

Exercices sur le modèle de l'atome

Classification périodique des éléments

Exercice 1 :

Le noyau d'un atome porte une charge de $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. La masse de cet atome est de $1,494 \cdot 10^{-26} \text{ Kg}$.

- 1- Quel est son numéro atomique ?
- 2- Combien de nucléons comporte-t-il ?
- 3- Donner la formule électronique de cet atome.
- 4- Dans quelle période et dans quelle colonne du tableau de classification périodique se trouve-t-il ? Justifier votre réponse
- 5- Identifier et donner le nom de famille de cet atome.

On donne :

$$m_p = m_n = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Exercice 2 :

Un atome de carbone a pour numéro atomique 6 et pour nombre de nucléons 12.

- 1- Combien a-t-il de protons ?
- 2- Combien a-t-il de neutrons ?
- 3- Combien a-t-il d'électrons ? Donner sa formule électronique.
- 4- Quelle est la masse du noyau, et de l'atome entier ?

Données :

$$m_e = 9,109\,39 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,672\,62 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,674\,93 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Exercice 3 :

Un atome de carbone 12 est constitué d'un noyau comportant 12 nucléons et de 6 électrons.

1- Combien y-t-il de nucléons de chaque type dans le noyau d'un atome de carbone 12 ?

2- La masse d'un nucléon est $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

2-1- Quelles est la masse des nucléons dans le noyau d'un atome de carbone 12 ?

2.2- Calculer la masse des nucléons formant une mole de noyaux de carbone 12 (on rappelle la valeur de la constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}$).

3- Combien y-a-il d'électrons dans une mole d'atomes de carbone 12 ? Quelle masse cela représente-t-il, la masse d'un électron étant $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

4- la masse des électrons d'une mole d'atomes est-il négligeable devant la masse d'une mole de noyaux d'atomes de carbone 12 ? Justifier votre réponse.

5- En déduire la masse d'une mole d'atome de carbone 12 en utilisant 3 chiffres significatifs.

Exercice 4 :

Le noyau de l'atome d'hydrogène est assimilé à une sphère de rayon $R = 10^{-15} \text{ m}$. La masse du noyau est $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Quelle est la masse volumique du noyau de cet atome ?

On donne : Volume d'une sphère : $\frac{4}{3} \pi R^3$

Exercice 5 :

La quantité de matière (mol) contenue dans un petit cube d'aluminium de côté a , est égale à 0,8 mol.

La masse volumique de ce métal est $2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. $M(\text{Al}) = 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Calculer la masse, puis le volume et enfin le coté du cube.

Exercice 6 :

1- On considère les atomes suivants caractérisés par le couple (Z, A) :

(7,14) ; (4,9) ; (16,31) ; (8,16) ; (7,15) ; (8,17) ; (16,32) ; (8,18)

- Donner la signification de A et Z.
 - Combien d'éléments chimiques sont représentés ? Donner leurs noms.
 - Représenter les différents noyaux de ces éléments.
 - Indiquer les noyaux isotopes du même élément chimique après avoir donné la définition du mot isotope.
- 2) Un atome X dont le noyau contient 14 neutrons a une charge totale égale à $2,08 \cdot 10^{-18} \text{ C}$.
- Quel est son numéro atomique et son nombre de masse.
 - Combien d'électrons cet atome a-t-il ? Justifier.
 - Donner sa place dans le tableau de la classification périodique puis son schéma de Louis.
 - Quel ion cet atome a tendance à donner ?
- 3) Le métal X a une masse volumique égale à $2,7 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3$.

Combien d'atomes peuvent contenir un dé cubique de 1 cm de côté de métal X?

Données :

La charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

La masse d'un proton est sensiblement égale à celle du neutron $m_p \approx m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

N.B : la masse des électrons est supposée négligeable devant celles des protons et des neutrons.

Exercice 5 :

Le rayon d'un noyau d'Uranium 238 vaut $R_U = 7,4 \text{ fm}$.

