



Université d'Ibn Khaldoun

Année Universitaire :2023/2024

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Annexe de Médecine)

Matière : BIOPHYSIQUE

*Corrigé du TD Rayonnement et Radioactivité*

**Exercice 1 :**

1. Quelle est la combinaison juste :
  - 1) Toutes les ondes électromagnétiques ne sont pas visibles par l'homme
  - 2) Dans l'effet Compton, l'électron peut être éjecté en arrière.
  - 3) Par définition, l'électronvolt(eV) correspond à l'énergie potentielle acquise par un électron lorsqu'il est soumis à une différence de potentiel de 1 Volt.
  - 4) L'énergie d'un photon varie de façon proportionnelle par rapport à sa fréquence.
  - 5) la quantité de mouvement d'une particule matérielle varie de façon proportionnelle par rapport à sa vitesse.

A) 1,2,5  
B) 1,2,3  
C) 2,3,4  
✓ D) 3,4,5
2. Une onde électromagnétique de longueur d'onde  $2480\text{Å}$ , se propage dans le vide avec une vitesse (en m/s) de :
  - a)  $5 \cdot 10^8$
  - b)  $2,48 \cdot 10^8$
  - ✓ c)  $3 \cdot 10^8$
  - d) Toutes les réponses sont fausses.
3. Son énergie en Joule est :
  - a)  $5 \cdot 10^{-20}$
  - b)  $5 \cdot 10^{-19}$
  - ✓ c)  $8 \cdot 10^{-19}$
  - d) Toutes les réponses sont fausses.

$(E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2480 \cdot 10^{-10}} = 8,02 \cdot 10^{-19} \text{J})$
4. Son énergie en eV est :
  - a) 12,4

✓ b)5

c)24,48

d) Toutes les réponses sont fausses.

$$(E = \frac{8,02 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,0125 eV)$$

5. Quelle radiation électromagnétique a la plus forte fréquence et énergie :

A. Les rayons X

✓ B. Les rayons gamma

C. les micro-ondes

D. le rayonnement ultraviolet

6. Le nombre de neutrons dans un atome peut être déterminé en :

A. ajoutant le nombre de masse au numéro atomique

B. soustrayant le nombre de masse du numéro atomique

✓ C. soustrayant le numéro atomique au nombre de masse

D. ajoutant le nombre de protons au nombre d'électrons

7. Comment peut-on différencier les différents isotopes d'un même élément ?

✓ A. par le nombre de masse

B. par le numéro atomique

C. par le nombre de protons

D. par le nombre d'électrons

8. Un isotope du polonium a 128 neutrons.

Tous les isotopes du polonium devraient avoir :

✓ A. 84 protons

B. 128 protons

C. 84 neutrons

D. 128 neutrons

9. Combien y a-t-il de protons, neutrons et électrons dans le calcium-42 ?

✓ A. 20 protons, 22 neutrons, 20 électrons

B. 20 protons, 20 neutrons, 22 électrons

C. 22 protons, 22 neutrons, 20 électrons

D. 22 protons, 20 neutrons, 20 électrons

10. Donne la définition des termes suivants :

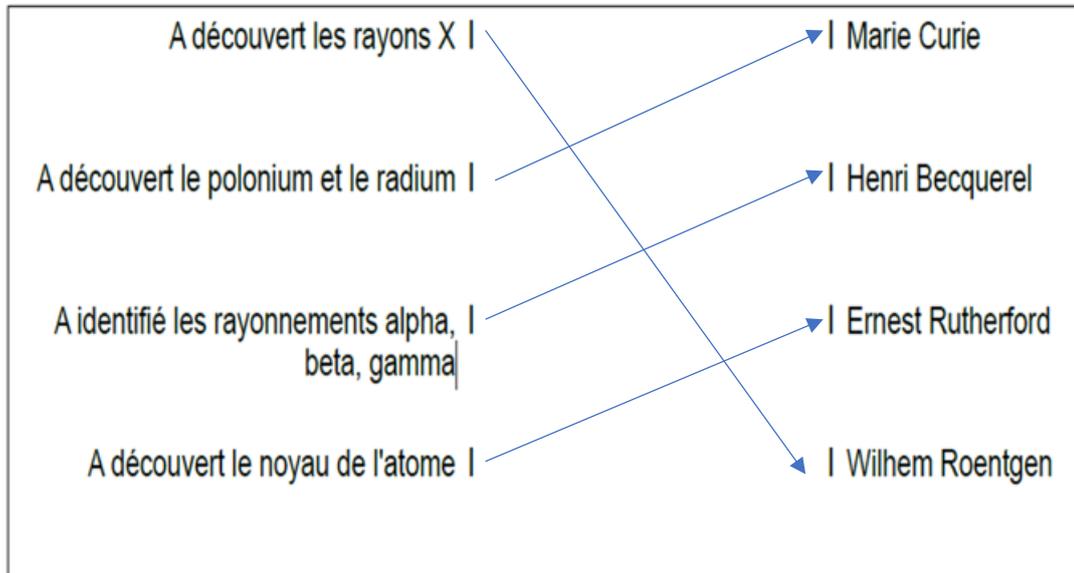
a) demi-vie : **est le temps nécessaire pour que la moitié de la substance radioactive se désintègre**

b) courbe de désintégration :

c) isotope père :

d) isotope fils :

