

Exercices de synthèse - Chimie

Quantité de la matière

Applications directes

1. Composition d'un atome

Soit un atome dont le noyau contient 30 neutrons et une charge totale égale à $4,0 \cdot 10^{-18}$ C.

- 1) Quel est le numéro atomique du noyau?
- 2) Quel est son nombre de nucléons A
- 3) Combien cet atome comporte-t-il d'électrons?

Donnée: la charge élémentaire est: $e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ C

2. Ordre de grandeur

La masse d'un grain de limaille de fer est: $m = 1,2$ mg

- 1) Evaluer la masse d'un atome de fer $Z = 26$; $A = 56$.
- 2) Combien d'atome de fer ce grain de limaille de fer contient-il?

Donnée: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg

3. Changement d'échelle

On considère un modèle d'atome d'hydrogène à notre échelle, en conservant les proportions : le noyau de l'atome est assimilé à une balle de tennis de rayon $r = 3,25$ cm; quel serait le rayon correspondant R de la sphère dans laquelle se déplace l'électron?

Donnée: le rayon du proton est de $1,2 \cdot 10^{-15}$ m et celui de l'atome d'hydrogène de $53 \cdot 10^{-12}$ m.

4. Masse volumique du noyau

Déterminer la masse volumique d'un noyau d'hélium constitué de quatre nucléons. On suppose qu'il est assimilable à une sphère de rayon égal à $1,9 \cdot 10^{-15}$ m .

Donnée: Masse du proton: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg .

Le volume d'une sphère de rayon r est $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$.

5. Composition d'atomes

Déterminer la composition (nombre de protons, neutrons et électrons) des atomes suivants:

^{28}Si ; ^3He ; ^4He ; ^{238}U ; ^{12}C ; ^{46}Ti ; ^{13}C ; ^{23}Na ; ^{14}C ; ^{47}Ti

Données: Numéros atomique des éléments:

He(Z=2); C(Z=6); Na(Z=11); Si(Z=14); Ti(Z=22); U(Z=92).

6. Echange d'électrons

Donner la notation complète de l'entité obtenue après les transformations suivantes:

- 1) Perte d'un électron par un atome de sodium 23.
- 2) Gain d'un électron par un ion $^{54}\text{Fe}^{3+}$
- 3) Gain d'un électron par un atome de fluor 19
- 4) Perte de trois électrons par un atome d'aluminium 27.

Données: Numéros atomiques des éléments: Z(Na) = 11; Z(Al) = 13; Z(F) = 9; Z(Fe) = 26.

7. Eléments communs

- 1) Quel est l'élément commun aux espèces suivantes: acide sulfurique: H_2SO_4 ;dioxyde de soufre SO_2 ; sulfate de cuivre CuSO_4 ; eau?
- 2) Quel est l'élément commun aux espèces suivantes: acide sulfurique H_2SO_4 ; dioxyde de soufre ; SO_2 sulfate de cuivre CuSO_4 ; sulfurique d'hydrogène H_2S

8. Symbole des éléments

- 1) Parmi les symboles des éléments suivants, déterminer ceux qui sont incorrects et puis les rectifier:
N; NA; he; Si; na; FE; hG .
- 2) Associer à chaque élément son symbole:
a- azote; silicium; phosphore; plomb; fer; fluor; sodium; argon ; neon ; aluminium .
b- Si ; Ne ; Pb ; Fe ; N ; Na ; Al; Ar; P; F.

9. Composition d'ions

1) Indiquer les nombres de protons, de neutrons et d'électrons des ions suivantes:

$^{53}\text{Cu}^{2+}$; $^{37}\text{Cl}^-$; $^{57}\text{Fe}^{3+}$; $^{64}\text{Cu}^{2+}$; $^1\text{H}^+$; $^{35}\text{Cl}^-$

2) Quels sont les isotopes?

Données: Z(Cu)= 29; Z(Cl) = 17; Z(H) = 1; Z(Fe) = 26

10. Composition de noyaux

- 1) Déterminer la composition des noyaux suivants: $^{32}_{16}\text{S}$; $^{14}_7\text{N}$; $^{33}_{16}\text{S}$; $^{14}_6\text{C}$; $^{15}_7\text{N}$; $^{30}_{14}\text{Si}$
- 2) Certains sont-ils isotopes d'un même élément?

11. Structure électronique

Déterminer la structure électronique des atomes ou ions suivants dans leur état fondamental:

C (Z=6) ; Mg²⁺ (Z=12) ; Cl⁻ (Z=17) ; K⁺ (Z=19) ; Si (Z=14).

12. Structure électronique du néon

1) Énoncer le principe de Pauli et le principe de Construction.

2) On considère l'atome de néon (Z =10) pour lequel on propose diverses formules électroniques:

(K)³(L)⁷ ; (K)²(L)⁶(M)² ; (K)¹(L)⁹ ; (K)²(L)⁸ ; (K)²(L)⁹

a- Quelles sont celles qui ne respectent pas le principe de Pauli? Que peut-on dire des atomes correspondants?

b- Parmi les formules respectant le principe de Pauli, quelle est celle qui correspond à l'état fondamental à l'atome de néon? Quelle est la couche externe?