La masse de ce noyau est de $m_U = 3,97 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$.

- Calculer le volume du noyau en m^3 .
- Calculer la masse volumique de ce noyau en $\text{kg} \cdot \text{m}^3$.

3- La terre a une masse de $5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ et un rayon de 6370 km . Quel serait son volume si sa masse volumique était la même que celle du noyau d'Uranium 238.

4- Quel serait alors son rayon ?

Données :

Rayon d'une sphère de volume V :

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

Exercice 6 :

I- Atome et structure électronique :

- On donne le numéro atomique des atomes suivants : aluminium, Al ($Z=13$) ; Néon, Ne ($Z=10$)

1- Que représente la lettre Z pour le noyau de l'atome ?

2- Combien d'électrons possède chaque atome ? Justifier.

3- Etablir la structure électronique de chaque atome. Justifier votre réponse.

4- déterminer le nombre d'électrons sur la couche externe pour chaque atome.

5- L'un des atomes est susceptible de donner un ion. Le quel ? Quel est alors cet ion ? Justifier votre réponse.

II- Qu'est-ce qu'un ion ?

- C'est le chimiste suédois August Arrhenius qui fut le premier, vers 1880, à découvrir que certaines substances en solution se trouvent sous forme d'ions.

1- Compléter :

Un ion est un atome qui a ou..... un (ou plusieurs) électron(s).

- Le chlorure de sodium est un solide constitué d'ion de sodium Na^+ et d'ion de chlorure Cl^- .

2- Compléter le tableau suivant et les questions 3) et 4) avec les mots qui conviennent parmi cette liste :

Négatifs ; chlorure ; perdu ; sodium ; gagné ; chlore ; Na^+ ; Cl^- ; positifs ; é (certains mots peuvent être utilisés plusieurs fois).

Formation des ions	Formation des ions
<ul style="list-style-type: none"> Les atomes Na se transforment en ion 	<ul style="list-style-type: none"> Les atomes Na se transforment en ion
<ul style="list-style-type: none"> Les ions sont des atomes de qui ont un électron. 	<ul style="list-style-type: none"> Les ions sont des atomes de qui ont un électron.

3- Compléter : L'électron gagné par l'atome de a été donné par l'atome de

4- Compléter : Pour que la matière reste électriquement neutre, des ions Sont toujours associés à des ions

5- Compléter le tableau suivant :

Atome	Structure électronique de l'atome		Structure électronique de l'atome	Même structure électronique que	Symbole de l'ion
Ex : Li	K(2) L(1)	Perd un é	K(2)	He	Li^+
F	K(2) L(7)			Ne	
Mg	JK(2) L(8) M(2)			Ne	

III- Identifications des ions

Indications : Identification des ions en solution :

Ion	Ion chlorure Cl^-	Ion sulfate SO_4^{2-}	Ion cuivre II Cu^{2+}	Ion fer II Fe^{2+}	Ion fer III Fe^{3+}
Réactif	Solution de nitrate d'argent	Solution de chlorure de baryum	Solution de soude ou d'hydroxyde de sodium		
Couleur de précipité	Blanc (qui noircit à la lumière du soleil)	blanc	bleu	vert	rouille

Expliquer comment peut-on identifier les ions contenus dans la solution de chlorure de fer II.

Corrigés des exercices sur le modèle de l'atome

Classification périodique des éléments

Exercice 1 :

1- Le numéro atomique du noyau de l'atome :

$$Q = Z.e \Rightarrow Z = \frac{Q}{e} \Rightarrow Z = \frac{6,4.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} = 4$$

2- Le nombre de nucléons A du noyau de l'atome :

$$m_{at} = Z.m_p + (A - Z).m_n = A.m_p$$

$$A = \frac{m_{at}}{m_p} \Rightarrow A = \frac{1,494.10^{-26}}{1,66.10^{-27}} = 9$$

3- Structure électronique de l'atome :



4- Localisation de l'atome dans le tableau de classification périodique :

Le remplissage d'électrons se fait sur 2 couches donc l'atome se trouve à la deuxième période.

