

Série N°2 de structure de la matière

Exercice 1

- 1) Pourquoi a-t-on défini le numéro atomique d'un élément chimique par le nombre de protons et non par le nombre d'électrons ?
- 2) Quel est le nombre de masse et le numéro atomique des atomes suivants :



- 3) Donner le nombre : de protons, de neutrons et d'électrons.
- 4) Quelle est la nature de chaque élément ?
- 5) Parmi les éléments cités ci-dessus, y a-t-il des isotopes ? Lesquels ?

Exercice 2

I- Définir l'unité de masse atomique (u.m.a). Donner sa valeur en g.

II- 1) Préciser la composition du noyau de l'isotope du radium ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ et celui de l'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$

- 2) Calculer le défaut de masse dans l'uranium en unité de masse atomique puis en kilogramme.
- 3) Déterminer l'énergie de liaison par nucléon, en joule/nucléon et en MeV/nucléon, de l'isotope ${}^{235}_{92}\text{U}$
- 4) Comparer la stabilité du noyau d'uranium à celle du noyau du radium dont l'énergie de liaison par nucléon est de 7,66 MeV/nucléon.
- 5) Calculer, en kJ, l'énergie libérée lors de la formation d'un gramme d'uranium.

Données : $m_p = 1,0072 \text{ uma}$; $m_n = 1,0086 \text{ uma}$; $m({}^{235}_{92}\text{U}) = 234,9933 \text{ uma}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$

Exercice 3

I- La masse atomique de l'oxygène naturel est de 15,9994 uma. L'oxygène naturel se compose de 3 isotopes : ${}^1_8\text{O} = 15,9949 \text{ uma}$, ${}^{17}_8\text{O} = 16,9991 \text{ uma}$ et ${}^{18}_8\text{O} = 17,9994 \text{ uma}$.

- 1) Donner la définition du terme isotope.
- 2) Sachant que l'abondance relative de l'isotope ${}^{17}_8\text{O}$ est de 0,037%. Quelles sont les abondances relatives des deux autres isotopes.
- 3) Calculer pour chaque isotope, l'énergie de liaison par nucléon en MeV/nucléon.

Données : $m_p = 1,0072 \text{ uma}$; $m_n = 1,0086 \text{ uma}$; l'énergie d'une uma = 933 MeV.

II- L'élément magnésium Mg (Z=12) existe sous forme de trois isotopes de nombre de masse 24 (${}^{24}\text{Mg}$), 25 (${}^{25}\text{Mg}$) et 26 (${}^{26}\text{Mg}$). Le pourcentage (l'abondance naturelle) de chaque isotope de magnésium naturel est : 10,1% pour ${}^{25}\text{Mg}$ et 11,3% pour ${}^{26}\text{Mg}$.

1. Donner la composition du noyau de chacun de ces trois isotopes.
2. Calculer la masse molaire atomique de magnésium naturel.

Exercice 4

La masse atomique de $^{56}_{26}\text{Fe}$ est de 55,9388 uma, de $^{235}_{92}\text{U}$ est de 235,0706 uma et celle de ^2_1H est de 2,0142 uma.

- 1) Pour chaque noyau, calculer l'énergie de liaison par nucléon en MeV.
- 2) Classer ces noyaux du plus stable au moins stable.

Données : $m_p = 1,0076$ mau ; $m_n = 1,0089$ uma ; $m(^2_1\text{H}) = 2,0142$ uma ; $m(^3_1\text{H}) = 3,0247$ uma ; $m(^4_2\text{He}) = 4,0015$ uma.

Exercice 5

1- Déterminer la masse atomique de l'antimoine $_{51}\text{Sb}$ connaissant les pourcentages relatifs de chacun des isotopes :

57,43% de l'isotope $_{51}\text{Sb}$ de masse atomique 121 uma.
42,57% de l'isotope $_{51}\text{Sb}$ de masse atomique 123 uma.

2- L'élément At (astate) naturel se compose de deux isotopes $^{210}_{85}\text{At}$ et $^{212}_{85}\text{At}$. La masse atomique de cet élément est de 210,197 uma.

- a- Déterminer la constitution des noyaux de ces deux isotopes.
- b- Calculer le pourcentage de chacun des deux isotopes dans cet élément naturel

Exercice 6

I- On sépare les ions $^{20}\text{Ne}^+$ et $^{21}\text{Ne}^+$ au moyen d'un spectrographe de masse de Bainbridge. Quelle est la vitesse de ces ions à la sortie du filtre de vitesse, si la distance **d** entre les points d'impact sur la plaque photographique est de 3cm, l'induction magnétique étant de 0,2 Tesla.

II- Au total, le néon possède 19 isotopes qui sont connus. Parmi eux, seuls ^{20}Ne , ^{21}Ne et ^{22}Ne sont stables et se trouvent également dans la nature. Le ^{20}Ne est de loin le plus courant et représente 90,92 % des isotopes.

