

EPREUVE DE PHYSIQUE SERIE C

Concours du 17 mai 2025 03H00

Exercice 1 : Rhénium 186 et rhumatismes (0,75+0,5+0,75+0,5+1+0,5) pts

La radiothérapie vise à administrer un produit dont les rayonnements émis sont destinés à traiter un organe. On utilise du rhénium 186 dans le but de soulager la maladie rhumatoïde.

Données :

- Le rhénium 186 ($^{186}_{75}\text{Re}$) est un noyau radioactif β^- ;
- Le temps de demi-vie du rhénium 186 est de 3,7 jours.

1. Donner la composition du noyau de rhénium 186.
2. Quel nom porte la particule émise au cours de la désintégration d'un noyau de rhénium 186 ?
3. Pour la très grande majorité d'entre eux, les noyaux fils obtenus lors de cette transformation ne sont pas dans un état excité. A quel type de rayonnement particulièrement pénétrant le patient n'est pas exposé ?

Le produit injectable se présente sous la forme d'une solution contenue dans un flacon de volume $V_{\text{flacon}} = 10 \text{ ml}$ ayant une activité $A_0 = 3700 \text{ MBq}$ à la date de calibration, c'est-à-dire à la sortie du laboratoire pharmaceutique.

4. Pourquoi est-il précisé « à la date de calibration » en plus de l'activité ?
5. Quelle est la valeur de l'activité de l'échantillon contenu dans le flacon au bout de 266,4 heures après la date de calibration ?
6. L'activité de l'échantillon à injecter dans l'articulation d'une épaule est $A_{\text{thérapie}} = 70 \text{ MBq}$.
En supposant que l'injection a lieu 3,7 jours après la date de calibration, calculer le volume V de la solution à injecter dans l'épaule.

Exercice 2 : (6pts)

On dispose d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un conducteur ohmique de résistance $R=8\Omega$, d'un interrupteur K , d'une lampe à incandescence et d'un générateur idéal (G) de force électromotrice $E = 10 \text{ V}$.

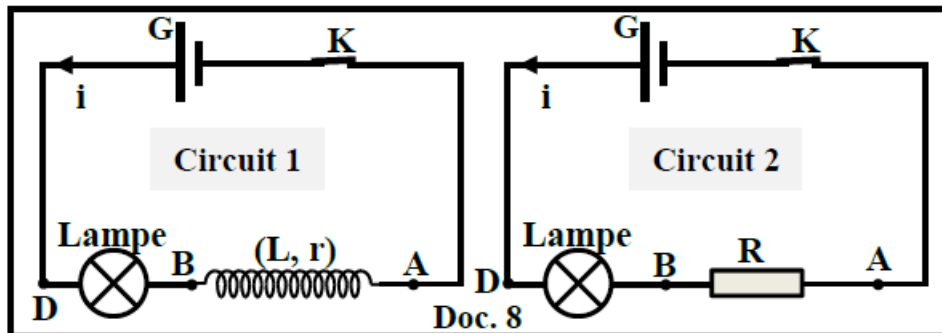
Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de la bobine sur la luminosité d'une lampe dans un circuit série soumis à une tension constante et de déterminer ses caractéristiques.

1. Luminosité de la lampe (0,5+0,5) pt

On réalise successivement le circuit 1 et le circuit 2 du document 8. Les phrases 1 et 2 ci-dessous, décrivent la luminosité de la lampe après la fermeture de K.

Phrase 1: La lampe s'allume instantanément juste à la fermeture de l'interrupteur.

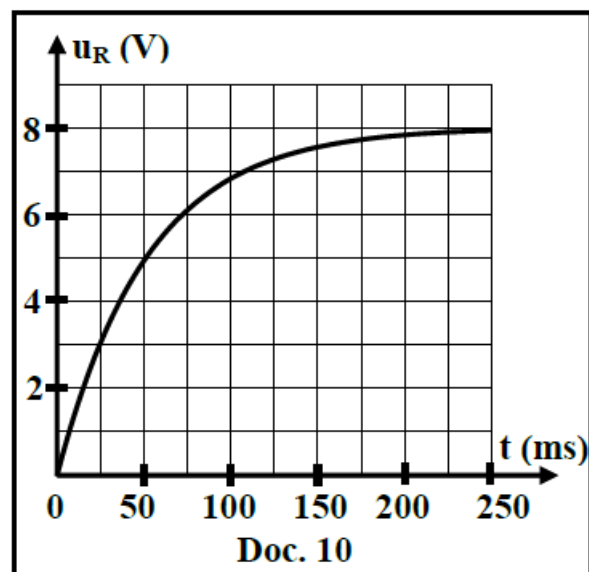
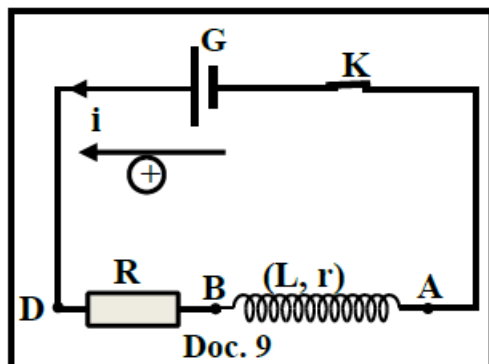
Phrase 2: Après la fermeture de l'interrupteur, la luminosité de la lampe augmente progressivement et devient stable après un certain temps.



Faire correspondre chacune des phrases 1 et 2 au circuit convenable.

