

Structure de l'atome - exercices

Données pour l'ensemble des exercices :

- Masse d'un nucléon (proton ou neutron) : $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg
- Masse d'un électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
- Masse volumique de l'or solide : $\rho_s = 21$ kg.L⁻¹
- Masse volumique de l'or liquide : $\rho_l = 17,3$ kg.L⁻¹
- Masse volumique de l'or gazeux : $\rho_g = 8,2 \cdot 10^{-3}$ kg.L⁻¹

Exercice 1 : compter les atomes

- 1) Ecrire 10^{-10} m sans utiliser de puissance de dix. Expliquer alors la phrase : « à cette échelle, il est peu pratique d'exprimer des dimensions en mètre sans puissance de dix. »
- 2) Estimer le nombre d'atomes présents le long d'une règle de 1 m. Expliquer les limites de votre démarche.
- 3) Estimer le nombre d'atomes présents le long d'un stylo de 10 cm.
- 4) Lorsqu'un élève compte à haute voix, il est capable de dire deux nombres par seconde. En combien de temps peut-il compter jusqu'à un milliard ? Commenter et expliquer les limites de votre démarche.

Exercice 2 : compter les atomes

L'or peut être stocké sous forme de lingot de 1000 g. Un tel lingot a une grande valeur (40 000 euros) et peut servir de monnaie d'échange commercial.



Un atome d'or est composé de 79 protons, 118 neutrons et 79 électrons.

- 1) Calculer la masse d'un atome d'or.
- 2) Estimer alors le nombre d'atomes dans un lingot d'or. Commenter.

Dans un solide ou un liquide, les atomes interagissent beaucoup les uns avec les autres car ils sont proches les uns des autres. En revanche, les atomes d'un gaz n'interagissent que très peu car ils sont trop éloignés les uns des autres.

- 3) Comparer la masse volumique de l'or sous ses différents états.
- 4) Justifier la différence de masse volumique entre l'or solide et l'or gazeux.

Exercice 3 : quelques conversions

- 1) Qu'est-ce qu'une « bonne » unité ?
- 2) Effectuer les conversions suivantes :

$$120 \text{ g} = \dots \text{ kg}$$

$$20 \text{ kg} = \dots \text{ g}$$

$$10 \text{ fm} = \dots \text{ m}$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = \dots$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = \dots \text{ nm}$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = \dots \mu\text{m}$$

$$150 \mu\text{m} = \dots \text{ nm}$$

$$15 \text{ cm} = \dots \text{ m}$$

$$16 \text{ mm} = \dots \text{ m}$$

$$15 \text{ dm} = \dots \text{ m}$$

Exercice 4 : travail sur les puissances de dix

- 1) Rappeler l'intérêt d'utiliser les puissances de dix lorsqu'on étudie l'univers.
- 2) Exprimer les mesures suivantes en utilisant la notation scientifique :

150.10⁶ km ; 0,0042.10⁻⁶ g ; 120 m ; 0,0034 kg ; 870.10⁻¹⁵ m ; 0,91.10⁻³⁰ kg

3) Effectuer les calculs suivants SANS CALCULATRICE

$$\frac{10^5}{10^2}; \quad \frac{10^2}{10^{-5}}; \quad 10^2 \times 10^5; \quad (10^5)^2; \quad \frac{10^5 \times 10^{-3}}{10^2}$$

Exercice 5 : notation symbolique et isotopie

1) Complétez le tableau suivant.

Notation symbolique	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre de nucléons
${}^{56}_{26}\text{Fe}$			
${}^{32}_{16}\text{S}$			
	16	6	
	26		30

2) Donner la définition de l'isotopie. Y a-t-il des noyaux isotopes dans le tableau précédent ? Si oui lesquels ?

Exercice bilan : le carbone

Le nom *carbone* vient du latin *carbo, carbōnis* signifiant « charbon ». En effet, le charbon est constitué principalement d'atomes de carbone, comme la plupart des êtres vivants (avec également de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote...)