- 1) Calculer les abondances relatives des isotopes ^{21}Ne et ^{22}Ne sachant que la masse atomique moyenne du néon naturel ($Z = 10$) est de 20,1713 uma.
- 2) Déduire la masse molaire du néon naturel en g/mol en justifiant votre réponse.
- 3) Calculer l'énergie de liaison (cohésion) du noyau de l'isotope le plus abondant.

III- A l'aide d'un spectrographe de masse de Bainbridge, on sépare deux isotopes, porteurs d'une charge élémentaire positive : $^{20}\text{Ne}^+$ et $^{21}\text{Ne}^+$. Leur vitesse à l'entrée de l'analyseur est $v = 104$ m/s. Dans cette partie du spectrographe et sous l'effet du champ d'induction magnétique $B = 0,1$ tesla, les trajectoires de ces isotopes sont respectivement des demi-cercles de rayons R1 et R2.

- 1) Représenter le schéma correspondant.

2) Calculer R1 et R2 et déduire la distance (d) entre les deux points d'impact des deux ions sur la plaque photographique.

$$m_p = 1,0072 \text{ uma}, m_n = 1,0086 \text{ uma}$$

Exercice 7

On considère une source du spectrographe de masse de Bainbridge qui émet des ions ${}^6\text{Li}^{++}$ et ${}^7\text{Li}^{++}$. Les ions pénètrent ensuite dans le filtre de vitesse où règnent une induction magnétique \vec{B}_1 et un champ électrique \vec{E} orthogonaux. Les ions sont soumis ensuite dans l'analyseur à une induction magnétique \vec{B}_2 égale en intensité à \vec{B}_1 .

- 1) a- Représenter la trajectoire de ces ions dans l'analyseur.
b- Quelle est la particularité des ions qui entrent dans l'analyseur.
- 2) Calculer les rayons des trajectoires des ions dans l'analyseur.
- 3) Calculer la distance **d** entre les points d'impact de ces ions sur la plaque photographique.

Données : $B_1 = 5.10^{-2}$ Tesla ; $E = 2480 \text{ V.m}^{-1}$; $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$; $N_A = 6,02.10^{23}$

Exercices supplémentaires

Exercice 1

L'élément silicium naturel Si ($Z=14$) est un mélange de trois isotopes stables : ${}^{28}\text{Si}$, ${}^{29}\text{Si}$ et ${}^{30}\text{Si}$. L'abondance naturelle de l'isotope le plus abondant est de 92,23%. La masse molaire atomique du silicium naturel est de $28,085 \text{ g.mol}^{-1}$.

- 1) Quel est l'isotope du silicium le plus abondant ?
- 2) Calculer l'abondance naturelle des deux autres isotopes.

Exercice 2

Le fer naturel ${}_{26}\text{Fe}$ est constitué de quatre isotopes stables (N°1 à N°4) dont les abondances naturelles sont indiquées ci-dessous :

Isotope	N°1	N°2	N°3	N°4
Masse atomique (uma)	53,9399	55,9349	56,9350	57,9330
Abondance (%)	5,84	91,75	2,12	0,28

- 1) Donner la composition de chacun de ces isotopes.
- 2) Trouver la masse moyenne naturelle du fer.
- 3) Calculer le défaut de masse en uma du noyau ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
- 4) Calculer le défaut de masse en uma du noyau ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ en J et en MeV.

Données : $m_n = 1,0086 \text{ uma}$, $m_p = 1,0072 \text{ uma}$, $C = 3.10^8 \text{ m/s}$

Exercice 3

Un faisceau d'ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ est soumis à l'action de deux champs électrique et magnétique dans le spectromètre de Bainbridge, tel que $E/B = 5.10^5 \text{ m/s}$. Ces ions sont soumis à la sortie du filtre de vitesse à l'action d'un champ magnétique $B_0 = 0,2 \text{ Tesla}$.

- 1) Calculer la distance d entre les points d'impact des deux ions sur la plaque photographique.
- 2) Calculer la masse d'une mole de lithium naturel, sachant que sa composition isotopique est : ${}^6\text{Li}^+$ (7,4 %) ; ${}^7\text{Li}^+$ (92,6 %), et les masses atomiques sont 6,015126 uma et 7,016005 uma.

Donnée : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Exercice 4

En utilisant un spectrographe de masse de type Bainbridge, on étudie la séparation des ions ${}_{17}^{35}\text{Cl}^{2+}$ et ${}_{17}^{37}\text{Cl}^{2+}$ formés dans la chambre d'ionisation.

- 1- Déterminer la distance de séparation d si la vitesse des ions qui arrivent dans le déviateur magnétique est $V_0 = 7,2.10^5 \text{ m/s}$ et que l'intensité du champ magnétique B_1 imposé dans ce déviateur est de 0,2 T.

Données : $M ({}^{35}\text{Cl}) = 35,015 \text{ g/mol}$; $M ({}^{37}\text{Cl}) = 36,965 \text{ g/mol}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$