

Exercices sur l'atome et les ions

Pour tous les exercices :

Données :

- Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Masse du proton : $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- Masse du neutron : $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- Masse d'un électron : $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

Tableau périodique des éléments

[illegible]

Exercice 1 : complétez le tableau suivant

Élément	Fluor	Phosphore	Béryllium	Chrome	Sodium
Symbole du noyau de l'atome	${}^{19}_{9}\text{F}$	${}^{31}_{15}\text{P}$	${}^9_4\text{Be}$	${}^{51}_{24}\text{Cr}$	${}^{23}_{11}\text{Na}$
Nombre de protons Z	9	15	4	24	11
Nombre de masse A	19	31	9	51	23
Nombre de neutrons	$19 - 9 = 10$	$31 - 15 = 16$	$9 - 4 = 5$	$51 - 24 = 27$	$23 - 11 = 12$
Nombre d'électrons	9	15	4	24	11
Ion formé si l'atome...	gagne 1 électron F^-	gagne 3 électrons P^{3-}	perd 2 électrons Be^{2+}	perd 3 électrons Cr^{3+}	perd 1 électron Na^+
Charge électrique de l'ion formé	$-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$-3e = -3 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = -4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$2e = +2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$3e = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Exercice 2 :

On considère l'atome de chrome 52 de symbole $^{52}_{24}\text{Cr}$

- 1) Donner la composition de cet atome.

24 protons

$$52 - 24 = 28 \text{ neutrons}$$

24 électrons

- 2) Calculer la charge électrique du noyau de cet atome.

Seuls les protons ont une charge dans le noyau.

$$Q_{\text{noyau}} = \text{nb protons} \times \text{charge 1 proton} = 24 \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$= 3,84 \times 10^{-18} \text{ C}$$

- 3) Calculer la masse du noyau de cet atome.

$$\begin{aligned} m_{\text{noyau}} &= (\text{nb protons}) \times \text{masse 1 seul proton} + (\text{nb neutrons}) \times \text{masse 1 seul neutron} \\ &= 24 \times 1,673 \times 10^{-27} + 28 \times 1,675 \times 10^{-27} \\ &= 8,705 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \end{aligned}$$

- 4) Calculer la masse de l'atome. On comparant les deux dernières questions, que peut-on en conclure ?

A la masse du noyau, on ajoute celle des électrons.

$$\begin{aligned} m_{\text{atome}} &= m_{\text{noyau}} + m_{\text{électrons}} \\ &= 8,705 \cdot 10^{-26} + (\text{nb d'électrons}) \times \text{masse 1 seul électron} \\ &= 8,705 \times 10^{-26} + 24 \times 9,10 \cdot 10^{-31} \\ &= 8,707 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \end{aligned}$$

Donc $m_{\text{atome}} \approx m_{\text{noyau}}$. La masse des électrons est négligeable devant celle du noyau.

- 5) L'atome de chrome 51 existe aussi dans la nature. Ecrire le symbole de son noyau.

Le chrome 51 a le même nb de protons que le chrome 52 car ils s'appellent tous les 2 chrome. Donc $Z = 24$

Donc $^{51}_{24}\text{Cr}$ et $^{52}_{24}\text{Cr}$.

6) Comment qualifie-t-on les atomes de chrome 51 et chrome 52 ?

$^{51}_{24}\text{Cr}$ et $^{52}_{24}\text{Cr}$ ont le même nombre de protons (24) mais un nombre de neutrons différents ($51-24=27$ neutrons et $52-24=28$ neutrons respectivement). Ce sont des ISOTOPES.

Exercice 3 :

Le noyau d'un atome porte la charge électrique $q_{\text{noyau}} = 2,56 \cdot 10^{-18} \text{ C}$. Le nombre de nucléons A de cet atome est le double du nombre de protons Z.

1) Déterminer le numéro atomique Z de cet atome.

Charge du noyau = nb de protons \times charge 1 seul proton

$$q = Z \times e$$

$$\Rightarrow Z = \frac{q}{e} = \frac{2,56 \times 10^{-18}}{1,60 \times 10^{-19}} = 16 \text{ protons.}$$

2) En utilisant le tableau périodique, déterminer le nom et le symbole de cet élément.

Le numéro atomique est 16, donc il est en 16^e position dans le tableau. C'est le soufre S.

Tableau périodique des éléments

Légende

- Éléments radioactifs
- Éléments synthétiques
- Éléments naturels
- Éléments synthétiques en italique
- Éléments synthétiques en gras
- Éléments synthétiques en gras et italique
- Éléments synthétiques en gras et italique et synthétiques

S = soufre
en position
16.