L'atome a 2 électrons dans la couche externe donc il se trouve à la deuxième colonne.

5- Identification et le nom de la famille de cet atome :

L'atome est le béryllium et il appartient à la famille des alcalino-terreux.

Exercice 2 :

1- Le nombre de protons :

Ici, $Z = 6$. L'atome de carbone a 6 protons.

2- Le nombre de neutrons :

Ici : $A = 12$, $N = A - Z = 12 - 6 = 6$

L'atome de carbone a 6 neutrons.

3- Le nombre d'électrons :

Le nombre de protons = nombre de neutrons=Z

L'atome de carbone a 6 électrons, sa formule électronique est : $K(2) L(4)$

4- La masse du noyau, et de l'atome :

La masse du noyau et de l'atome sont considéré comme étant égale à la somme des masses de leurs constituants.

Masse du noyau :

$$\begin{aligned}M_{\text{noyau}} &= 6m_p + 6m_n = 6(m_p + m_n) \\M_{\text{noyau}} &= 6 \times (1,672\,62 \cdot 10^{-27} + 1,674\,93 \cdot 10^{-27}) \\M_{\text{noyau}} &= 2,01 \cdot 10^{-26} \text{ kg}\end{aligned}$$

Masse de l'atome :

$$\begin{aligned}M_{\text{atome}} &= M_{\text{noyau}} + 6m_e = 2,01 \cdot 10^{-26} + 6 \times 9,109\,39 \cdot 10^{-31} \\M_{\text{atome}} &= 2,01 \cdot 10^{-26} \text{ kg}\end{aligned}$$

On remarque que la masse de l'atome est la même que celle du noyau à 3 chiffres significatifs près.

Exercice 3 :

1- Le nombre de nucléons :

Un noyau de carbone 12 contient 12 nucléons. L'atome de carbone étant neutre, puisqu'il est constitué de 6 électrons, le noyau contient autant de protons c à d $12-6=6$ protons ($q_p = -q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).

2-1- La masse d'un nucléon :

La masse des nucléons dans le noyau de l'atome de carbone 12 :

$$M_n = 12 \cdot m_n = 12 \times 1,67 \cdot 10^{-27} = 2 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

2.2- La masse des nucléons d'une mole de noyaux de carbone 12 est :

$$M_n \cdot N_A = 2 \cdot 10^{-26} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ kg} = 12,0 \text{ g}$$

3- Le nombre d'électrons dans un atome de carbone 12 :

Il y a 6 électrons dans un atome de carbone 12 : dans une mole d'atomes il y en a :

$$6 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 3,61 \cdot 10^{24} .$$

La masse correspondant est :

$$3,61 \cdot 10^{24} \times m_e = 3,61 \cdot 10^{24} \times 9 \cdot 10^{-31} = 3,25 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

4- la masse des électrons d'une mole d'atomes est-il négligeable devant la masse d'une mole de noyaux d'atomes de carbone 12 → Justification :

Masse d'une mole d'un atome de carbone 12 (12g) >> masse des électrons d'une mole d'atome de carbone 12 ($3,25 \cdot 10^{-3} \text{ g}$) La masse des électrons est négligeable.

5- La masse d'une mole d'atome de carbone 12 :

La masse des électrons étant négligeable donc la masse molaire de l'atome de carbone 12 est :

$M = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, valeur donnée avec 3 chiffres significatifs.

