

Université MSB Jijel
Faculté des Sciences Exactes et Informatique
Département de Physique
TD2 de Dosimétrie des RI

Exercice 01

- a) A quelle activité en Ci et en Bq correspond 1 g de ^{226}Ra sachant que la période radioactive est $T = 1583$ ans ?
- b) L'iode ^{131}I est un produit de fission, il est extrait des barreaux d'uranium ayant servi dans les réacteurs nucléaires. Sa période est de 8 jours. Quelle est l'activité en Bq et en Ci de 2 mg de ^{131}I au moment de son extraction ? Au bout de combien de jours, cette activité sera-t-elle égale à 0.1 % de l'activité initiale ?
- c) Soit un radio-isotope de période $T = 15$ jours et d'activité initiale de 4 MBq. Quelle sera son activité au bout de 1 mois et 3 mois.
- d) Calculer la masse de deux sources radioactives ayant chacune une activité de 37 MBq sachant que l'une est ^{124}I ($T = 4.2$ jours) et l'autre du ^{133}Ba ($T = 10.7$ ans).
- e) Dans un service manipulant des radio-isotopes, on reçoit, le mercredi à 14 heures, un radioélément d'activité égale à 37000 Bq/mL. La période de cet émetteur β^- est de 12 heures. Calculer son activité spécifique le lundi à 9 heures de la semaine suivante.

Exercice 02

Un noyau X émet une particule α de 6 MeV. Le noyau X' formé instable émet également une particule β^- de 2 MeV. Le noyau résiduel X'' a pour nombre de masse $A = 214$ et pour numéro atomique $Z = 83$

- a) Identifier les noyaux père X et fils X'
- b) Calculer l'énergie cinétique du noyau de recul X'
- c) Quelles sont les vitesses initiales des particules α et β^- en prenant pour unité la célérité de la lumière ?

On donne les équivalents énergétiques des masses au repos :

$$m_0 e c^2 = 0.511 \text{ MeV}$$

$$m_0 \alpha c^2 = 3727 \text{ MeV}$$

Exercice 03

- a) Déterminez le parcours des rayonnements α de 4.5 MeV dans l'air et dans l'eau. On donne la densité de l'air : $1.3 \cdot 10^{-3}$
- b) Déterminez le parcours des rayonnements β du ^{32}P ($E_{\beta\text{max}} = 1710 \text{ keV}$) dans le verre de densité $d = 2.4$
- c) Déterminez le parcours des rayonnements β du ^3H ($E_{\beta\text{max}} = 17 \text{ keV}$) et du ^{14}C ($E_{\beta\text{max}} = 157 \text{ keV}$) dans le plastique de densité $d = 1.2$

Exercice 04

1) Une source émettrice de gamma d'énergie 1 MeV fournit à 2 m un débit de dose de 10 Gy/mn. Sa période est de 5 ans.

2) Au bout de quelle durée donnera-t-elle le même débit de dose mais à 1 m ?

3) A cette époque, quel serait le débit de dose à la distance de 2 m ?

Un dosimètre situé à 1 m mesure le 1er octobre 2015 un débit de dose de 50 Gy/mn en présence d'un écran de plomb de 6 mm d'épaisseur égale à une C.D.A.

1) Quelle épaisseur de Pb faut-il interposer pour garder le même débit de dose à la même distance le 1er octobre 2022 ?

2) Où faut-il placer l'objet à irradier pour qu'il reçoive, sans écran, la même exposition 50 Gy/mn le 1er octobre 2022 ?

3) Comment varie la dose en fonction de :

- la durée d'exposition,
- la distance source-objet à irradier ?
- l'épaisseur x de l'écran ?
- la période de la source radioactive ?

Exercice 05

Un faisceau parallèle d'électrons mono énergétiques d'énergie $E_e = 2 \text{ MeV}$ est émis par un accélérateur de particules.

1°) Quelle est la fluence Φ d'électrons qui produira une dose absorbée de 1 mGy dans l'air (en e.cm^{-2}) ?

2°) Quel sera le débit de fluence $\dot{\Phi}$ qui produira un débit de dose absorbée de $0,1 \text{ mGy.h}^{-1}$ dans l'eau (en $\text{e.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ?