2. Détermination de L et r (1,5+1+0,5+0,75+0,75+0,5) pts

On branche la bobine et le conducteur ohmique en série avec (G) comme le montre le document 9. À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K. À un instant t, le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.



- Montrer, en appliquant la loi d'additivité des tensions, que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension : $U_{DB} = U_R$ est $\frac{L}{R} \frac{dU_R}{dt} + \left(\frac{R+r}{R}\right) U_R = E$
- Déduire que l'expression de la tension aux bornes du conducteur ohmique, en régime permanent, est : $U_{R_{max}} = E \frac{R}{R+r}$

- c. La solution de cette équation différentielle est $U_R = U_{Rmax} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ avec $\tau = \frac{L}{R+r}$. Un système approprié trace l'évolution de U_R avec le temps (Doc. 10).
- En utilisant la courbe du document 10, indiquer la valeur de U_{Rmax} .
 - Déterminer la valeur de r .
 - En utilisant la courbe du document 10, déterminer la valeur de τ .
 - Déduire la valeur de L .

Exercice 3: Électron dans un champ électromagnétique (6*1) pts

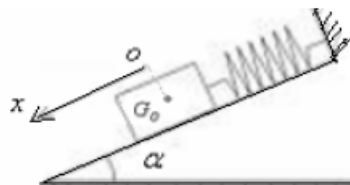
Un électron de masse $m_e \simeq 10^{-30} \text{ kg}$ et de charge $e \simeq -2.10^{-19} \text{ C}$ pénètre, avec un vecteur vitesse \vec{v}_0 , dans une région où règnent un champ électrostatique \vec{E} et un champ magnétostatique \vec{B} uniformes, orthogonaux entre eux et à \vec{v}_0 . Précisément, dans la base directe $\{\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\}$ du repère cartésien Oxyz (x, y et z sont les coordonnées cartésiennes de l'électron), $\vec{E} = E\vec{e}_x, \vec{B} = B\vec{e}_z$ et $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_z$, E, B et v_0 étant positifs. L'origine O du repère cartésien est prise à l'endroit où l'électron pénètre dans la région des champs. La norme v_0 de sa vitesse est de 1000 km/s .

- On considère dans un premier temps que $B = 0$, de sorte que l'électron n'est soumis qu'au champ électrique \vec{E} . Quelle est l'équation vectorielle du mouvement ? Dans les propositions ci-dessous, \vec{a} est le vecteur accélération.
 - $\vec{a} = \frac{e\vec{E}}{m_e}$
 - $\vec{a} = \frac{\vec{E}}{e*m_e}$
 - $\vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m_e}$
- Quelles sont la nature et l'équation de la trajectoire de l'électron ?
 - La trajectoire est une portion de parabole d'équation $\frac{e*E}{m_e} \left(\frac{z}{v_0}\right)^2$
 - La trajectoire est une portion de parabole d'équation $\frac{eE}{m_e} \frac{z}{v_0}$
 - La trajectoire est une portion de parabole d'équation $\frac{e*E}{2*m_e} \left(\frac{z}{v_0}\right)^2$
- On place un écran d'observation parallèlement au plan Oxy en $z_0 = 0,2 \text{ m}$. Sachant que $E = 10 \text{ V.m}^{-1}$, calculer l'abscisse x_e de l'impact de l'électron sur l'écran.
 - $x_e \simeq -4 \text{ mm}$
 - $x_e \simeq 4 \text{ cm}$
 - $x_e \simeq -4 \text{ cm}$

4. On considère maintenant $E = 0$ et $B \neq 0$, l'électron pénètre donc dans une zone où règne un champ magnétostatique uniforme. Donner l'expression de la force de Lorentz \vec{F}_L qui s'exerce sur l'électron au moment où il pénètre dans la région du champ.
- $\vec{F}_L = -e\vec{v}_0 \times \vec{B}$
 - $\vec{F}_L = e\vec{v}_0 \times \vec{B}$
 - $\vec{F}_L = ev_0\vec{B}$
5. Parmi les affirmations proposées, quelles sont celles qui sont exactes ?
- La trajectoire de l'électron est rectiligne de vecteur vitesse constant.
 - La trajectoire de l'électron est parabolique.
 - La trajectoire de l'électron est circulaire de rayon $R_C = \frac{m_e v_0}{eB}$
6. On a maintenant $E \neq 0$ et $B \neq 0$. Le mouvement de l'électron est-il rectiligne et uniforme si
- $E/B = v_0$
 - $E = B$
 - $B/E = v_0$

Exercice 4 : Pendule élastique incliné (1+1+2) pts

Un pendule élastique est placé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal. Le pendule élastique est constitué d'un ressort maintenu par un support fixe à l'une de ses extrémités, alors que l'autre extrémité est liée à un corps solide de masse $m=200\text{g}$. (voir schéma).



Sachant que l'allongement du ressort à l'équilibre est : $\Delta l_0 = 8\text{ cm}$

- Déterminer l'allongement de ressort à l'équilibre.
- On écarte le corps de sa position d'équilibre de 2cm selon la ligne de la grande pente vers le bas et on le lâche sans vitesse initiale.
 - Déterminer l'équation différentielle du mouvement.
 - Sachant que le corps passe à $t = 0$ du point d'abscisse $x = +1\text{cm}$ dans le sens positif. Déterminer l'équation horaire du mouvement. On donne : $g=10\text{N/kg}$