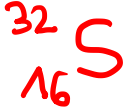
3) Déterminer le nombre de masse A.

D'après l'énoncé $A = 2Z \Rightarrow A = 2 \times 16 = 32$ nucléons

4) Déterminer la masse du noyau.

$$\begin{aligned} \text{masse noyau} &= \text{masse des nucléons} \\ &= A \times \text{masse 1 nucléon} \\ &= 32 \times 1,67 \times 10^{-27} = 5,34 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \end{aligned}$$

5) Donner le symbole complet de ce noyau.



Exercice 4 : un inconnu !



Un atome isolé est composé d'un certain nombre de protons, de 23 nucléons et de 11 électrons.

1) Définir les nucléons. Où les trouve-t-on ?

Les nucléons sont les protons + les neutrons.
On les trouve dans le noyau de l'atome.

2) Déterminer le numéro atomique du noyau de cet atome inconnu. Justifier la réponse et identifier le nom de cet élément.

L'atome est neutre, il a donc autant d'électrons que de protons. Donc $Z = 11$ protons. Cet atome est en 11^{ème} position dans le tableau périodique.
C'est le sodium Na.

3) En déduire la composition du noyau et donner son symbole.

$$\begin{aligned} &11 \text{ protons} \\ &23 - 11 = 12 \text{ neutrons} \Rightarrow {}^{23}_{11}\text{Na} \end{aligned}$$

4) Calculer la masse approchée (définir ce terme) de cet atome.

$$\begin{aligned} m_{\text{approchée}} &\simeq m_{\text{noyau}} \quad (\text{car la masse des électrons est négligeable}) \\ &\simeq A \times m_{1 \text{ nucléon}} \\ &\simeq 23 \times 1,67 \times 10^{-27} = 3,84 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \end{aligned}$$

- 5) Calculer le nombre N d'atomes de cet élément dans un échantillon de masse $m=23,20\text{g}$

$$\text{Nombre d'atomes} = \frac{\text{masse totale échantillon}}{\text{masse 1 seul atome}}$$
$$N = \frac{m}{m_{\text{atome}}} = \frac{23,20 \times 10^{-3}}{3,84 \times 10^{-26}} = 6,04 \times 10^{23} \text{ atomes}$$

Convertir en kg

- 6) Sachant que le rayon de cet atome est de $R_{\text{atome}}=190\text{pm}$, calculer le volume V_{atome} de cet atome. Exprimer le résultat en m^3 .
Aide : volume d'une sphère $V = 4/3 \cdot \pi R^3$ et $1\text{pm} = 10^{-12} \text{ m}$

$$V_{\text{atome}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{atome}}^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (190 \times 10^{-12})^3 = 2,87 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$$

- 7) Sachant que le rayon du noyau est 100 000 fois plus petit que celui de l'atome, calculer le volume du noyau de cet atome.

On calcule le Rayon du noyau.

$$R_{\text{noyau}} = \frac{R_{\text{atome}}}{100\,000} = \frac{190 \cdot 10^{-12}}{100\,000} = 1,9 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$V_{\text{noyau}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{noyau}}^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (1,9 \times 10^{-15})^3 = 2,87 \times 10^{-44} \text{ m}^3$$

- 8) Calculer le rapport $V_{\text{atome}}/V_{\text{noyau}}$ et conclure.

$$\frac{V_{\text{atome}}}{V_{\text{noyau}}} = \frac{2,87 \times 10^{-29}}{2,87 \times 10^{-44}} = 10^{15}. \text{ Le volume de l'atome est}$$

10^{15} fois plus grand que celui du noyau. L'atome est donc surtout fait de vide ! Il a une structure LACUNAIRE

Exercice 5 : une pépite ! (RESOLUTION DE PROBLEME)

La plus grosse pépite d'or trouvée en France a une masse $m = 543$ g.

Combien d'atomes d'or N contient cette pépite ?

Donnée :

Symbole du noyau d'or : Au ($Z = 79$; $A = 197$).

Masse d'un proton : $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

Masse d'un neutron : $m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ kg

Masse d'un électron : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg



$$\text{nombre d'atome} = \frac{\text{masse de la pépite}}{\text{masse 1 seul atome d'or}}$$

$$N = \frac{m}{m_{\text{atome}}} \quad \text{et} \quad m_{\text{atome}} = A \times m_{\text{nucleon}}$$

← convertir en kg

$$\Rightarrow N = \frac{543 \times 10^{-3}}{197 \times 1,67 \times 10^{-27}} = 1,65 \times 10^{24} \text{ atomes d'or dans la pépite}$$

Exercice 6 : ions

1) Définir : ions- anions-cations.