Exercice 4 :

La masse volumique du noyau μ_H :

Volume du noyau :

$$V = \frac{4}{3} \pi (10^{-15})^3 = 4 \cdot 10^{-45} \text{ m}^3$$

Masse volumique ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) = masse (kg) / volume (m^3)

$$\mu_H = \frac{m}{V} \Rightarrow \mu_H = \frac{1,67 \cdot 10^{-27}}{4 \cdot 10^{-45}} = 4 \times 10^{17} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Exercice 5 :

Masse(g)=quantité de matière (mol)/masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)

$$m(g) = \frac{n(mol)}{M(g \cdot mol^{-1})}$$

$$m = \frac{0,8}{27} = 21,6 \text{ g}$$

volume (m^3) = masse (kg)/masse volumique ($kg \cdot m^{-3}$)

$$V = \frac{m}{\mu} \Rightarrow V = \frac{21,6 \cdot 10^{-3}}{2700} 8 \cdot 10^{-6} m^3 = 8cm^3$$

$$V = a^3 = (2cm)^3 \Rightarrow a = 2cm$$

Le coté du cube mesure 2cm

Exercice 6 :

1- On considère les atomes suivants caractérisé par le couple (Z, A) :

(7,14) ; (4,9) ; (16,31) ; (8,16) ; (7,15) ; (8,17) ; (16,32) ; (8,18)

a- Signification de A et Z :

A : nombre de masse ou nombre de nucléons.

Z : nombre de proton ou numéro atomique ou nombre de charge.

b- Le nombre et le nom des éléments chimique représentés :

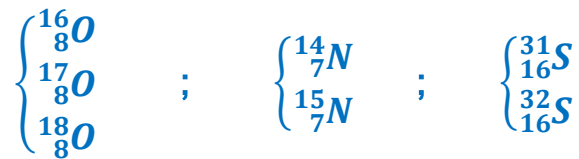
4 éléments sont représentés : oxygène O ; azote N ; bérélium Be et Soufre S.

c) Représentation des différents noyaux :



d) Identification des isotopes et définition du mot isotope :

isotopes : ensemble des nucléides qui ont le même nombre de proton Z mais de nombre de masse A différents.



2)

a) numéro atomique Z et son nombre de masse A de X :

$$Z = \frac{Q}{e} = \frac{2,08 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 13$$

$$A = Z + N \Rightarrow Z = 13 + 14 = 27$$

b) Le nombre d'électrons dans cet atome :

$Z' = Z = 13$ électrons, car dans l'atome, le nombre d'électrons est égale au nombre de protons.

c) La place dans le tableau de la classification périodique

L'atome X appartient au 3^{ème} ligne et à la 3^{ème} colonne.

d) L'ion que peut donner cet atome :

L'atome X a tendance à donner un ion X^{3+} c'est-à-dire un cation Al^{3+} .

3) Le nombre d'atomes peuvent contenir un dé cubique de 1 cm de côté de métal X :

Soit N le nombre d'atome qui se trouve dans le dé cubique

$$N = \frac{m}{M_{\text{atome}}}$$

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot a^3$$

$$M_{\text{atome}} = Zm_p + (A - Z)m_n = m_p(Z + A - Z) = A \cdot m_p$$

$$N = \frac{A \cdot m_p}{\rho \cdot a^3} \Rightarrow N = \frac{27 \times 1,67 \cdot 10^{-27}}{2,7 \cdot 10^3 \times (10^{-2})^3} \approx 5,99 \cdot 10^{25} \text{ atomes}$$

$$N \approx 6 \cdot 10^{25} \text{ atomes}$$

Exercice 5 :

1- Calcul du volume du noyau en m^3 :

$$R_U = 7,4 \text{ fm} = 7,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$
$$V_U = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (7,4 \times 10^{-15})^3 = 1,70 \cdot 10^{-42} \text{ m}^3$$

Le volume du noyau d'Uranium 238 est donc $V_U = 1,70 \cdot 10^{-42} \text{ m}^3$

2- Calcul de masse volumique de ce noyau en $kg \cdot m^3$:

$$\rho_U = \frac{m_U}{V_U} = \frac{3,97 \cdot 10^{-25}}{1,70 \cdot 10^{-42}} = 2,34 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot m^{-3}$$

La masse volumique de noyau d'Uranium 238 est donc de $2,34 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot m^{-3}$

3- Quel serait son volume si sa masse volumique était la même que celle du noyau d'Uranium 238 ?

