

PHYSIQUE

Durée : 3 heures

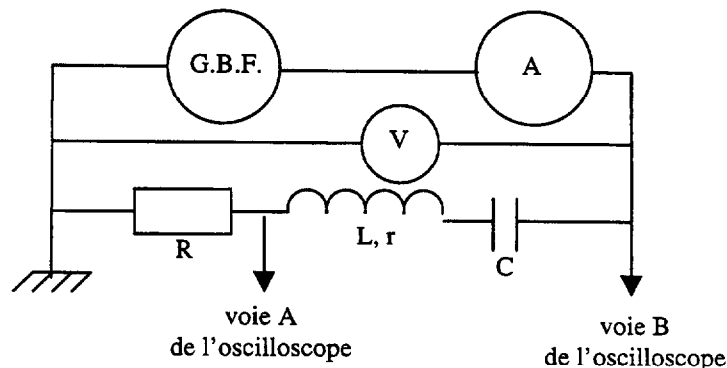
Coefficient : 3

L'utilisation de la calculatrice est autorisée

PREMIÈRE PARTIE : CONTRÔLE DE CONNAISSANCES (30 points)

Q1 : Questionnaire à choix multiple

Soit un dipôle R, L, C constitué d'un résistor de résistance $R = 20 \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 0,5 \text{ H}$ et de résistance $r = 10 \Omega$ et d'un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$ associés en série et alimentés par un G.B.F. dont on peut régler la fréquence et la tension de sortie. Un ampèremètre, un voltmètre sont correctement installés dans le circuit. Un oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes du dipôle et l'intensité du courant dans le circuit. Le G.B.F. délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence N . Le circuit est schématisé ci-dessous :



On rappelle les notations usuelles :

- valeur efficace : symbole en majuscule,
- valeur instantanée : symbole en minuscule.

Recopier la seule bonne réponse pour chacune des questions qui suit et justifier cette réponse quand c'est demandé.

1. Le voltmètre permet de connaître :
 - a) la valeur maximum de la tension
 - b) la valeur efficace de la tension
 - c) la valeur instantanée de la tension
2. La valeur instantanée de l'intensité est connue à partir de :
 - a) la voie A de l'oscilloscope
 - b) la voie B de l'oscilloscope
 - c) l'ampèremètre

Justifier.

HIMSC

3. L'impédance du dipôle :

- a) est indépendante de la fréquence N de la tension d'alimentation,
- b) augmente avec cette fréquence,
- c) varie avec cette fréquence.

Justifier.

4. Lorsque la fréquence de la tension d'alimentation est $N = 100$ Hz l'impédance vaut :

- a) $Z = 158 \Omega$
- b) $Z = 30 \Omega$
- c) $Z = 273 \Omega$

Justifier.

5. L'impédance peut aussi être mesurée par :

- a) $\frac{U}{I}$
- b) $\frac{I}{U}$
- c) $\frac{u}{i}$

6. Le régime imposé est celui :

- a) d'oscillations libres amorties,
- b) d'oscillations libres entretenues,
- c) d'oscillations forcées.

Justifier.

7. la résonance d'intensité se manifeste quand :

- a) u et i sont en phase,
- b) u_c et u_b (respectivement tension instantanée aux bornes du condensateur et la bobine) ont la même valeur,
- c) u_b et i sont en phase.

8. La résonance a lieu pour une fréquence de :

- a) 204 Hz
- b) 113 Hz
- c) 71,2 Hz

Justifier.

HIMSC

9. La puissance moyenne consommée par ce dipôle est $P = U.I.\cos\varphi$ (φ déphasage entre u et i)
A la résonance :
- $P = U.I.$
 - $P = U_{\max}.I_{\max}$
 - $P = u.i.$
10. La puissance consommée l'est essentiellement :
- par effet Joule,
 - par l'apparition d'un champ magnétique dans la bobine,
 - par l'apparition d'un champ électrique dans le condensateur.

Q2 : La tomographie par émission de positons ou TEP.

« La TEP est fondée sur l'existence de radioéléments qui se désintègrent avec émission de positons. Lorsque cette émission se produit dans un milieu matériel, le positon se combine avec un électron du milieu et disparaît après un parcours très bref (1 à 3 mm). On obtient alors des photons γ . La détection de deux photons émis en coïncidence permet de localiser le point d'annihilation. Ce dernier étant pratiquement confondu avec le point d'émission du positon, on dresse ainsi la cartographie du radioélément dans l'organe vivant étudié ».

d'après « Le progrès technique – 4-92 »

- Donner la masse et la charge du positon.
- Expliquer ce qui se passe entre l'émission du positon et la rencontre avec l'électron.
- Décrire l'interaction entre un positon et un électron.
- Les éléments émetteurs de positons utilisés sont généralement des isotopes d'éléments constitutifs des organes comme l'oxygène ou le carbone. Ils remplacent l'élément stable car ils ont le même cortège électronique. En utilisant les quatre nombres quantiques, décrire le cortège électronique dans l'état fondamental du carbone qui possède 6 électrons. Représenter les cases quantiques. Indiquer sa position dans la classification périodique.
- L'oxygène présente un isotope émetteur de positons noté $^{15}_8\text{O}$.
Que représentent les nombres 8 et 15 ?
Indiquer l'équation de la désintégration et énoncer les lois de conservation. Préciser le mécanisme de cette désintégration.
- Ces émetteurs de positons ont une « demi-vie » brève (de quelques minutes à quelques heures). Définir la demi-vie d'un radioélément.