La majorité des atomes de carbone nous constituant sont des atomes de carbone 12 dont le noyau contient 6 protons et 6 neutrons.

- 1) Etablir l'écriture symbolique du noyau de l'atome de carbone 12 ?
- 2) Calculer la masse de ce noyau.
- 3) Comparer la masse d'un nucléon et celle d'un électron.
- 4) En déduire sans calcul supplémentaire la masse de l'atome de carbone 12.
- 5) La mine d'un crayon est composée quasiment intégralement d'atomes de carbone 12. De combien d'atomes est composée une mine de 10 mg ?

Cependant, une partie des atomes de carbone présents sur Terre sont des atomes de carbone 14, dont le noyau se symbolise ainsi ${}^{14}_6\text{C}$.

- 6) Donner la constitution de ce noyau.
- 7) Comment qualifier les noyaux de carbone 12 et ceux de carbone 14 ?

L'atome – correction des exercices

Données pour l'ensemble des exercices :

- Masse d'un nucléon (proton ou neutron) : $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27}$ kg

- Masse d'un électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg
- Masse volumique de l'or solide : $\rho_s = 21$ kg/L
- Masse volumique de l'or liquide : $\rho_l = 17,3$ kg/L
- Masse volumique de l'or gazeux : $\rho_g = 8,2 \cdot 10^{-3}$ kg/L

Exercice 1 : compter les atomes

1) $10^{-10} \text{m} = 0,000\,000\,000\,1 \text{ m}$

Ce nombre est difficilement lisible sans utiliser de puissance de dix. (il est difficile de déterminer rapidement combien il contient de zéro par exemple).

2)

$$\text{nombre d'atomes} = \frac{\text{longueur de la règle}}{\text{diamètre d'un atome}} = \frac{1 \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = 10^{10} \text{ atomes}$$

Ce raisonnement est correct si les atomes sont accolés les uns aux autres. De plus, nous ne connaissons pas précisément la taille d'un atome : nous ne pouvons donner qu'un ordre de grandeur du nombre d'atomes présents.

3)

$$\text{nombre d'atomes} = \frac{10 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-10} \text{ m}} = 10^9 \text{ atomes}$$

Attention, il est nécessaire de convertir la taille du stylo en mètre !

On remarque qu'on trouve bien 10 fois moins d'atomes car la règle est 10 fois plus petite.

- 4) Un élève aura donc besoin de $1\,000\,000\,000 / 2 = 500\,000\,000$ de secondes pour compter jusqu'à un milliard. Convertissons ce nombre en années :

$$\frac{500\,000\,000}{60 \times 60 \times 24 \times 365,25} \approx 16 \text{ ans}$$

Un élève de seconde ayant compté toute sa vie arriverait à la fin de son année à un milliard...

... Sauf qu'un élève ne peut pas compter réellement 24h/24h, et qu'il est difficile de maintenir le rythme de deux nombres par seconde tout au long du comptage. En réalité, il lui faudrait bien plus de temps !

Exercice 2 : compter les atomes

- 1) La masse d'un atome est environ égale à la masse de son noyau. De plus, les protons et les neutrons ont approximativement la même masse.

D'où

$$m = (79+118) \times 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3,3 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

2)

$$\text{nombre d'atomes} = \frac{1,000 \text{ kg}}{3,3 \cdot 10^{-25} \text{ kg}} = 3,0 \cdot 10^{24} \text{ atomes}$$

3) **ATTENTION** : en physique, « comparer » ne se limite pas à dire qui est le plus petit et qui est le plus grand nombre. Il est nécessaire de faire le rapport des deux grandeurs.

$$\rho_s / \rho_l = 21 \text{ kg.L}^{-1} / 17,3 \text{ kg.L}^{-1} \approx 1$$

=> les masses volumiques des états solides et liquide sont proches.

$$\rho_s / \rho_g = 21 \text{ kg.L}^{-1} / 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg.L}^{-1} \approx 2000$$

=> les masses volumiques des états solide (et liquide) sont environ 2000 fois plus grandes que celle de l'état gazeux.