On :

$$\rho_T = \rho_U = 2,34 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot m^{-3}$$

$$\rho_T = \frac{m_T}{V_T} \Rightarrow V_T = \frac{m_T}{\rho_T} = \frac{5,97 \cdot 10^{24}}{2,34 \cdot 10^{17}} = 2,55 \cdot 10^7 \text{ m}^3$$

Si la masse volumique de la terre était la même que celle du noyau d'Uranium 238, son volume serait de $2,55 \cdot 10^7 \text{ m}^3$.

4- Quel serait alors son rayon ?

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \times 2,55 \cdot 10^{17}}{4\pi}} = 183 \text{ m}$$

Si la terre avait la même masse volumique que le noyau d'Uranium 238, son rayon serait de 183 m seulement.

Exercice 6 :

I- Atome et structure électronique :

1- La lettre Z représente :

Le nombre de protons pour l'atome

2- Le nombre d'électrons que possède chaque atome :

L'aluminium a 13 électrons et le néon a 10 électrons car l'atome a d'autant d'électrons que de protons.

3- La structure électronique de chaque atome

Aluminium, Al (Z=13) soit K(2) L(8) M(3)

néon, Ne (Z=10) soit K(2) L(8)

La couche K est saturée pour 2é et la couche L est saturée pour 8é

4- Le nombre d'électrons sur la couche externe de chaque atome :

Pour l'aluminium, il y a 3 é sur la couche externe ; pour le néon, il y a 8 é sur la couche externe.

5- L'un des atomes est susceptible de donner un ion. Le quel ? Quel est alors cet ion ? Justifier votre réponse.

L'atome d'aluminium est susceptible de former un ion en perdant 3é. On obtient l'ion Al^{3+} qui a comme structure électronique K(2) L(8), celle d'un gaz rare ou noble.

II- Qu'est-ce qu'un ion ?

1- Compléter :

Un ion est un atome qui a **gagné** ou **perdu** un (ou plusieurs) électron(s).

2- Compléter le tableau :

Formation des ions sodium Na^+	Formation des ions chlorure
<ul style="list-style-type: none"> Les atomes Na se transforment en ion Na^+ 	<ul style="list-style-type: none"> Les atomes Cl se transforment en ion Cl^-
<ul style="list-style-type: none"> Les ions sodium sont des atomes de sodium qui ont perdu un électron. 	<ul style="list-style-type: none"> Les ions chlorure sont des atomes de chlore qui ont gagné un électron.

3- Compléter :

L'électron gagné par l'atome de **chlore** a été donné par l'atome de **sodium**.

4- Compléter :

Pour que la matière reste électriquement neutre, des ions **négatifs** sont toujours associés à des ions **positifs**.

5- Compléter le tableau :

Atome	Structure électronique de l'atome	L'ion formé	Structure électronique de l'atome	Même structure électronique que	Symbole de l'ion
Ex : Li	K(2) L(1)	Perd un é	K(2)	He	Li^+
F	K(2) L(7)	Gagne un é	K(2) L(8)	Ne	F^-
Mg	JK(2) L(8) M(2)	Perd 2 é	K(2) L(8)	Ne	Mg^{2+}

III- Identifications des ions

On prend 2 tubes à essai, on verse dedans 2 mL de solution de chlorure de fer III.

- Dans le 1^{er} On verse quelques gouttes de solution de nitrate d'argent. Un précipité blanc apparaît qui noircit à la lumière, **ce qui caractérise l'ion chlorure**.
- Dans le 2^{ème} On verse quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium. Un précipité rouille apparaît, **ce qui caractérise l'ion fer III**.