

TD 02 : Interaction des particule avec la matière

TD Radiobiologie Radioprotection

Dr. Lezzar

Table des matières



I - Exercice : Transfert d'énergie linéique	3
II - Exercice : Densité d'ionisation linéaire	4
III - Exercice : Parcours moyen	5
IV - Exercice : Parcours moyen	6
V - Exercice : Transfert linéique d'énergie	7
VI - Exercice : Transfert d'énergie linéique	8
Solutions des exercices	9

Exercice : Transfert d'énergie linéique



On considère un rayonnement d'énergie cinétique égale à 1.2 MeV traversant de l'air.

Question

[solution n°1 p.9]

1. Calculer le TLE de ce rayonnement sachant que son ionisation spécifique est de $5 \cdot 10^4$ ionisation/cm.
2. Quel est alors le parcours de ce rayonnement ?

Exercice : Densité d'ionisation linéaire



On considère une particule d'énergie 6.8 MeV

Question

[solution n°2 p.9]

1. Sachant que la création d'une paire d'ion dans l'air nécessite une énergie moyenne de 34 eV quel est le nombre totale d'ionisation crée dans l'air par cette particule ?
2. Même question pour le silicium ($\omega = 3.4$ eV)
3. Sachant que cette particule crée en moyenne 4000 ion par mm est qu'une particule β^- de 1 MeV en crée 4500 ionisation par cm dans l'air, calculer leur parcours moyens respectifs.

Exercice : Parcours moyen



Une particule de 5 MeV a un TLE moyen de 100 keV/mm dans l'eau

Question

[solution n°3 p.9]

1. Quelle est son parcours moyen en cm ?
2. Calculer l'ionisation spécifique en considérant que la création d'une paire d'ions dans l'eau nécessite une énergie moyenne de 45 eV.

Exercice : Parcours moyen



IV

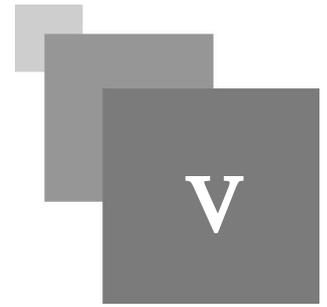
Un rayonnement α de 9 MeV a un parcours moyen de 50 μm dans l'eau.

Question

[solution n°4 p.9]

1. En considérant que la formation d'une paire d'ions dans l'eau nécessite 45 eV, calculer le TLE moyen en MeV/mm de ce rayonnement.
2. Quelle est la distance moyenne d entre les paires d'ion créés ?

Exercice : Transfert linéique d'énergie



On considère deux rayonnement de nature différentes mais de même énergie entrant en interaction avec un même milieu matériel.

Question

[solution n°5 p.9]

Que vaut le rapport de leur TLE si les deux rayonnement sont :

β et α ?

α et proton ?

Exercice : Transfert d'énergie linéique



VI

Une particule α est absorbée par un noyau d'Aluminium qui perd alors un neutron.

Question

[solution n°6 p.9]

1. Écrire l'équation de la réaction en précisant la nature du noyau formé.
2. On mesure que les neutrons émis peuvent parcourir 91 cm dans l'air. Sachant que des neutrons de 4 MeV parcourent 27 cm dans l'aire, calculer l'énergie cinétique des neutrons émis.

Solutions des exercices

> Solution n°1

Exercice p. 3

1. $TLE = \omega_{\text{air}} * I_s = 34 * 5 * 10^4 = 1.7 * 10^6 \text{ eV / cm} = 1.7 \text{ MeV / cm}.$
2. $TLE = \Delta E / \Delta x$, ou Δx représente le parcours moyen (en cm) du rayonnement d'énergie ΔE dans le milieu, soit : $\Delta x = \Delta E / TEL = 0.7 \text{ cm}.$

> Solution n°2

Exercice p. 4

1. $I_t = E_0 / \omega = 6.8 * 10^6 / 34 = 2 * 10^5 \text{ ionisation}.$
2. $I_t = E_0 / \omega = 6.8 * 10^6 / 3.4 = 2 * 10^6 \text{ ionisation}.$
3. $\Delta x_{\text{particule}} = I_t / I_s = 2 * 10^5 / 4000 = 50 \text{ mm},$
 $\Delta x_{\beta^-} = E_0 / (\omega * I_s) = 10^6 / (4500 * 34) = 6.53 \text{ cm}$

> Solution n°3

Exercice p. 5

1. $\Delta x = \Delta E / TLE = 5 / 0.1 = 50 \text{ mm} = 5 \text{ cm}$
2. $I_s = TEL / \omega = 100 * 10^3 / 45 = 2222 \text{ ionisation / mm}$

> Solution n°4

Exercice p. 6

1. $TEL = \Delta E / \Delta x = 9 / 50 * 10^{-3} = 180 \text{ MeV / mm}$
2. L'ionisation spécifique vaut : $I_s = TEL / \omega = 180 * 10^6 / 45 = 4 * 10^6 \text{ ion / mm}$
3. $d = l / I_s = 1 / 4 * 10^6 = 2.5 * 10^{-7} \text{ mm} = 2.5 \text{ \AA}$

> Solution n°5

Exercice p. 7

On sait que $TLE = \frac{K * Z_{\text{particule}}^2}{v^2} * n * Z_{\text{cible}}$ d'ou : $\frac{TLE_{\alpha}}{TLE_{\beta}} = \frac{Z_{\alpha}}{Z_{\beta}} * \frac{v_{\beta}^2}{v_{\alpha}^2}$

Or, L'énergie cinétique des particule est définie par : $E = 1/2 * m * v^2$

1. $\frac{TLE_{\alpha}}{TLE_{\beta}} = \left(\frac{Z_{\alpha}}{Z_{\beta}}\right)^2 * \left(\frac{m_{\alpha}}{m_{\beta}}\right)^2 = \left(\frac{2}{-1}\right)^2 * \left(\frac{4 \text{ uma}}{5,5 * 10^{-5} \text{ uma}}\right) \approx 2,9 * 10^4$
2. $\frac{TLE_{\alpha}}{TLE_p} = \left(\frac{Z_{\alpha}}{Z_p}\right)^2 * \left(\frac{m_{\alpha}}{m_p}\right)^2 = \left(\frac{2}{1}\right)^2 * \left(\frac{4 \text{ uma}}{1,0073 \text{ uma}}\right) \approx 15,9$

> **Solution n°6**

Exercice p. 8

1. La réaction mise en jeu est : ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{15}\text{P} + {}^1_0\text{n}$

2. Par définition, $TLE = E_1 / \Delta x_1 = E_2 / \Delta x_2$ d'où :

$$E_2 = E_1 * (\Delta x_2 / \Delta x_1) = 4 * (91 / 27) = 13.48 \text{ MeV}$$