4) Les atomes d'un gaz étant plus éloignés les uns des autres, la même masse de gaz occupe un espace plus important. Ainsi, la masse volumique d'un gaz est plus faible que celle d'un solide.

Exercice 3 : quelques conversions

1) Une « bonne » unité est une unité pratique.

2)

$$120 \text{ g} = 120 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$20 \text{ kg} = 20 \cdot 10^3 \text{ g}$$

$$10 \text{ fm} = 10 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-10} \times 10^{15} \text{ fm}$$

$$= 2 \cdot 10^5 \text{ fm}$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-10} \times 10^9 \text{ nm} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ nm}$$

$$2 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{m}$$

$$150 \mu\text{m} = 150 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 150 \cdot 10^{-6} \cdot 10^9 \text{ nm} = 150 \cdot 10^3 \text{ nm}$$

$$15 \text{ cm} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$16 \text{ mm} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$15 \text{ dm} = 15 \cdot 10^{-1} \text{ m}$$

Exercice 4 : travail sur les puissances de dix

1) L'univers contient des objets infiniment grands et des objets infiniment petit. Pour comparer ces deux extrêmes facilement, il est nécessaire d'exprimer leurs dimensions grâce à des puissances de dix.

2) $1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$; $4,2 \cdot 10^{-9} \text{ g}$; $1,20 \cdot 10^2 \text{ m}$; $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$; $8,70 \cdot 10^{-13} \text{ m}$; $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

3)

$$\frac{10^5}{10^2} = 10^3 ; \quad \frac{10^2}{10^{-5}} = 10^7 ; \quad 10^2 \times 10^5 = 10^7 ;$$

$$(10^5)^2 = 10^{10} ; \quad \frac{10^5 \times 10^{-3}}{10^2} = 10^0 = 1$$

Exercice 5 : notation symbolique et isotopie

1)

Notation symbolique	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre de nucléons
${}_{26}^{56}\text{Fe}$	26	30	56
${}_{16}^{32}\text{S}$	16	16	32

${}_{16}^{32}\text{S}$	16	6	22
${}_{26}^{30}\text{Fe}$	26	4	30

- 2) Deux noyaux sont isotopes lorsqu'ils possèdent le même nombre de proton mais un nombre de neutron différent.
- ⇒ Les deux noyaux de fer sont des isotopes.
- ⇒ Les deux noyaux de soufre sont des isotopes.

Exercice bilan : le carbone

La majorité des atomes de carbone nous constituant sont des atomes de carbone 12 dont le noyau contient 6 protons et 6 neutrons.

- 1) ${}_{6}^{12}\text{C}$
- 2) $m = 12 \times m_n = 12 \times 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 20,4 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- 3)

$$\frac{m_n}{m_e} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1868 \approx 2000$$

Un nucléon est 2000 fois plus lourd qu'un électron.

4)

On retrouve ici que la masse de l'atome est approximativement égale à celle du noyau : l'atome pèse $20,4 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

5)

$$\text{nombre d'atomes} = \frac{\text{masse de la mine}}{\text{masse d'un atome}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ g}}{20,4 \cdot 10^{-27} \cdot 10^3 \text{ g}} = 4,9 \cdot 10^{20} \text{ atomes}$$

Cependant, une partie des atomes de carbone présents sur Terre sont des atomes de carbone 14, dont le noyau se représente ainsi ${}^{14}\text{C}$.

- 6) Ce noyau est un noyau de carbone, donc contient 6 protons. Il contient de plus $14 - 6 = 8$ neutrons.
- 7) Ces deux noyaux contiennent le même nombre de protons mais un nombre de neutron différent : ce sont donc des isotopes.