

## Le noyau atomique et la Radioactivité

---

### Exercice 1

Un noyau de beryllium 10 a une masse de 10,0113 u. L'isotope 10 est noté  ${}^{10}_4\text{Be}$ . La masse d'un neutron est  $m_n = 1,0866$  u, celle du proton  $m_p = 1,00727$  u.

1. Calculer en unité de masse atomique u, la masse théorique du noyau.
2. En déduire le défaut de masse.
3. En appliquant la relation d'Einstein, calculer en MeV l'énergie moyenne de liaison par nucléon du beryllium 10.

Données :  $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg ;  $1\text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$  J ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup>

---

### Exercice 2 : Datation au carbone 14 (Bac 2001)

Le carbone ( $Z = 6$ ) possède, entre autres, deux isotopes de nombre de masse 12 et 14.

1. Donner la composition de chacun des noyaux.
2. La réaction d'un neutron sur un noyau d'azote  ${}^{14}_7\text{N}$  donne naissance à du carbone 14 et à une autre particule X.
  - 2.1. Écrire l'équation de cette réaction nucléaire en rappelant les lois de conservation.
  - 2.2. Identifier la particule X.
3. Le carbone 14 est radioactif  $\beta^-$  de période  $T = 5570$  ans.
  - 3.1. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du carbone 14 en précisant la nature de la particule  $\beta^-$  et en identifiant le noyau fils.
  - 3.2. On appelle  $N$  le nombre de noyaux non désintégrés à l'instant  $t$ ,  $N_0$  étant le nombre de noyaux initial, à l'instant  $t = 0$ .  
Établir l'expression littérale de la loi de décroissance radioactive  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  ( $\lambda$  est la constante radioactive).
  - 3.3. Donner la définition de la période  $T$  d'un élément radioactif. Exprimer la période radioactive  $T$  en fonction de  $\lambda$ .
  - 3.4. Le carbone 14 est assimilé comme le carbone 12 par les organismes vivants. Pendant toute leur vie, la proportion de carbone 14 reste constante. A leur mort, la quantité de carbone 14 décroît par radioactivité. Il est alors possible de déterminer la date de la mort en mesurant la quantité de carbone 14 restant dans l'échantillon à étudier et en le comparant à la quantité de carbone 14 présent dans un échantillon de même nature, mais vivant.  
Dans un échantillon de bois ancien, mort, on constate que la teneur en carbone 14 est 8 fois plus faible que dans un échantillon de bois vivant de même masse.  
Déterminer l'âge de ce morceau de bois.

---

### Exercice 3

On considère la famille radioactive dont le nucléide père est l'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et le nucléide final, le plomb  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Le radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  est un nucléide de cette famille qui à la suite de désintégrations  $\alpha$ ,  $\beta^-$  conduit au plomb  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ .

1. Donner l'équation générale de la radioactivité  $\alpha$ . En utilisant des éléments notés ci-après écrire l'équation d'une désintégration de ce type.

Eléments :  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ,  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ,  ${}^{210}_{84}\text{Po}$ ,  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$

2. Donner l'équation générale de la radioactivité  $\beta^-$ .

---

#### Exercice 4: L'élément hydrogène et ses isotopes

L'élément hydrogène a trois isotopes : l'hydrogène  $^1\text{H}$ , le deutérium  $^2\text{H}$ , le tritium  $^3\text{H}$ .

1. Donner la composition du noyau et la configuration électronique des atomes correspondants.
2. Le tritium est radioactif. C'est un émetteur  $\beta^-$  dont la période radioactive est 12,5 ans.
  - 2.1. Ecrire l'équation de désintégration du noyau de tritium en précisant la nature de la particule  $\beta^-$  en identifiant le noyau fils parmi les éléments suivants :  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{He}$ ,  $^3\text{Li}$ .
  - 2.2. Donner la définition de la période radioactive.
  - 2.3. Le tritium se forme dans l'atmosphère : sa teneur est la même dans l'atmosphère que dans les eaux de pluie. Dans l'eau d'une nappe phréatique, la teneur en tritium est quatre fois plus faible que dans les eaux de pluie. Evaluer le temps de renouvellement de cette nappe phréatique.

---

#### Exercice 5 : Radioactivité de l'iode (bac 2004)

L'isotope 131 de l'iode a une période radioactive (ou demi-vie)  $T = 8,0$  jours. Il subit une désintégration radioactive de type  $\beta^-$ .

La loi de désintégration radioactive est :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  où  $N$  désigne le nombre de noyaux d'iode 131 à l'instant  $t$  et  $N_0$  le nombre de noyaux d'iode à l'instant initial.

1. Définir l'émission  $\beta^-$ .
2. Écrire l'équation de la réaction de désintégration radioactive du noyau d'iode 131, en rappelant les lois utilisées ; indiquer la nature du noyau fils.
3. Loi de désintégration radioactive.
  - 3.1. Définir la période  $T$  (ou demi-vie) d'un échantillon radioactif.
  - 3.2. À partir de la définition précédente, exprimer  $\lambda$ , constante radioactive, en fonction de  $T$ .
  - 3.3. Calculer  $\lambda$ , en précisant l'unité.
4. L'activité  $A$  d'un échantillon est le nombre de désintégrations enregistrées, pendant une seconde.

L'activité  $A$  s'exprime en becquerel, Bq.

L'activité d'un échantillon E d'iode 131 est de 420 Bq le 10 juin 2004 à 11 h.

- 4.1. Déterminer l'activité de l'échantillon E le 2 juin 2004 à 11 h.
- 4.2. Déterminer l'activité de l'échantillon E le 18 juin 2004 à 11 h.

Données :

Numéro atomique	49	50	51	52	53	54	55	56
Symbole	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba
Nom	Indium	Étain	Antimoine	Tellure	Iode	Xenon	Césium	Baryum

---

### Exercice 6 : l'élément cobalt

Données :

Elément	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
Numéro atomique (Z)	25	26	27	28	29

#### 1. Configurations électroniques.

1.1. Donner la structure électronique de l'atome de cobalt dans son état fondamental.

1.2. Préciser à quel bloc d'éléments (s, p, d ou f) dans la classification périodique appartient le cobalt. Justifier.

1.3. Donner la configuration électronique des ions  $\text{Co}^{2+}$  et  $\text{Co}^{3+}$

#### 2. Radioactivité.

Le cobalt 60 est un radionucléide émetteur  $\beta^-$

2.1. Préciser la nature de la radioactivité  $\beta^-$

2.2. Écrire l'équation de la réaction de désintégration du cobalt 60. Préciser les règles utilisées.

2.3. L'activité A d'un échantillon est le nombre de désintégrations par seconde.

2.3.1. Sachant que cette activité A est proportionnelle au nombre N de noyaux non désintégrés

qu'il contient, montrer que cette grandeur varie au cours du temps selon la loi :

$$\ln \frac{A_0}{A} = \lambda t$$

2.3.2. Préciser le nom de la constante  $\lambda$ .

2.4. Définir la période d'un radionucléide.

2.5. Calculer la période du cobalt 60, sachant qu'au bout d'un an, l'activité a diminué de 12%.