

Chapitre 3 : Le noyau de l'atome

À maîtriser pour commencer

- Savoir que les atomes sont électriquement neutres
- Savoir qu'un atome et son noyau ont des dimensions très différentes

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour tester vos connaissances sur le quiz en ligne ! LLS.fr/PC2P73

Objectifs du chapitre

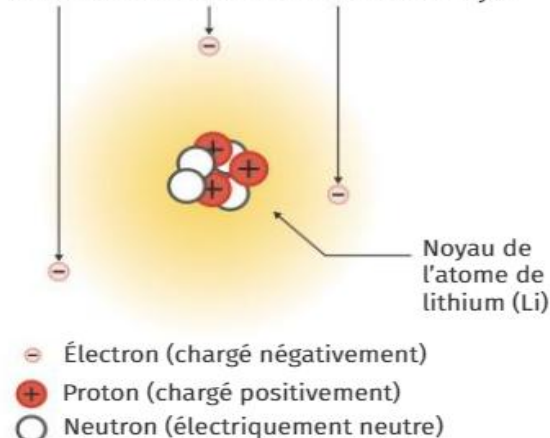
- ☐ Raisonner à partir de la composition d'un atome et de son noyau
- ☐ Savoir utiliser la notation symbolique du noyau d'un atome
- ☐ Savoir calculer la masse d'un atome
- ☐ Utiliser des puissances de 10 pour calculer ou comparer des ordres de grandeur

1) Modèle de l'atome

1.1) Constituants de l'atome:

Doc. 1 Schéma d'un atome de lithium

3 électrons en mouvement autour du noyau



→ L'atome est composé d'un **NOYAU** chargé +, entouré d'un cortège d'**ELECTRONS** chargés -.

→ Le **NOYAU** est constitué de **PROTONS** chargés + et de **NEUTRONS** neutres.

1.2) Caractéristiques des constituants:

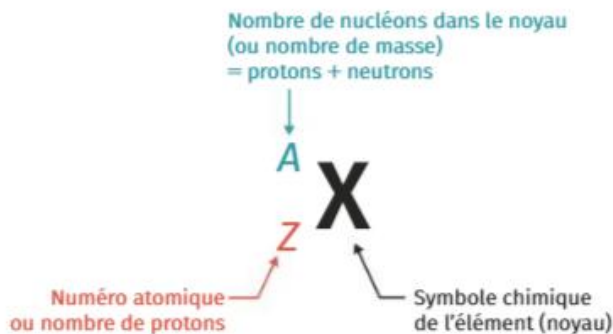
Le noyau est composé de :

- **protons**, chargés positivement, de charge $+e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ et ayant une masse $m_{\text{proton}} = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$;
- **neutrons**, électriquement neutres et ayant une masse $m_{\text{neutron}} = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

Les **électrons** sont situés autour du noyau. Ils ont une charge négative égale à $-e$ et une masse $m_{\text{électron}} = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

- On admet que le PROTON et le NEUTRON ont la même masse : on parle alors de masse du NUCLEON
- La masse de l'électron est environ 2000 fois plus PETITE que celle d'un NUCLEON.
- L'unité de la charge électrique est le Coulomb, (C)

1.3) Notation symbolique du noyau :



Le noyau d'un atome est représenté par la notation symbolique A_ZX , où :

- **X est le symbole chimique** de l'atome considéré ;
- **A est le nombre de nucléons**, c'est-à-dire la somme du nombre de neutrons et du nombre de protons présents dans le noyau ;
- **Z est le numéro atomique**, c'est-à-dire le nombre de protons présents dans le noyau.

Le nombre de neutrons N dans le noyau est : $N = A - Z$.

Exemple : la notation symbolique du noyau d'un atome d'or est ${}^{197}_{79}\text{Au}$ et celle du noyau d'un atome de carbone est ${}^{12}_6\text{C}$.

Deux noyaux qui ont le même nombre de protons mais un nombre de nucléons (et donc de neutrons) différents sont appelés **isotopes**.