Combien d'électrons comporte-t-elle?

13. Identification d'isotopes

Soit les atomes suivants caractérisés par le couple (Z,A): (8;16); (26;32); (8;18); (4;8); (4;9); (8;17).

1) Combien d'éléments sont représentés?

2) Quels sont les isotopes?

3) Nommer les éléments.

4) Donner leur structure électronique dans l'état fondamental.

14. Masse des atomes

1) Évaluer la masse d'un atome de mercure:

(Z= 80; A= 200)

2) Combien d'atomes de mercure contient une goutte de mercure?

Données: Volume d'une goutte: 0,050 mL

Masse volumique de mercure: **Hg**=13,6.10³ kg.m⁻³

15. Les éléments dans l'univers

1) Comparer les masses des atomes H et He avec celles des atomes C , O et Si , et justifier l'appellation d'éléments légers et lourds.

2) En utilisant le cours de Physique, indiquer comment on peut déterminer les éléments présents dans le Soleil ou les étoiles.

3) On pense actuellement que le noyau de la Terre est partiellement liquide et qu'il correspond à la composition: Fe₂₅₀ Ni₂₀ CrS₃₀

a) Calculer le pourcentage atomique de chacun des éléments et présenter les résultats grâce à un diagramme en barres.

b) La présence de fer liquide dans le noyau est à l'origine d'un phénomène utilisé par les Chinois pour l'orientation des navires dès le X^e siècle.

Quel est ce phénomène?

3) Quels sont les deux principaux éléments chimiques de l'hydrosphère?

Quel est leur pourcentage atomique?

16. Atmosphères planétaires

1) Rechercher, dans une encyclopédie, la composition moléculaire de l'atmosphère terrestre.

En déduire le pourcentage atomique des principaux éléments chimiques de l'atmosphère.

2) Les expériences réalisées à partir des sondes Mariner et Viking ont permis de déterminer la composition moléculaire de l'atmosphère de la planète mars: 96% de dioxyde de carbone; 2,5% de diazote; 1,5% d'argon.

Déterminer les pourcentages des éléments dans l'atmosphère martienne.

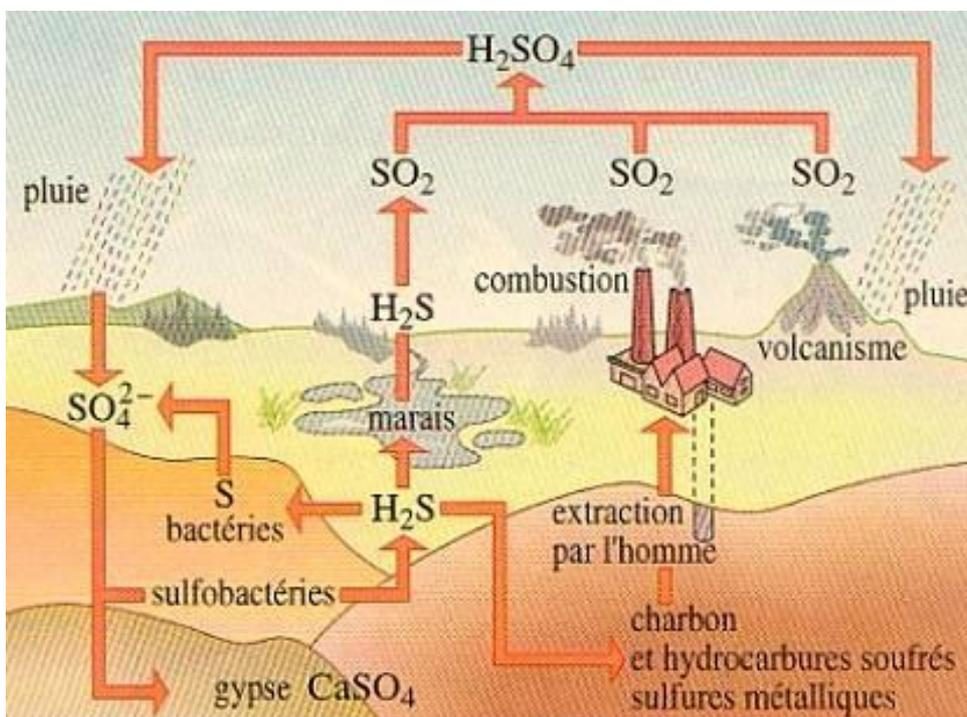
3) Jupiter est une énorme planète de 71000 km de rayon dont seuls les 2000 premiers kilomètre ont été analysés: sur 1000 molécules, on en trouve 900 km de dihydrogène, 99 d'hélium et 1 de méthane CH₄ .

4) Comparer la composition des atmosphères de ces trois planètes.

Quelles sont les principales causes des différences constatées?