Données : masse de l'électron $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg
charge de l'électron $q_e = -1,6.10^{-19}$ C

$c = 3,0.10^8$ m.s⁻¹
 $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}.c^{-2}$
 $1 \text{ MeV} = 1,6.10^{-13}$ J

DEUXIÈME PARTIE : PROBLÈME (30 points)

LA RADIOGRAPHIE

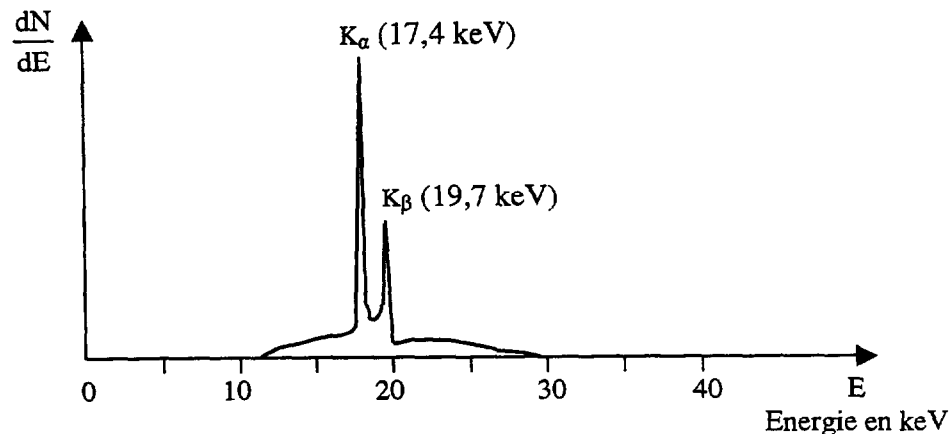
Données :

constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
 masse de l'électron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
 charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 célérité de la lumière dans le vide $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}\cdot\text{c}^{-2}$

Q1 : La seinographie ou mammographie

Pour cet examen, on utilise des rayons X peu énergétiques et avec un spectre à bande étroite. On utilise souvent un appareil à anode de molybdène dont le spectre est le suivant :



- 1- A quels phénomènes correspondent les pics K_α et K_β ?
- 2- Si on attribue conventionnellement le niveau d'énergie 0 au niveau K de l'atome de molybdène, donner les énergies des niveaux L et M et les placer sur un diagramme où 5 keV sont représentés par 1 cm.
- 3- Lorsqu'un atome de molybdène excité voit un électron de sa couche M revenir sur la couche L, il émet un photon. Indiquer cette transition sur le diagramme de la question précédente. Donner l'énergie du photon, calculer sa longueur d'onde dans le vide. Quelle est la nature de ce photon ?

Q 2 : Radiodiagnostic classique

Dans un tube utilisé pour ce genre de diagnostic, des électrons sont émis d'une cathode chaude avec une vitesse considérée comme nulle. Ils sont accélérés entre cette cathode et l'anode par une tension $U_{AK} = V_{anode} - V_{cathode}$ comprise entre 60 kV et 120 kV.

- 1- Pour un examen on utilise une tension $U_{AK} = 80$ kV. Donner l'expression de l'énergie cinétique des électrons arrivant sur l'anode si on néglige le poids de ces électrons devant la(es) autre(s) actions. Faire l'application numérique et donner le résultat en keV et en Joule.
- 2- Un courant de 40 mA traverse alors le tube. Calculer le nombre d'électrons arrivant sur l'anode en 0,1 s, durée d'une radiographie. Quelle est l'énergie cédée par l'ensemble de ces électrons lorsqu'ils sont arrêtés par l'anode, le résultat sera donné dans le système international.
- 3- Calculer la puissance électrique du tube.
- 4- Pour une tension $U_{AK} = 80$ kV le rendement de ce tube est $\rho = 0,8$ %. Quelle est la puissance du faisceau de rayons X ? Quelle énergie fournit-il pour une radiographie qui dure 0,1 s ?
- 5- Une grande partie de l'énergie consommée par le tube n'est pas restituée sous forme de rayons X ; sous quelle forme cette énergie apparaît-elle ? Quelle énergie est ainsi dissipée pour une radiographie qui dure 0,1 s. Quelle élévation de température subit l'anticathode qui peut être considérée comme un bloc de cuivre de masse 500 g et de capacité thermique massique (ou chaleur massique) $c_{Cu} = 150 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$?

Q 3 : Utilisation des Rayons X de très haute énergie

L'appareil MINAC permet de radiographier des pièces métalliques en utilisant des rayons X produits à partir d'électrons accélérés (énergie cinétique de 4 MeV). Dans ces conditions, la profondeur de pénétration maximale des rayons X dans l'acier est d'environ 40 cm.

- 1- Rappeler la loi d'absorption des photons X par la matière en précisant la signification de chaque lettre de l'expression.
- 2- On admet qu'à 40 cm dans l'acier, 99,9 % des photons X ont été absorbés. Calculer le coefficient linéique d'absorption totale de ces photons dans l'acier (dans le système international), puis la valeur de la couche de demi-atténuation.