

Chapitre 4

Structure de l'atome

RÉVISION ET RÉSUMÉ

Atome Un atome est constitué d'un noyau, formé de nucléons, et d'électrons, autour du noyau. Les nucléons du noyau peuvent être de deux types : protons, de charge égale et opposée à celle de l'électron, et neutrons, neutres.

Symbole Pour représenter le noyau de l'atome, on utilise un symbole, précisant son nombre total de nucléons A , son nombre de proton Z , et le symbole X (en une ou deux lettres) de l'élément auquel il correspond :



Il est facile de trouver le nombre N de neutrons :
 $N = A - Z$.

Neutralité L'atome est globalement neutre, car il comporte autant d'électrons que de protons.

Masse La masse de l'atome est essentiellement concentrée dans son noyau :

$${}^A_ZX \Rightarrow m_X \simeq A \cdot m_{\text{nucléons}}$$

La masse des électrons, environ 1 800 fois plus

légers que les nucléons, peut être négligée en première approximation. On peut donc considérer que la masse d'un atome est la somme de celles de ses protons p et de ses neutrons n :

$${}^A_ZX \Rightarrow m_X \simeq N \cdot m_n + Z \cdot m_p$$

Pour calculer la masse de l'atome, il faut ajouter la masse des électrons :

$$m_{\text{atome}} \simeq N \cdot m_n + Z \cdot m_p + Z \cdot m_{e^-}$$

Numéro atomique Le numéro atomique Z , ou nombre de proton, caractérise l'élément. C'est-à-dire que deux atomes ou ions de même numéro atomique Z correspondent au même élément, même si leurs autres nombres (de neutron, d'électron) sont différents.

Isotopes Deux noyaux sont isotopes, si ils ont le même numéro atomique ou nombre de protons Z (même élément), mais différent par leur nombre de masse ou nombre de nucléons A (donc, ils n'ont pas le même nombre de neutrons).

EXERCICES

Symbole du noyau

4.1 L'atome de calcium, élément de symbole Ca, contient 20 électrons dans son cortège électronique et 20 neutrons dans son noyau.

- Calculer le nombre de nucléons de cet atome.
- Comment représente-t-on le noyau de cet atome ?

4.2 L'élément sodium est caractérisé par le nombre de charge $Z = 11$. Le noyau d'un atome de sodium contient $N = 12$ neutrons.

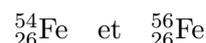
- Calculer le nombre de nucléons du noyau de l'atome de sodium.
- Donner la composition de cet atome.

Isotopes

4.3

- Le numéro atomique du cuivre est $Z = 29$ et son nombre de neutrons varie de 34 à 36. Écrire sous forme A_ZX tous les représentants de cet élément. Comment les appelle-t-on ?
- Combien d'électrons possèdent les atomes de cet élément chimique ? Justifier la réponse.

4.4 On considère les noyaux de fer représentés par :



- Comment qualifie-t-on ces noyaux ? Justifier la réponse.
- Donnez la composition de ces noyaux et conclure.

4.5 N°27 p. 57 : Tout sur le calcium

Attention : la question 4 ne pourra être traitée qu'une fois le cours du chapitre 5 terminé !

4.6 ER n°7 p. 54 : L'iode utilisé en médecine

Masses du noyau et de l'atome

4.7 N°5 p. 54 : Les dangers du radon

4.8 Le noyau d'un atome de cuivre est représenté par :



- Quelle est la composition de ce noyau ?
- Calculez sa masse (données dans le cours).
- Calculez la masse de l'atome de cuivre.
- Conclure.

4.9 N°6 p. 54 : Dimension de l'atome

4.10 Hydrogène *vs* uranium

- a. Donnez la représentation d'un noyau d'hydrogène H et d'un noyau d'uranium U sachant que le premier n'est constitué que d'un proton et que le second comporte 92 protons et 146 neutrons.
- b. Calculez la masse m_H d'un atome d'hydrogène et la masse m_U d'un atome d'uranium (données dans le cours). Comparez les masses des deux atomes considérés.
- c. L'atome d'hydrogène est le plus petit des atomes. Son rayon est 52,9 pm et le rayon de son noyau est 1,2 fm. Calculez le rapport de ces deux rayons et interprétez le résultat obtenu.
- d. L'atome d'uranium n'est pas le plus gros des atomes, son rayon est néanmoins de 175 pm. En revanche son noyau est le plus gros noyau que l'on puisse trouver stable à l'état naturel, 8,68 fm. Calculez le rapport de ces deux rayons et interprétez le résultat obtenu.
- e. Comparez, respectivement, les rayons des deux atomes considérés, et ceux des deux noyaux.

Corrigé 4

Structure de l'atome

EXERCICES

Symbole du noyau

4.1

4.2

- a. Le nombre de nucléons A est égal à la somme des nombres de protons Z et de neutrons N :

$$A = Z + N = 11 + 12 = 23 \text{ nucléons}$$

- b. L'atome de sodium est composé de 11 protons, 12 neutrons, et 11 électrons (il faut le même nombre d'électrons que de protons, pour que l'atome soit neutre).

