

GPH-14308 Physique atomique et nucléaire

Série de problèmes II

13 avril 2006

Question 1

Concoctez un système de contrôle continu qui va vous permettre de mesurer l'épaisseur de la feuille d'aluminium qui sort de la lamineuse, de manière à répondre aux exigences suivantes :

- il faut une lecture en une seconde avec une erreur statistique de 1%;
- vous utilisez une source radioactive qui émet des gammas à une énergie choisie telle que l'atténuation est de 50% (exactement) à l'épaisseur nominale de la feuille métallique;
- votre détecteur a une efficacité de 32% à cette énergie de gamma.

Quelle est l'activité requise pour la source?

Question 2

Quel est le taux moyen de la dose déposée dans un tissu mou qui contient 1.2×10^5 Bq de ^{14}C ? Le β du ^{14}C a une énergie maximale de 0.157 MeV.

Question 3

Si le tissu du problème précédent a une densité unitaire et une forme sphérique et que le ^{14}C est distribué uniformément, faites une évaluation de la fraction de l'énergie des β qui s'échappe du tissu.

Question 4

Le noyau ^{15}O émetteur de β^+ est produit dans la réaction $^{15}\text{N} (p,n) ^{15}\text{O}$ à une énergie où la section efficace est de 50 mb. Si la cellule cible de gaz, remplie de ^{15}N , a une épaisseur de 1 cm et est bombardée avec un faisceau de 1 μA de protons, calculez la pression minimale du gaz, aux conditions normales de température et de pression, pour produire 1 MBq de ^{15}O .

Question 5

Soit un traitement de radiothérapie d'une tumeur au centre du cerveau par des gammas dans 4 directions à 90° (dans le même plan) : nous assumons (par simplicité) que la dose aux tissus (sains ou tumeur) décroît exponentiellement avec la profondeur x comme $\exp(-\mu_{\text{en}}x)$, où μ_{en} est un coefficient de dépôt d'énergie relié, mais non le même, au coefficient d'atténuation μ .

Montrez qu'il est mieux d'utiliser une radiation pénétrante pour traiter des tumeurs en profondeur. Pour y arriver, considérez deux énergies avec des valeurs différentes de μ_{en} : 0.2 et 0.1 cm^{-1} , et estimez les doses, relativement à celle donnée à la tumeur, en des points A et B à mi-chemin entre la surface du cerveau (rayon de 9 cm) et son centre (sur même diamètre).

Question 6

Cinquante pourcent (50%) des cellules dans un morceau de tissu survivent après avoir été irradiées par 10 fractions égales, à des intervalles en temps suffisamment grands pour permettre aux cellules de récupérer. Calculez la fraction de survie si la dose totale avait été donnée en une seule exposition. Supposez que la probabilité de survie des cellules est donnée par l'équation suivante :

$$P = (1 + \mu) \exp(-\mu) \quad (\text{statistique de Poisson}).$$

On détermine μ par une méthode graphique ou par une méthode d'essai et d'erreur.