11. Relie les découvertes avec le scientifique concerné :



12. La datation au carbone peut être utilisée pour déterminer l'âge :

I.	Un échantillon minéral
II.	Un fossile végétal
III.	Un squelette animal

- A. I et II seulement
- B. I et III seulement
- ✓ C. II et III seulement
- D. I, II et III

### Exercice 2 :

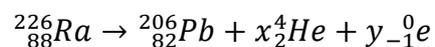
On considère la famille radioactive dont le nucléaire père est l'Uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et le nucléaire final stable, le plomb  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ .

Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  est un nucléide de cette famille qui, à la suite de désintégration de type  $\alpha$  et de  $\beta^-$

Quels sont les nombres de désintégrations de type  $\alpha$  et  $\beta^-$  permettant de passer du noyau

Sol d'exercice 2 :

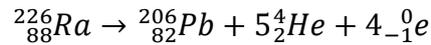
L'équation globale de la transformation du radium s'écrit :



$$\text{Conservation de } A : 226 = 206 + x4 \Rightarrow x = 5$$

$$\text{Conservation de } Z: 88 = 82 + 5 \cdot 2 - y \Rightarrow y = 4$$

D'où



**Exercice 3 :**

Un échantillon contient 1012 noyaux radioactifs de  ${}^{206}\text{Tl}$  (Thallium) de cte radioactive  $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

- Calculer le nombre de noyaux de  ${}^{206}\text{Tl}$  après 10 minutes
- En déduire le nombre de noyaux désintégrés

**Sol d'exercice 3 :**

$$\text{a) } N = N_0 e^{-\lambda t} = 10^{12} \cdot e^{-2,7 \cdot 10^{-3} \cdot (10 \cdot 60)} = 1,98 \cdot 10^{11} \text{ noyaux}$$

$$\text{b) } N_d = N_0 - N = 10^{12} - 1,98 \cdot 10^{11} = 8 \cdot 10^{11} \text{ noyaux}$$

**Exercice 4 :**

Un échantillon contient 5mg du  ${}^{14}\text{C}$  de cte radioactive  $1,21 \cdot 10^{-4} \text{ ans}^{-1}$

- Calculer le nombre de noyaux de carbone présents dans l'échantillon.
- En déduire le nombre des noyaux désintégrés après 1000 ans. On donne  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

**Sol d'exercice 4 :**

$$\text{a) } 1 \text{ noyau de carbone} \rightarrow 14 \text{ u} = 14 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 23,24 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$N_0 = ? \rightarrow 5 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$\text{Alors } N_0 = 2,15 \cdot 10^{20} \text{ noyaux de } {}^{14}\text{C}$$

$$\text{b) } N = N_0 e^{-\lambda t} = 2,15 \cdot 10^{20} \cdot e^{-1,21 \cdot 10^{-4} \cdot (1000)} = 1,9 \cdot 10^{20} \text{ noyaux}$$

$$N_d = N_0 - N = 2,15 \cdot 10^{20} - 1,9 \cdot 10^{20} = 2,5 \cdot 10^{19} \text{ noyaux}$$

**Exercice 5 :**

La constante radioactive de  ${}^7\text{Be}$  (Béryllium) est  $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ jours}^{-1}$

Déterminer après combien de temps

- Le nombre de  ${}^7\text{Be}$  présents dans l'échantillon se réduit au tiers
- Le nombre de  ${}^7\text{Be}$  désintégrés est le tiers du nombre de noyaux de  ${}^7\text{Be}$  initialement présent dans l'échantillon

**Sol d'exercice 5 :**

$$a) N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{3}$$

$$t = \frac{-\ln 3}{\lambda} = 84,5 \text{ jours}$$

$$b) N_d = N_0 - N \Rightarrow N = N_0 - N_d = N_0 - \frac{N_0}{3} = \frac{2}{3} N_0$$

$$t = \frac{-\ln \frac{2}{3}}{\lambda} = 31,2 \text{ jours}$$

**Exercice 6 :**

Calculer l'activité moyenne d'un échantillon qui produit  $5 \cdot 10^{15}$  désintégrations pendant 3 heures.