On donne $\left(\frac{S}{\rho}\right)_{\text{air}} = 1,71 \text{ MeV.cm}^2.\text{g}^{-1}$ et $\left(\frac{S}{\rho}\right)_{\text{eau}} = 1,89 \text{ MeV.cm}^2.\text{g}^{-1}$

Exercice 06

Calculer le débit de dose au contact de la peau pour une personne qui serait contaminée avec une source de phosphore 32 sur 1 cm^2 à raison de 1000 Bq.

On donne :

$$E_{\text{max}} = 1710 \text{ keV} \quad I = 100 \% \text{ ce qui donne } E_{\text{moyen}} = 570 \text{ keV}$$

$$\frac{S}{\rho}$$

$$\rho_{\text{tissus}} = 1,96 \text{ MeV.cm}^2.\text{g}^{-1}$$

Exercice 07

On appelle ionisation spécifique $I_s = \frac{dI}{dx}$ ou densité d'ionisation linéaire (DIL) le nombre de paires d'ions créés par unité de longueur parcourue par une particule

chargée d'énergie E_0 et l'ionisation totale I_t le nombre total de paires d'ions créés le long de son parcours x_0 . L'énergie moyenne d'ionisation est l'énergie nécessaire pour créer une paire d'ions : $\bar{\omega} = \frac{dE}{dI} = \frac{E_0}{I_t}$. Elle englobe l'ionisation proprement dite $\bar{\omega}_i$ et l'excitation $\bar{\omega}_{ex}$.

Si l'absorbant est l'air, on obtient expérimentalement $\bar{\omega}_i = 16 \text{ eV}$ et $\bar{\omega}_{ex} = 17 \text{ eV}$.

Pour la dosimétrie des rayonnements directement ionisants, on fait appel à la notion de transfert linéique d'énergie (TLE). Cette grandeur représente l'énergie cédée par le rayonnement par unité de longueur : $TLE = \frac{dE}{dx} = \bar{\omega} \cdot I_s$

Applications :

- a) Calculer le TLE en MeV/cm et en J/m dans l'air de particules d'énergie cinétique 1200 KeV, sachant que l'ionisation spécifique est de 40000 ionisations par cm. En déduire le parcours moyen exprimé en cm.
- b) L'énergie nécessaire pour créer une paire d'ions dans le silicium est de l'ordre de 3,6 eV.
 - 1) Calculer le nombre d'ionisations créées par une particule de 5,2 MeV, dans l'air et dans le Silicium.
 - 2) Sachant que cette particule crée en moyenne dans l'air 3000 paires d'ions/mm et qu'un rayonnement β^- de 1 MeV crée 45 paires d'ions par cm dans l'air, calculer leurs parcours moyens respectifs en cm.
- c) On veut déterminer l'activité d'une source d' ^{241}Am , émetteur α d'énergie 5.48 MeV à l'aide d'une chambre d'ionisation rempli d'air. Le courant mesuré est $I = 94 \text{ nA}$.
 - 1) Quelle est l'activité de la source ?
 - 2) Au bout de combien de temps cette activité sera-t-elle égale à 3.7 Bq sachant que la période de ^{241}Am est 485 ans.
- d) Une source diode ^{131}I (émetteur β et γ) d'activité $A = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$, considérée comme ponctuelle est placée à 5 cm d'une chambre d'ionisation rempli d'air dont la surface d'exposition est $S = 314 \text{ mm}^2$. Un écran e1, placé tout contre arrête les rayons β sans atténué le faisceau γ .
 - 1) Quel est le flux \dot{N}_0 de photons arrivant à la chambre d'ionisation ?
 - 2) Le courant mesuré dans la chambre pour \dot{N}_0 correspond à $4 \cdot 10^{13}$ ionisations par seconde, déterminer l'énergie d'un photon émis par ^{131}I .
- e) En maintenant l'écran e1 contre la source, on interpose entre la source et la chambre d'ionisation un écran e2 de plomb d'épaisseur $x = 5 \text{ mm}$. Soit \dot{N} le flux de photons arrivant sur la chambre. Sachant que l'épaisseur moitié $x_{1/2}$ du plomb vis-à-vis du rayonnement γ de ^{131}I est 2,5 mm, quelle est la valeur de $\frac{\dot{N}}{\dot{N}_0}$? En déduire le nombre d'ionisation par seconde dans la chambre.