Exemple : il existe plusieurs isotopes du carbone. La notation symbolique de leur noyau est : ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$ et ${}^{14}_6\text{C}$.

→ **Exemple :**

La notation symbolique du noyau d'un atome de carbone est ${}^{12}_6\text{C}$.

$Z = 6$ donc il contient six protons.

$A = 12$ et $N = A - Z = 12 - 6$, donc il contient six neutrons.

Un isotope du carbone est ${}^{14}_6\text{C}$. Il a deux neutrons de plus dans son noyau.

→ **Remarque :** L'élément chimique est caractérisé par le nombre de PROTONS dans le noyau alors que l'atome correspond au noyau entouré de ses électrons

Exercice 1 : N° 5-11 p 80**5 Composition d'un noyau**

Un atome de fluor contient 19 nucléons et 9 protons.

- Combien de neutrons possède-t-il dans son noyau ?

6 Notation symbolique du noyau

Un atome de phosphore de symbole P possède 31 nucléons et 15 protons.

- Écrire la représentation symbolique de son noyau.

7 Composition d'un atome

Le noyau d'un atome d'aluminium a pour notation symbolique ${}_{13}^{27}\text{Al}$.

- Écrire la composition de cet atome.

10 Donner la composition du noyau d'un atome

✓ APP : Maîtriser le vocabulaire

L'or a pour symbole Au. Il est caractérisé par le nombre de masse $A = 197$ et le numéro atomique $Z = 79$.

1. Identifier le nombre de protons présents dans son noyau.
2. Écrire le nombre de neutrons présents dans son noyau.
3. Écrire la représentation symbolique du noyau de cet atome d'or.

