ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2014

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

14-PH-B1 PHYSIQUE DU RAYONNEMENT

NB : UTILISEZ LES DONNÉES DE LA SECTION « INFORMATIONS UTILES » À LA FIN DU QUESTIONNAIRE

Problème 1. (15%)

Le carbone 14, au taux de 1.4×10^{15} Bq/année, est produit de façon naturelle par l'interaction des rayons cosmiques avec l'azote de l'atmosphère, selon la réaction $^{14}N + n \rightarrow p + {}^{14}C$. Étant donné que la demi-vie du ^{14}C est de 5700 années, quel est l'inventaire global du ^{14}C ?

Problème 2. (20%)

Étant donné que la section efficace microscopique du Bore-10 est $\sigma_0 = 4050$ barns à la vitesse de référence v_0, déterminez la sensibilité, en fonction de la pression de Hg (en cm) pour l'intervalle $40 \leq p \leq 100$, d'un détecteur de neutrons dont le volume est de 100 cm^3 et qui est rempli de $B^{10}F_3$ enrichi à 96%,?

Supposez que les neutrons thermiques ont leur énergie distribuée selon la distribution de Maxwell-Boltzman, pour laquelle le rapport des vitesses est de $\frac{\bar{v}}{v_0} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} = 1.128$ et que la section efficace du Bore-10 varie selon $\sigma(v) = \frac{1}{v}\sigma_0$.

Problème 3. (20%)

On détermine que l'apport d'iode à la thyroïde d'un patient atteint d'un cancer de la thyroïde est de 50%. Quelle quantité d' ^{131}I en Bq (demi-vie de 13 heures) faut-il injecter pour livrer une dose de 15 grays en 3 jours à sa thyroïde, dont la masse est de 30g ?

Problème 4. (20%)

Un premier échantillon d'eau d'une rivière est recueilli à la décharge d'un laboratoire de radio-isotopes, tandis qu'un deuxième est recueilli en amont de la décharge. Chaque échantillon est compté pendant 10 minutes, et l'on trouve 225 cpm pour le premier, et 210 cpm pour le

deuxième. Avec un niveau de confiance de 99%, l'eau du premier échantillon est-elle plus radioactive que celle du deuxième ?

Problème 5. (25%)

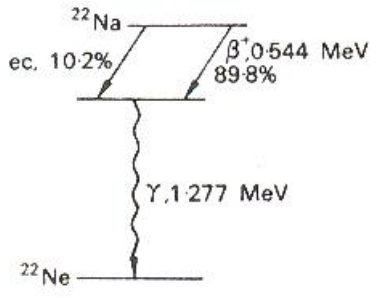
Un travailleur pesant 70kg ingère accidentellement de l'Iode-131. Deux jours plus tard, sa glande thyroïde contient 2×10^4 Bq. On mesure sa charge corporelle sur une période de 2 mois. La fonction de rétention suivante de l'ICRP sera utilisée:

$$R(t)=0.7\exp(-\frac{0.693}{0.35}t)+0.3\exp(-\frac{0.693}{100.}t)\ \text{MBq.}$$

Calculez :

a) l'activité initiale déposée dans la thyroïde

b) la dose commise à la thyroïde résultant de l'accident

Informations utiles

1 eV = 1.6×10^{-19} Joule.
Masse du neutron = 939,5653 MeV
Vitesse de la lumière 299,792,458 m/sec
I-131 : beta-gamma, 0.23MeV/transformation, $T_{1/2}^{R}$ = 8 jours.