**Sol d'exercice 6 :**

$$A = \frac{N_d}{\Delta t} = \frac{5 \cdot 10^{15}}{3} = 1,67 \cdot 10^{15} \text{ désin/h} = 4,23 \cdot 10^{11} \text{ Bq}$$

**Exercice 7 :**

Calculer l'activité d'un échantillon contenant  $10^{26}$  noyaux radioactifs de cte radioactive  $2 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$

**Sol d'exercice 7 :**

$$A = \lambda N = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{26} = 2 \cdot 10^{24} \text{ désin/h}$$

$$A = \frac{2 \cdot 10^{24}}{3600} = 5,55 \cdot 10^{20} \text{ désin/s} = 5,55 \cdot 10^{20} \text{ Bq}$$

**Exercice 8:**

Calculer le nombre de noyaux présents dans un échantillon qui a une activité 1000Bq, et de cte radioactive  $0,1 \text{ min}^{-1}$

**Sol d'exercice 8:**

$$A = \lambda N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = 6 \cdot 10^5 \text{ noyaux}$$

**Exercice 9 :**

La constante radioactive d'un noyau est  $5 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$

- a) Calculer T  
 b) Le nombre de noyau qui se trouve dans un échantillon à  $t=5T$  est  $2 \cdot 10^{20}$   
 Calculer le nombre de noyaux présents à  $t_0=0$

**Sol d'exercice 9.**

$$t = \frac{-\ln 2}{\lambda} = 13,86 \text{ min}$$

$$t = 5T \Rightarrow \frac{N_0}{32} = 2 \cdot 10^{20}$$

D'où  $N_0 = 64 \cdot 10^{20} \text{ noyaux}$

**Exercice 10 .**

Un échantillon contient à  $t_0=0$ , 14g de  ${}^7\text{Be}$  (Béryllium) de période 53,4 jours.

- a) Déterminer l'activité de l'échantillon  
 b) Calculer le nombre de noyaux désintégrés à  $t=2\text{min}$ , on donne  $N_A=6 \cdot 10^{23}$ .

**Sol d'exercice 10.**

$$\text{a) } \frac{m_0}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{14 \cdot 6 \cdot 10^{26}}{7} = 1,2 \cdot 10^{24} \text{ noyaux} \quad A = \lambda N_0 = 1,8 \cdot 10^{17} \text{ Bq}$$

$$\text{b) } N_d = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}) = 2,16 \cdot 10^{-19} \text{ noyaux}$$

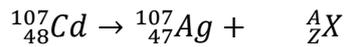
**Exercice 11.**

Un laboratoire reçoit un échantillon de 1mg de cadmium  ${}^{107}_{48}\text{Cd}$  radioactif, de demi-vie  $T=6\text{h}42\text{min}$ . Il se désintègre en  ${}^{107}_{44}\text{Ag}$  avec émission d'une particule chargée.

1. Ecrire l'équation de désintégration sachant que la désintégration de cadmium s'accompagne de l'émission d'un rayonnement. De quel type de radioactivité s'agit-il ? Expliquer le rayonnement émis.
2. Définir la constante radioactive et calculer sa valeur.
3. Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux présents au moment de la réception de l'échantillon
  - a) Donner l'expression de l'activité à la date  $t$  d'un échantillon radioactif contenant  $N(t)$  noyaux.
  - b) Calculer l'activité de cet échantillon étudié à la date  $t=0$
  - c) calculer la durée au bout de laquelle l'activité aura diminué des trois quarts

**Sol d'exercice 11.**

1. L'équation globale de la transformation du Cadmium s'écrit :



$$\text{Conservation de } A : 107 = 107 + A \Rightarrow A = 0$$

$$\text{Conservation de } Z : 48 = 47 + Z \Rightarrow Z = +1$$

$$\text{D'où } {}^{107}_{48}\text{Cd} \rightarrow {}^{107}_{47}\text{Ag} + {}^0_{+1}\text{e} \text{ Type } \beta^+$$

L'argent Ag sous sa forme excitée, il doit se désexciter en émettant des rayonnements gamma suivant l'équation :  ${}^{107}_{48}\text{Cd} \rightarrow {}^{107}_{47}\text{Ag} + \gamma$

2. Constante Radioactive : est une constante qui caractérise l'élément radioactif, et a une dimension de l'inverse d'un temps.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{6.3600 + 42.60} = 2,87 \cdot 10^{-5} \text{s}^{-1}$$

$$N_0 = \frac{m_0}{M} N_A = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{107} 6,02 \cdot 10^{23} = 5,63 \cdot 10^8 \text{noyaux}$$

3)

$$\text{a) } A = -\frac{dN(t)}{dt} = -\frac{dN_0 e^{-\lambda t}}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N(t)$$

$$\text{b) } A_0 = \lambda N_0 = 1,62 \cdot 10^{14} \text{Bq}$$

$$\text{c) } A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = \frac{3}{4} A_0$$

$$t = -\frac{\ln \frac{3}{4}}{\lambda} = 10024 \text{s} = 2\text{h}47\text{min}2\text{s}$$