11 Identifier les isotopes

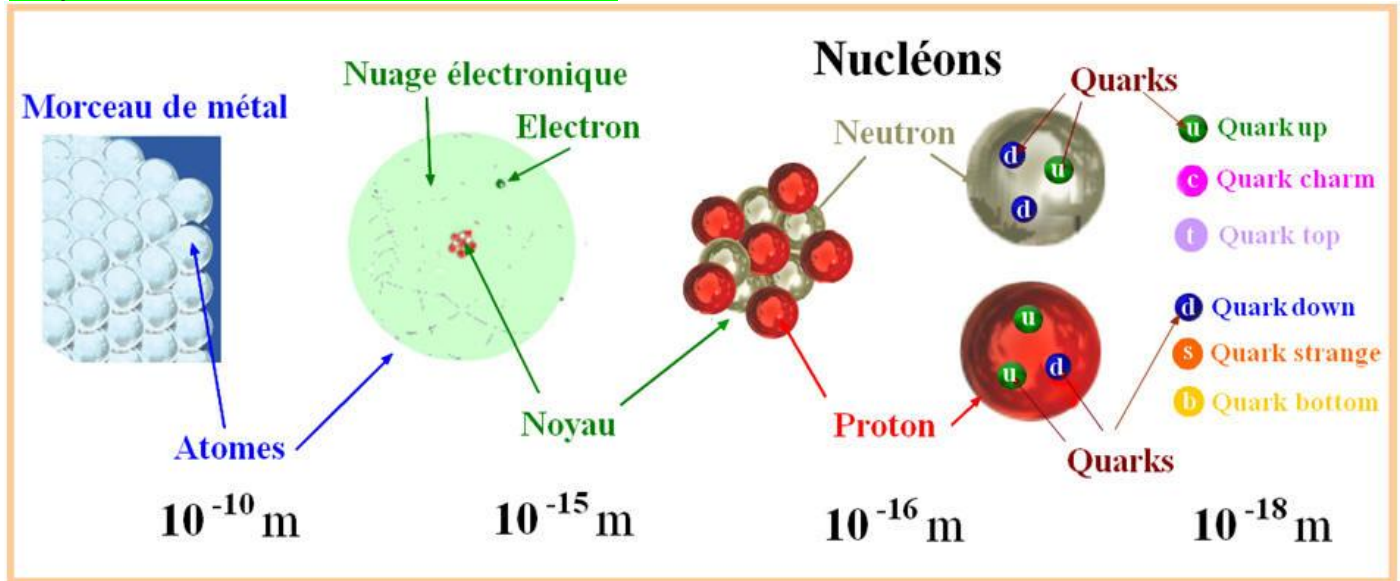
✓ APP : Maîtriser le vocabulaire

Les représentations symboliques de plusieurs noyaux sont : ${}_{6}^{13}\text{X}$ – ${}_{8}^{16}\text{X}$ – ${}_{1}^{2}\text{X}$ – ${}_{6}^{14}\text{X}$ – ${}_{1}^{1}\text{X}$ – ${}_{6}^{12}\text{X}$ – ${}_{8}^{14}\text{X}$ – ${}_{7}^{14}\text{X}$.

1. Donner la définition de deux noyaux isotopes.
2. Identifier les noyaux isotopes.
3. Écrire la composition de ces noyaux identifiés.

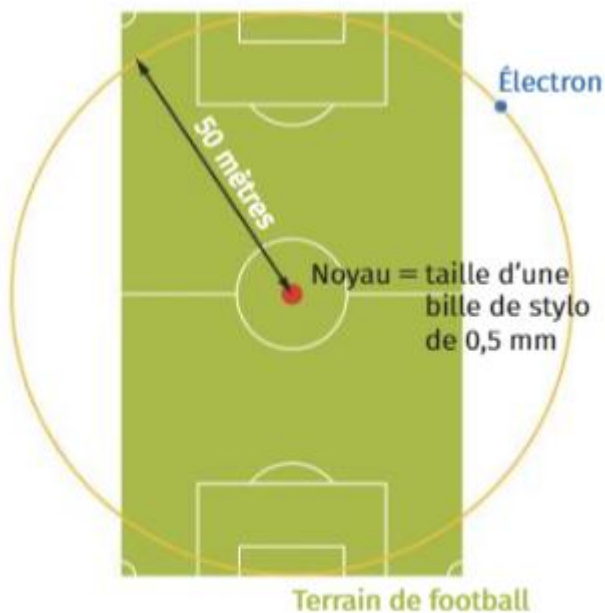
2) Caractéristiques de l'atome

2.1) Dimensions et électroneutralité:



→

Le rayon d'un atome est 100 000 fois plus grand que celui de son noyau ($\frac{r_{\text{atome}}}{r_{\text{noyau}}} = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} = 10^5 = 100\,000$). **L'atome est donc essentiellement constitué de vide (sa structure est dite lacunaire).**



Le rayon de l'atome est 100 000 fois plus grand que celui de son noyau.

Un atome est un édifice électriquement neutre. Il possède donc autant d'électrons dans son cortège électronique qu'il a de protons dans son noyau.

→

2.2) Masse d'un atome:

