

EXERCICE 2 (4 points) (physique-chimie)

Utilisation du Cobalt 60 en médecine

Un dispositif de radiochirurgie en dose unique, basé sur l'utilisation des rayons gamma émis par des sources radioactives de cobalt 60, a récemment été mis en œuvre. L'appareil permet de traiter des cibles dans le cerveau du patient en administrant une dose très forte de radiations dans une région ultra localisée. On peut ainsi traiter des tumeurs de petite taille, situées dans des régions profondes du cerveau et donc inopérables.

Source : www.chu-lyon.fr/

Données :

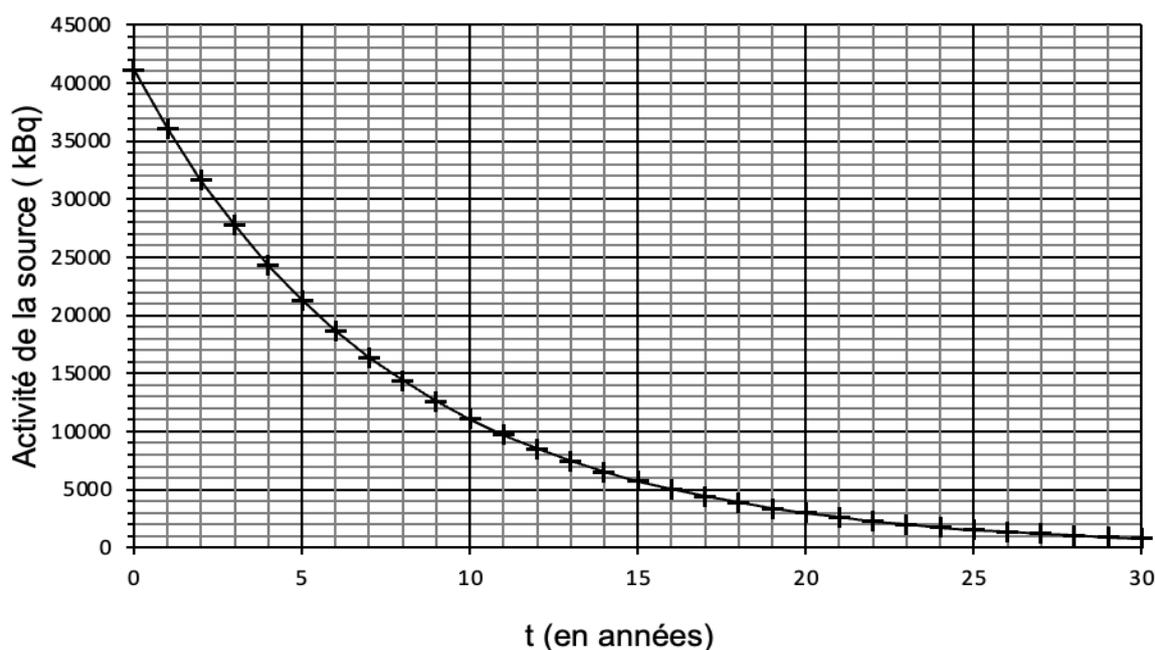
- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.
- Célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- 1 kBq correspond à 1000 désintégrations par seconde.

Le cobalt 60, de symbole ${}^{60}_{27}\text{Co}$ se désintègre pour donner un noyau fils de nickel de symbole ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ selon une désintégration de type β^- .

Q1. Rappeler les différents types de rayonnement radioactif. Préciser la nature de la particule émise lors de la désintégration du ${}^{60}_{27}\text{Co}$ en ${}^{60}_{28}\text{Ni}$.

Le noyau fils ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ issu de cette désintégration est dans un état excité. Il se désexcite en émettant un photon d'énergie $2,13 \times 10^{-13} \text{ J}$.

Q2. Calculer la fréquence, puis la longueur d'onde du rayonnement émis au cours de la désexcitation du ${}^{60}_{28}\text{Ni}$.



Document 1 - Décroissance de l'activité d'un échantillon de cobalt 60

Le traitement des déchets diffère selon la valeur de la demi-vie des éléments radioactifs qu'ils contiennent. Les éléments dont la durée de demi-vie est inférieure à 31 ans peuvent être stockés sur le lieu d'utilisation. On considère qu'au bout d'une durée de 10 demi-vies, l'activité de la source est négligeable.

Le document 1 représente la courbe de décroissance radioactive au cours du temps de l'activité d'un échantillon de cobalt 60 utilisé en milieu hospitalier.

Q3. Définir l'activité d'une source radioactive et déterminer l'activité initiale de l'échantillon de cobalt 60 considéré.

Q4. À l'aide du document 1, déterminer la durée de demi-vie du cobalt 60 en expliquant la méthode.

Q5. Calculer la durée au bout de laquelle on peut considérer que l'activité de l'échantillon est négligeable. Préciser alors si les noyaux de ${}_{27}^{60}\text{Co}$ sont présents dans la nature.