**EXERCICE 1**

Dans la haute atmosphère, l’action des neutrons dus au rayonnement cosmique, sur l’azote, engendre du carbone 14.

1. Ecrire l’équation
2. A quelle radioactivité doit-on s’attendre pour cet isotope du carbone ?
3. Quel noyau donne cette désintégration ?
4. 1 g de carbone naturel prélevé dans l’atmosphère donne 15,3 désintégration par minute. Sachant que la période du carbone responsable de cette radioactivité est T = 5600 ans, déterminer la proportion de carbone radioactif dans l’échantillon.

**EXERCICE 2**

Le carbone possède 5 isotopes dont les nombres de masse sont : 10, 11, 12, 13, et 14.

1. Quels sont les isotopes naturels, et les isotopes stables
2. A quels types de radioactivité doit-on s’attendre pour les isotopes instables ? Ecrire les équations nucléaires.
3. Quel rôle particulier joue l’isotope 12 ?
4. Quelle réaction nucléaire peut-on envisager pour obtenir l’isotope 11 à partir d’azote 14 ?
5. La période de 14C est 5600 ans ; comment peut-on déterminer une telle période ? On compare l’activité de deux échantillons de charbon du bois de même masse :

* 4500 Bq pour un échantillon fraichement préparé ;
* 660 Bq pour un échantillon trouvé dans une grotte.

Déterminer l’âge de cet échantillon.

**EXERCICE 3**

Un noyau AZX réagit avec un proton pour donner deux noyaux d’hélium. Quelle est la nature de X ? La réaction s’accompagne d’une diminution de masse Δm. Quelle est l’énergie correspondante ? Est-elle dégagée ou absorbé ? Justifier votre réponse

H = 1,0081 u.m.a He = 4,0039 u.m.a

Δm = 0,0186 u.m.a C = 3 108 m/s

**EXERCICE 4**

Perte de masse et énergie libérée au cours d’une réaction

**A : réactions de fission nucléaire**

1) Compléter l’équation de la réaction de fission de l’uranium 235.

23592U + 10η ⎯→ 9336Kr + 14056Ba + …..10η

2) Calculer la variation de masse puis l’énergie libérée au cours de cette réaction (en joule puis en Mev).

**B : réaction de fusion**

1) Compléter l’équation de la réaction de fusion suivante :

21H + 21H ⎯→ AZX + 10η

2) Calculer la variation de masse puis l’énergie libérée au cours de cette réaction (en joule puis en Mev).

Données : 10η 21H 31H 42He 23592U 9336Kr 14056Ba

Masse (uma) 1,0087 2,0141 3,0165 4,0026 235,0439 93,8946 139,9106

**Exercice supplémentaires**

**EXERCICE 1**

Une substance radioactive dont la demie-vie est de 10 s émet initialement 2. 10 7 particules α par seconde.

1. Calculer la constante de désintégration de la substance. λ= ln2 / T = ln2 / 10 = 0,0693 s-1

2. Quelle est l'activité de cette substance?

3. Initialement, combien y a-t-il en moyenne de noyaux radioactifs ?

4. Combien restera-t-il en moyenne de noyaux radioactifs après 30 s

5. Quelle sera alors l'activité de la substance?

**Corrigé 1**

1. La constante de désintégration de la substance est : λ= ln2 / T = ln2 / 10 = 0,0693 s-1

2. L'activité de cette substance est : A = 2. 107 Bq (1 particule alpha émise correspond à 1 noyau de la substance désintégré )

3. Le nombre de noyaux radioactifs initial est : N0 = A /λ= 2. 107/0,0693 = 2,89. 108 noyaux

4. Le nombre de noyaux radioactifs après 30 s est : Après 30s c’est-à-dire 3 périodes, il restera N = N0/ 23 = 3,97. 106 noyaux

5. L'activité de la substance est : A =λ. N = 2,75. 105 Bq = 275 kBq

**EXERCICE 2**

1) Calculer l'énergie (en joules) libérée par la fission d'un kg d'uranium contenant 90% d'235U en supposant qu'il y a libération de 200 MeV par noyau.

2) a) Calculer le défaut de masse lors de la fission d'un kg à 90% d'235U en supposant qu'il y a libération de 200 MeV par noyau.

b) Calculer la puissance de la bombe qui contiendrait 10 kg d'235U dont la fission s'opère en 0,1 s.

**Corrigé 2**

1) 7,38 x1013 J ;

2) a) Δm = 3,55 x 10-28 kg / noyau = 0.0906 % => 0,0813 % pour un kg à 90%

d'235U.

b) Δm = 10 x 0,0813 % = 8,15 g ; E = Δm c2 = 7,38 x 1014 J ; P = E/t =>

P = 7,38 x 1015 W.

**EXERCICE 3**

Les radionucléïdes les plus utilisés en biologie sont : 31H, 146C, 3215P et 3516S. Ces radionucléïdes sont tous des émetteurs β purs. Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de chacun d'eux.