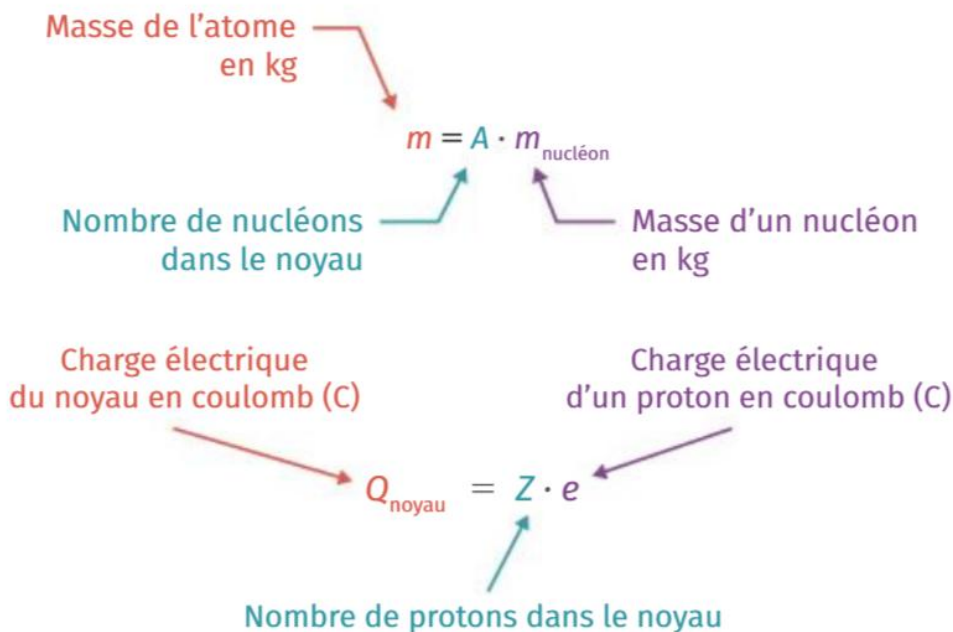
La masse du cortège électronique est négligeable par rapport à celle du noyau de l'atome. La masse m d'un atome est pratiquement égale à celle de son noyau.

$$m_{\text{atome}} = A \cdot m_{\text{nucléon}}$$

Avec :

- m_{atome} la masse de l'atome et $m_{\text{nucléon}}$ la masse d'un nucléon en kilogramme ;
- A le nombre de nucléons dans le noyau.

Caractéristiques de l'atome



L'atome est électriquement neutre.

→ Exemple :

Un atome de platine peut être représenté par $^{195}_{78}\text{Pt}$. Cet atome est composé de 195 nucléons dont 78 protons et 117 neutrons. Il possède 78 électrons dans son cortège électronique. La masse de cet atome est $m_{\text{atome}} = A \cdot m_{\text{nucléon}}$.

Donc $m_{\text{atome}} = 195 \times 1,67 \times 10^{-27} = 3,26 \times 10^{-25} \text{ kg}$.

On peut calculer la charge électrique de son noyau à l'aide de la relation : $Q_{\text{noyau}} = Z \cdot e$.

Donc $Q_{\text{noyau}} = 78 \times 1,602 \times 10^{-19} = 1,250 \times 10^{-17} \text{ C}$.

Exercice 2 : N° 13 et 14 p 81**13 Calculer la masse d'un atome**

✓ MATH : Pratiquer le calcul numérique

Le mercure, seul métal liquide à température ambiante, a une densité très élevée. En effet, tandis qu'une goutte d'eau a une masse de 35 mg, une même goutte de mercure a une masse presque quatorze fois plus grande. Un des isotopes du mercure a pour notation symbolique $^{202}_{80}\text{Hg}$.

1. Donner la composition de cet atome.
2. Calculer la masse de cet atome. Exprimer le résultat en kg puis en g.
3. Combien d'atomes y a-t-il dans une goutte de mercure ?

14 Qui suis-je ?

✓ MOD : Connaître et déterminer la structure d'un atome

Je suis un atome. Mon numéro atomique est $Z = 13$ et ma masse est égale à $m = 4,51 \times 10^{-26}$ kg.

1. Calculer le nombre de nucléons présents dans mon noyau.
2. Quel est mon symbole ?

Exercice 3 : N° 22 p 83**22 Construction d'une maquette**

✓ MATH : Utiliser les puissances de 10 et la notation scientifique

Un professeur de lycée souhaite montrer à ses élèves que les atomes sont principalement remplis de vide.

1. Quelle doit être la taille de l'objet représentant le noyau s'il choisit un ballon de basket pour symboliser un atome de carbone ?
2. Le diamètre du ballon de basket a été donné à une incertitude près. Donner un encadrement de la réponse précédente à l'aide de cette incertitude.
3. Il décide de prendre une balle de ping-pong pour représenter le noyau. Estimer le diamètre de la balle et calculer le diamètre de l'atome de carbone correspondant.
4. En quoi les calculs précédents montrent-ils qu'un atome est principalement constitué de vide ?

