

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Enoncé

Le gallium 68 (^{68}Ga) est un radionucléide émetteur de positons, utilisé dans le marquage de peptides pour l'imagerie tumorale en médecine nucléaire. Il est obtenu à l'aide d'un générateur d'isotope par filiation radioactive à partir du germanium 68 (^{68}Ge). On considère que les conditions d'équilibre séculaire sont satisfaites : constante radioactive du ^{68}Ge négligeable devant celle du ^{68}Ga ($\lambda_1 \ll \lambda_2$).

Données :

- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- masse des atomes : $M(^{68}_{31}\text{Ga}) = 67,927980 \text{ u}$ et $M(^{68}_{30}\text{Zn}) = 67,924848 \text{ u}$
- masse de l'électron : $m_e = 0,511 \text{ MeV}/c^2$
- périodes radioactives : $T_1 = 271 \text{ jours}$ pour ^{68}Ge et $T_2 = 68 \text{ min}$ pour ^{68}Ga

Questions

QUESTION N° 1 :

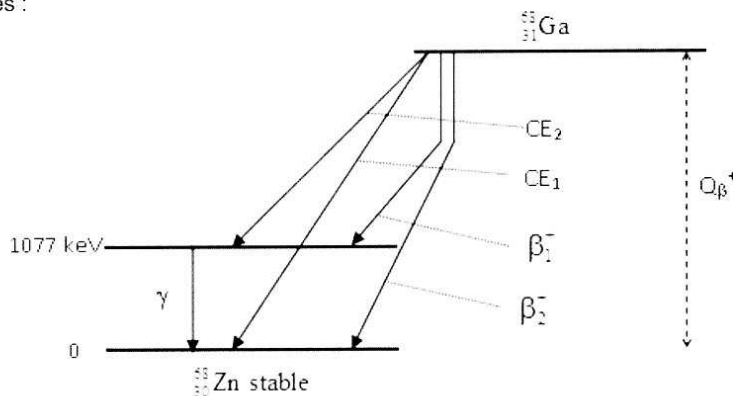
- Le germanium 68 est préparé par bombardement d'une cible par des particules alpha selon la réaction suivante : $^A_Z\text{X} + \alpha \rightarrow ^{68}_{32}\text{Ge} + 2^1_0\text{n}$. Déterminer le nombre de masse A et le numéro atomique Z du noyau X.
- Le germanium 68 se désintègre en gallium 68 par capture électronique dans 100% des cas. Ecrire la réaction de transformation nucléaire en précisant le numéro atomique et le nombre de masse des différents nucléides ainsi que la (les) particule(s) émise(s).

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

QUESTION N° 2 :

Le gallium 68 se désintègre soit par capture électronique (CE), soit par émission β^+ selon le schéma simplifié ci-après :



- Ecrire l'équation de désintégration β_1^+ du ^{68}Ga , en précisant le numéro atomique et le nombre de masse des différents nucléides ainsi que la (les) particule(s) et rayonnement(s) émis.
- Calculer, en MeV, l'énergie Q_{β^+} mise en jeu lors de la désintégration β^+ .
- Calculer, en MeV, l'énergie cinétique maximale $E_{\beta_1^+ \text{max}}$ des positons β_1^+ émis.

QUESTION N° 3 :

La radiopharmacie reçoit un générateur $^{68}\text{Ge} / ^{68}\text{Ga}$ dont l'activité en ^{68}Ge est de 1850 MBq au (t_0) temps initial.

On considère qu'à t_0 , seul ^{68}Ge est présent.

On donne le temps au bout duquel l'activité en ^{68}Ga est maximale $t_M = 14,2$ h.

- Calculer la masse de ^{68}Ge fixée sur la colonne du générateur au temps t_0 .
- Quelle est l'activité maximale théorique en ^{68}Ga qu'il est possible d'éluer au bout d'un intervalle de temps $\Delta t = 14,2$ h ?
- Calculer le rendement d'élution R du générateur (rapport de l'activité en ^{68}Ga réellement éluee à l'activité en ^{68}Ga disponible) si l'activité en ^{68}Ga éluee est de 1200 MBq.
- L'activité en ^{68}Ga au temps t , $A_2(t)$, peut s'exprimer en fonction de l'activité en ^{68}Ge au temps t_0 , A_{10} , par la relation $A_2(t) \approx A_{10} \cdot (1 - e^{-\lambda t})$. Calculer les rendements d'élution en ^{68}Ga , R_1 et R_2 , qu'il est possible d'obtenir au bout d'un intervalle de temps $\Delta t_1 = T_2$ (T_2 étant la période radioactive du ^{68}Ga) et au bout d'un intervalle de temps $\Delta t_2 = 2T_2$?