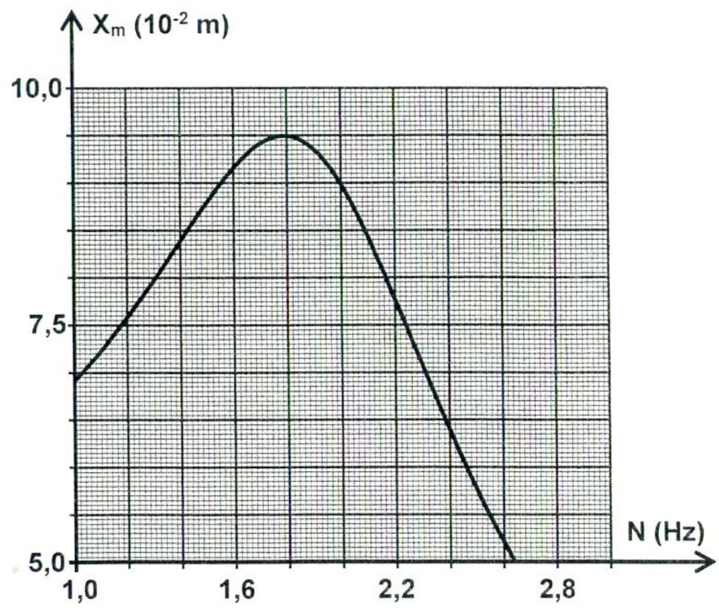

Figure 7