Données

- Diamètre d'un ballon de basket : $d_{\text{ballon}} = (24,3 \pm 0,5)$ cm ;
- Rayon d'un noyau d'atome de carbone : $r_{\text{noyau}} = 2,8 \times 10^{-15}$ m ;
- Rayon d'un atome de carbone : $r_{\text{atome}} = 6,7 \times 10^{-11}$ m.

Exercice 4 : N° 26 p 84

26 Le bouclier de Captain America

✓ MATH : Pratiquer le calcul numérique

✓ APP : Extraire l'information utile sur des supports variés



Des chercheurs américains de l'université du Texas Nord (UNT) ont synthétisé un alliage qui serait presque aussi résistant que le bouclier de Captain America.

1. Quel volume de cet alliage est nécessaire pour fabriquer une copie du bouclier de Captain America ?

2. Quel serait le prix à payer pour une telle copie ?

Bouclier de Captain America.

Bouclier de Captain America dans l'Univers Marvel :

- concepteur : Myron MacLain ;
- composition : alliage de vibranium du Wakanda et d'acier ;
- dimensions : disque d'environ 76 cm de diamètre et 0,5 cm d'épaisseur ;
- masse : environ 5 kg.

D'après l'article « Captain America », wikipedia.org.

Données

• Formule de l'alliage : $\text{Fe}_{42}\text{Mn}_{28}\text{Co}_{18}\text{Cr}_{15}\text{Si}_{15}$;

• Masse volumique de l'alliage :

$$\rho_{\text{alliage}} = 7,13 \text{ g/cm}^3 = 7130 \text{ kg/m}^3 ;$$

• Éléments composant l'alliage :

Élément	Fe	Mn	Co	Cr	Si
Isotope majoritaire	$^{56}_{26}\text{Fe}$	$^{55}_{25}\text{Mn}$	$^{52}_{27}\text{Co}$	$^{52}_{24}\text{Cr}$	$^{28}_{14}\text{Si}$
Prix juil. 2016 (\$/t)	57	1600	25 000	7100	1600

Remarque : 1 tonne = 1000 kg.

3) QCM

1 Le modèle de l'atome

	A	B	C
1. Les neutrons sont :	neutres et orbitent autour du noyau.	positifs et appartiennent au noyau.	neutres et appartiennent au noyau.
2. Le noyau d'un atome est :	chargé négativement.	composé de nucléons.	électriquement neutre.
3. L'atome a une structure lacunaire car :	il est impénétrable.	il est essentiellement constitué de vide.	il manque de neutrons.
4. Le nombre de masse est représenté par la lettre :	Z.	N.	A.

2 La notation symbolique du noyau

1. Dans la notation symbolique A_ZX , la lettre Z représente :	le nombre de nucléons.	le nombre de neutrons.	le nombre de protons.
2. Dans la notation symbolique A_ZX , la lettre A représente :	le nombre de nucléons.	le nombre de neutrons.	le nombre de protons.
3. Le noyau d'un atome de cuivre représenté par la notation symbolique ${}^{65}_{29}\text{Cu}$ possède :	29 protons.	65 neutrons.	36 nucléons.
4. Deux noyaux sont isotopes si :	ils contiennent le même nombre de nucléons.	ils contiennent le même nombre de protons.	ils contiennent le même nombre de neutrons.

3 Caractéristiques d'un atome

1. La masse d'un atome se calcule à l'aide de la relation :	$m = Z \cdot m_{\text{neutron}}$	$m = A \cdot m_{\text{nucléon}}$	$m = Z \cdot m_{\text{proton}}$
2. Un atome contient :	autant de protons que d'électrons.	autant de neutrons que d'électrons.	autant de protons que de neutrons.
3. Le noyau est :	100 000 fois plus grand que l'atome.	de la même taille que l'atome.	100 000 fois plus petit que l'atome.