Pour compléter, on peut donner le symbole du noyau de l'atome de sodium :



Isotopes

4.3

4.4

- a. Ces deux noyaux sont isotopes. En effet, ils ont tout deux le même numéro atomique ou nombre de protons $Z = 26$ (et donc même symbole d'élément Fe), en revanche ils diffèrent par leur nombre de neutrons : $54 - 26 = 28$ pour le premier, $56 - 26 = 30$ pour le second.

- b. Masse du noyau de fer 54 : on se place dans l'approximation de confondre la masse du neutron et du proton :

$$m_{54} = 54 \cdot m_{\text{nucléon}}$$

Application numérique :

$$m_{54} = 54 \times 1,67 \times 10^{-27} = 9,02 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

Masse du noyau de fer 56 :

$$m_{56} = 56 \cdot m_{\text{nucléon}}$$

Application numérique :

$$m_{56} = 56 \times 1,67 \times 10^{-27} = 9,35 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

Leurs masses sont différentes, l'isotope contenant deux neutrons de plus est plus lourd.

4.5 N°27 p. 57 : Tout sur le calcium

4.6 ER n°7 p. 54 : L'iode utilisé en médecine

Cet exercice est résolu dans votre livre.

Masses du noyau et de l'atome

4.7 N°5 p. 54 : Les dangers du radon

4.8

- a. 29 protons, $63 - 29 = 34$ neutrons

- b. Masse du noyau : on confonds masse du proton et du neutron :

$$m_{63} = 63 \cdot m_{\text{nucléon}}$$

Application numérique :

$$m_{63} = 63 \times 1,67 \times 10^{-27} = 1,05 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

- c. La masse de l'atome est approximativement celle de son noyau, dans l'hypothèse où on néglige la masse des électrons :

$$m_{\text{Cu}} \simeq 1,05 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

- d. Calculons la masse totale des 29 électrons de l'atome de cuivre :

$$m = 29 \cdot m_e = 29 \times 9,1 \times 10^{-31} = 2,6 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

Comparons les ordres de grandeur des masses de l'électron : -29 , et du noyau : -25 ; on a 4 ordres de grandeur de différence. L'erreur sur "l'oubli" des électrons sur la masse totale ne se verra qu'au quatrième chiffre significatif (troisième décimale, non donnée par le résultat $m_{\text{Cu}} \simeq 1,05 \times 10^{-25} \text{ kg}$).

Dimensions relatives

4.9 N°6 p. 54 : Dimension de l'atome

4.10 Hydrogène vs uranium

- a. Atome d'hydrogène : ${}^1_1\text{H}$;

Atome d'uranium : ${}^{238}_{92}\text{U}$, puisque 92 protons et 146 neutrons forment un ensemble de $92 + 146 = 238$ nucléons.

- b. Masse de l'atome d'hydrogène (les masses du proton, du neutron et de l'électron sont données dans le cours) :

$$m_{\text{H}} = 1 \times m_{\text{p}} + 0 \times m_{\text{n}} + 1 \times m_{\text{e}^-}$$

$$m_{\text{H}} = 1 \times 1,673 \times 10^{-27} + 1 \times 9,109 \times 10^{-31}$$

$$m_{\text{H}} = 1,674 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

Masse de l'atome d'uranium :

$$\begin{aligned}m_U &= 92 \times m_p + 146 \times m_n + 92 \times m_{e^-} \\m_U &= 92 \times 1,673 \times 10^{-27} + 146 \times 1,675 \times 10^{-27} \\&\quad + 92 \times 9,109 \times 10^{-31} \\m_U &= 3,986 \times 10^{-25} \text{ kg}\end{aligned}$$

Pour comparer les deux masses, on calcule leur rapport :

$$\frac{m_U}{m_H} = \frac{3,986 \times 10^{-25}}{1,674 \times 10^{-27}} = 238,1$$

On constate qu'approximativement, le rapport des masses des atomes est égal au rapport de leurs nombres de masse A :

$$\frac{238}{1} = 238$$

c. Rapport des deux rayons :

$$\frac{52,9 \times 10^{-12}}{1,2 \times 10^{-15}} = 4,4 \times 10^4$$

L'atome a une structure lacunaire, essentiellement formée de vide.

d. Rapport des deux rayons :

$$\frac{175 \times 10^{-12}}{8,68 \times 10^{-15}} = 2,02 \times 10^4$$

La conclusion est la même que précédemment, le rapport étant du même ordre de grandeur.

e. À nouveau, on calcule des rapports ; entre les rayons des deux atomes :

$$\frac{175}{52,9} = 3,31$$

Entre les rayons des deux noyaux :

$$\frac{8,68}{1,2} = 7,2$$

★ ★
★