Données : 147N, 3216S, 3517Cl et 32He

* 31H    →    0-1e   +     32He
* 146C    →    0-1e   +      147N
* 3215P    →    0-1e   +    3216S

3516S    →    0-1e   +  3517Cl

**Corrigé 3**

* 31H    →    0-1e   +     32He
* 146C    →    0-1e   +      147N
* 3215P    →    0-1e   +    3216S
* 3516S    →    0-1e   +  3517Cl

**EXERCICE 4**

Le 4520Ca a une période T de 163 jours. Calculer la valeur de la constante radioactive λ en jour-1 et s-1. Calculer le pourcentage de la radioactivité initiale qui reste après 90 jours.

**Corrigé 4**

1. Calcul de la constante radioactive :

λ = Ln 2 / T = (0,693 / 163) = 4,25 10-3jours-1  
=> λ = 0,693 / (163 x 8,64 104) = 4,92 10-8s-1

2. La loi de décroissance radioactive intégrée s'écrit :

Nt = N0 . exp (- λ . t ) avec : N0 = 100%  = 1  
=> Nt = exp ( - 4,25 10-3 x 90 ) = 0,682 = 68,2 %

**EXERCICE 5**

Calculer la masse correspondant à une activité de 1 Ci de chacun des radionucléïdes suivants : 13153I, 22688Ra,23892U  
Données : Période 13153I : T = 8 jours ; 22688Ra : T = 1620 ans ; 23892U : T = 4,5 milliards d'années ; 1 Ci = 3,7 1010 Bequerel (Bq)

**Corrigé 5**

La relation masse - activité s'écrit : m = 0,24 10-23 . M . A . T avec : M = masse molaire en g ; A = activité en Bq ; T = période en s

* 1. 13153I :    m = 0,24 10-23 x 131 x 3,7 1010 x (8 x 8,64 104) = 8 10-6 g = 8 µg
* 2. 22688Ra :  m = 0,24 10-23 x 226 x 3,7 1010 x (1620 x 365 x 8,64 104) = 1,02 g
* 3. 23892U :    m = 0,24 10-23 x 238 x 3,7 1010 x (4,5 109 x 365 x 8,64 104) = 3 106 g = 3 tonnes

Remarque : c'est le nombre de masse (A) dont il faut tenir compte et non le N° atomique

**EXERCICE 6**

Calculer l'activité de 10 µg d'iodure de sodium (INa) sachant que 20% des atomes d'iode sont radioactifs (13153I) et 80% sont stables (12753I). Quel est le taux d'émission du rayonnement β ?

Données : masse molaire du Na = 23 ; Nombre d'Avogadro : NA = 6,02 1023 ; Eβ = 606 keV ; Iβ = 89,9 % ; Eγ = 364 keV ; Iγ = 81,6 %

Solution

**Corrigé 6**

1. Calcul de la masse molaire moyenne des deux types de molécule de INa :13153INa et 12753INa

M = [(131 x 0,2) + (127 x 0,8)] + 23 = 150,8 g, donc NA molécules de INa pèsent 150,8 g.

2. Calcul du nombre de molécules de INa et d'atome d'iode radioactifs dans une masse de 10 µg

N = (m x NA) / M = (10-5 x 6,02 1023) / 150,8 = 3,99 1016molécules de INa  
=> N' = 3,99 1016atomes d'iode puisqu'il y a 1 atome d'iode par molécule de INa  
dont : N'13153I = 3,99 1016x 0,2 = 7,98 1015atomes d'iode radioactifs.

3. Calcul de l'activité A

A = (Ln 2 . N'13153I)/ T = (0,693 x 7,98 1015) / (8 x 8,64 104) = 8 109Bq   
=> A = (8 109x 3,7 1010) = 0,22 Ci

4. Calcul du taux d'émission taux (en s-1) = activité rayonnement (en Bq) x intensité rayonnement => taux = 8 109x 0,899 = 7,2 109

**EXERCICE 7**

Le 4019K a une période T de 1,3 109 années et il constitue 0,012 % du potassium trouvé dans la nature. Le [potassium dans le corps humain](http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/5RayonIONISANT/Cours4/1Cours4.htm) représente environ 0,35 % du poids. Calculer la radioactivité totale (exprimée en DPM, en Ci et en Bq) qui résulte de la désintégration du potassium 40 chez un individu de 75 kg.

Rappel : le Curie (Ci) est défini comme la quantité d'une substance radioactive dont la vitesse de décroissance est 2,22 1012 désintégrations par minutes (2,22 1012 DPM)

**Corrigé 7**

Rappel : le Curie (Ci) est défini comme la quantité d'une substance radioactive dont la vitesse de décroissance est 2,22 1012 désintégrations par minutes (2,22 1012 DPM)

1. Calcul de la masse totale de 4019K dans un corps de 75 kg : m = (1,2 10-4 x 3,5 10-3 x 7,5 104) = 3,15 10-2 g 4019K

2. Calcul du nombre d'atomes de 4019K correspondant à cette masse : N = (m x NA) / M = (3,15 10-2 x 6,02 1023) / 40 = 4,74 1020atomes

3. Calcul de la constante radioactive : λ = Ln 2 / T = 0,693 / (1,3 109 x 365 x 24 x 60) = 1,014 10-15min-1

4. La loi de décroissance radioactive s'écrit : dN = - λ . N . dt   
=> - dN / dt = λ . N = (1,014 10-15x 4,74 1020) = 4,81 105DPM  
=> (4,81 105/ 2,22 1012) = 0,217 10-6Ci  
=> (0,217 10-6x 3,7 1010) = 8029Bq