Ion : atome qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons -

Anion : ion négatif - C'est un atome qui a gagné un ou plusieurs électrons -

Cation : ion positif - C'est un atome qui a perdu un ou plusieurs électrons -

Astuce : on écrit cation avec un + .

Cation

2) Compléter le tableau

Symbole de l'atome ou de l'ion	Symbole du noyau	Charge	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
B	${}^{11}_5\text{B}$	0	5	6	5
Si	${}^{28}_{14}\text{Si}$	0	14	14	14
Mg^{2+}	${}^{25}_{12}\text{Mg}$	+2e	12	13	10
Cl^{-}	${}^{35}_{17}\text{Cl}$	-e	17	18	18
Fe^{3+}	${}^{30}_{26}\text{Fe}$	+3e	26	30	23

Exercice 8 : histoire d'alu...

Au cours d'une transformation chimique, tout se passe comme si un atome isolé d'aluminium Al perdait trois électrons. Le noyau de cet atome est caractérisé par $Z=13$ et $A=27$.

1) Donner la composition de cet atome.

13 protons donc 13 électrons (car atome neutre)
 $27 - 13 = 14$ neutrons.



2) Donner la composition de l'ion formé.

13 protons et 14 neutrons
 Il perd 3 électrons $\Rightarrow 13 - 3 = 10$ électrons.

3) De quel type d'ion s'agit-il ?

C'est un cation (il perd 3 e^{-}).

4) Calculer la charge de cet ion en l'exprimant en fonction de la charge élémentaire e puis en coulomb. En déduire la notation chimique de cet ion.

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

$$q = +3e = 3 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 4,8 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$\Rightarrow \text{Al}^{3+}$

Exercice 9 : composés ioniques

Document 1 : Liste d'ions

CATIONS	
Ag^+	ion argent
Ca^{2+}	ion calcium
Cu^{2+}	ion cuivre II
Fe^{2+}	ion fer II
Na^+	ion sodium
Mg^{2+}	ion magnésium
NH_4^+	ion ammonium
Ba^{2+}	ion baryum

ANIONS	
Cl^-	ion chlorure
S^{2-}	ion sulfure
OH^-	ion hydroxyde
SO_4^{2-}	ion sulfate
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	ion oxalate

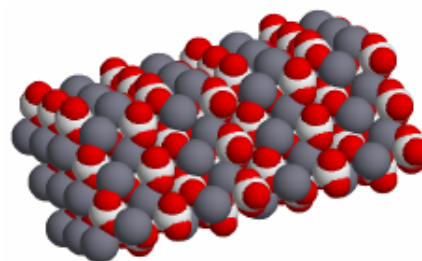
Document 2 : composés ioniques

Un composé ionique est un empilement régulier d'un très grand nombre d'anions et de cations, l'ensemble étant électriquement neutre.

La formule indique les proportions des ions constituant le composé ; elle s'établit en respectant la neutralité électrique

Exemple :

le carbonate de calcium dont la formule est CaCO_3 , formé d'ions Ca^{2+} (gris) et CO_3^{2-} (gris clair et rouge), les proportions étant 1 Ca^{2+} pour 1 CO_3^{2-}



Document 3 : Dissolution des composés ioniques

Certains composés ioniques sont solubles dans l'eau. Au cours de leur dissolution, l'empilement qui forme le composé ionique se « disloque » et les ions se séparent les uns des autres.

La réaction de dissolution du chlorure de calcium est, par exemple : $\text{CaCl}_{2(s)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 2 \text{Cl}^{-}_{(aq)}$

Question : Etablir la formule des composés ioniques et les équations de dissolution de ces composés ioniques dans l'eau :

	Ions présents		Formule du composé ionique	Equation de dissolution du composé ionique
	Cation	Anion		
Sulfate de cuivre II	Cu^{2+}	SO_4^{2-}	CuSO_4	$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
Sulfate de fer II	Fe^{2+}	SO_4^{2-}	FeSO_4	$\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
Chlorure de magnésium	Mg^{2+}	Cl^-	MgCl_2	$\text{MgCl}_2 \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$
Chlorure de calcium	Ca^{2+}	Cl^-	CaCl_2	$\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$
Chlorure de sodium	Na^+	Cl^-	NaCl	$\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
Sulfate de sodium	Na^+	SO_4^{2-}	Na_2SO_4	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
Hydroxyde de sodium (soude)	Na^+	OH^-	NaOH	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
Nitrate d'argent	Ag^+	NO_3^-	AgNO_3	$\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$
Oxalate d'ammonium	NH_4^+	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2 \text{NH}_4^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
Chlorure de baryum	Ba^{2+}	Cl^-	BaCl_2	$\text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$