

QUESTION DE COURS (10 points)

Le candidat traitera l'une des questions au choix

SUJET N°1 : INTERACTIONS DES PHOTONS AVEC LA MATIÈRE

Décrire en particulier reflet photoélectrique, l'effet Compton et l'effet de matérialisation. Comparer les importances de ces effets en fonction de l'énergie des particules incidentes et du numéro atomique de l'élément de la matière. (On pourra tracer les courbes montrant les importances relatives de ces effets)

SUJET N°2 : ULTRA-SONS

Nature des ultra-sons (les situer dans le spectre sonore)

Émission et réception

Propriétés et applications

PROBLÈME (10 points)

Les deux exercices sont indépendants : Le candidat traitera les deux exercices.

EXERCICE 1 : (5 points)

Détermination du volume sanguin

1. Le sodium ^{24}Na est un radio-isotope artificiel obtenu en bombardant le sodium ^{23}Na par des neutrons. Écrire l'équation de cette réaction nucléaire et rappeler les règles utilisées.

2. Le sodium 24 est émetteur β^- et sa période ou demi-vie est de 15 heures. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du sodium 24 ; préciser l'élément obtenu ; définir la période et calculer la constante radioactive.

3. Une dose de 10 cm^3 d'une solution de sodium 24 a une activité de 8186 Bq.

a. Quelle sera l'activité de la dose au bout de 3 heures ? 15 heures ? 4 jours ? Commenter.

b) La dose est injectée dans le sang d'un être vivant. Au bout de 3 heures on prélève 10 cm^3 de sang dont on mesure l'activité, soit 820 désintégrations par minute.

Exprimer cette activité en Becquerel.

Connaissant l'activité de la dose au bout de 3 heures (question a) et en supposant que le sodium 24 est réparti uniformément dans tout le volume sanguin, déterminer ce volume sanguin.

DONNÉES :

Extrait du tableau périodique des éléments



EXERCICE 2 : (5 points)

On produit des rayons X dans un tube de Coolidge à anode de platine (anti-cathode).

Les électrons sont accélérés par une différence de potentiel $U_{AC} = V_A - V_C = 90 \text{ kV}$. Ce tube est alimenté par un courant d'intensité $i = 1 \text{ mA}$, et son rendement est $r = 1\%$.

On donne :

Charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Célérité de la lumière : $c = 2,997925 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

A. Étude énergétique

Quelle est la puissance électrique P_E consommée par le tube, la puissance rayonnée P_R (rayons X) et la puissance transformée en chaleur P_I ?

B. Étude des rayons X de freinage

1. Quelle est l'énergie cinétique E_C (en eV et en J) des électrons incidents quand ils atteignent l'anti-cathode ?
2. Quelle est la longueur d'onde minimum λ_0 du spectre continu obtenu par freinage des électrons et l'énergie E_m (en eV et en J) des photons X les plus nombreux ? On rappelle que les photons X les plus probables ont pour longueur d'onde $\lambda_m = 1,5 \lambda_0$.

C. Interaction de fluorescence.

Les énergies des électrons des couches K, L, et M du platine ont pour valeurs :

$E_K = -80 \text{ keV}$, $E_L = -20 \text{ keV}$ et $E_M = -9 \text{ keV}$.

1. Représenter le diagramme énergétique de ces électrons ; on précisera l'échelle utilisée.
2. Un électron incident ionise un atome de platine de l'anti-cathode en lui arrachant un de ses électrons K. Quelle est l'énergie cinétique E_{CS} (en eV et en J) et la vitesse v de cet électron secondaire émis ? On suppose le choc parfaitement élastique et l'électron émis non relativiste.
3. L'ionisation précédente est suivie d'un phénomène de fluorescence ; quelle est la longueur d'onde λ de la raie spectrale émise lors de la transition d'un électron de la couche M à la couche L ?