17. Cycle géochimique du soufre

Le document ci-dessous représente le cycle géochimique de l'élément soufre. L'utiliser pour répondre aux questions suivantes:



<http://pravarini.free.fr/gaz-H2S.htm> : Sulfure d'hydrogène

- 1) Quelles sont les principales sources de dioxyde de soufre? Sont-elles naturelles ou d'origine humaine?
- 2) Que devient le dioxyde de soufre dans l'atmosphère?
Quelles sont les espèces chimiques nécessaires pour cette transformation?
- 3) Sous quelle forme l'élément soufre revient-il sur la Terre? Comment appelle-t-on le phénomène correspondant?
- 4) Sous quelles formes l'élément soufre est-il stocké dans la croûte terrestre?
- 5) Quel est le phénomène à l'origine du dégagement de sulfure d'hydrogène: **H₂S** dans l'atmosphère? Cette espèce est-elle stable dans l'atmosphère?

On donne:

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Charge de l'électron: $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Nombre d'Avogadro: $N = 6,02 \cdot 10^{23}$

Connaissances essentielles

1. Classification périodique

Identifier les propositions fausses et les rectifier.

Dans la Classification périodique:

- 1) Les éléments sont classés par nombre croissant de nucléon.
- 2) Chaque ligne du tableau est appelée périodique.
- 3) Une nouvelle période est utilisée chaque fois que le remplissage électronique fait intervenir une nouvelle couche.
- 4) Les éléments dont les atomes ont la même structure électronique externe sont disposés sur une même ligne.
- 5) Des isotopes correspondent à une même case de la Classification.
- 6) La colonne des gaz nobles suit celle des halogènes.

2. Trois «familles» d'éléments chimiques

Choisir la (ou les) bonne (s) réponse (s):

- 1) Les éléments situés dans la 1^{re} colonne de la Classification:
 - a- constituent la famille des halogènes;
 - b- ont des atomes avec un seul électron externe;
 - c- donnent facilement des cations;
 - d- présentent un caractère métallique.

2) Les halogènes:

- a- sont situés dans la 18^e colonne de la Classification;
- b- ont des atomes avec sept électrons externes;
- c- donnent facilement des anions porteurs d'une charge élémentaire.

3) L'hélium, le néon, l'argon:

- a- ont la même structure électronique externe;
- b- appartiennent à la même famille;
- c- existent sous forme diatomique dans la nature;
- d- ont une faible réactivité chimique.

Applications directes

3. Placer un élément

- 1) Soit l'élément X de numéro atomique 14. Etablir la structure électronique de l'atome correspondant.
- 2) Déduire, de la structure électrique, la période et la colonne de la Classification auxquelles appartient X.
- 3) Déterminer le nom et le symbole de cet élément.

4. Identifier un élément

L'atome d'un élément possède, dans l'état fondamental, trois électrons sur sa couche externe.

- 1) Sachant que cette couche est la couche L, déterminer le numéro atomique de X et établir la formule électronique complète de son atome.
- 2) Localiser cet élément dans la Classification.
- 3) Identifier X par son nom et son symbole.

5. Utiliser la Classification

Répondre aux questions suivantes:

- 1) a- Quel élément se trouve à l'intersection de la 2^e période et de la colonne de la Classification?
b- Combien l'atome correspondant possède-t-il d'électrons sur sa couche externe? Quel type d'ion a-t-il tendance à donner?
- 2) a- Quel est l'élément de la 2^e période qui a cinq électrons sur sa couche externe? Ecrire sa formule électronique complète. Quel type d'ion a-t-il tendance à donner?
b- Combien de liaisons covalentes doit-il établir pour obtenir un octet électronique?

6. Formation d'ion

- 1) Déterminer la place du sélénium (Z=34), du rubidium (Z=37) et du baryum (Z=56) dans la Classification périodique des éléments.

2) Par application de la règle de l'octet, déduire la formule des ions que donnent ces trois éléments.

7. Ions isoélectronique

1) On considère les ions: nitrure N^{3-} ; sodium Na^+ ; oxyde O^{2-} ; magnésium Mg^{2+} ; aluminium Al^{3+} ; fluorure F^- . Montrer, en utilisant la Classification, que ce sont des entités isoélectroniques.

2) Etablir leur structure électronique

3) En utilisant l'électroneutralité de la matière, donner la formule des solides ioniques suivantes: oxyde de sodium; fluorure d'aluminium; nitrure de magnésium.

8. L'élément phosphore

1) Rechercher, dans la Classification, la place de l'élément phosphore dont le symbole est P; en déduire le nombre d'électrons externes de l'atome correspondant.

2) Vérifier le résultat ci-dessus en établissant la formule électronique de l'atome de phosphore.

3) Quel type d'ion a-t-il tendance à donner?

4) Combien de liaisons covalentes doit-il établir pour obtenir une structure en octet?

9. $Si_x F_y$

1) Déterminer la place des éléments fluor ($Z=9$) et silicium ($Z=14$) dans la Classification.

2) Déduire, de leur place dans la Classification, le nombre de liaisons covalentes qu'ils peuvent établir.

3) Déterminer la formule du composé le plus simple constitué de ces deux éléments.

4) Vérifier le résultat précédent en établissant la représentation de Lewis de cette molécule. Préciser les doublets liants et non liants.

10. Nitrure de calcium

1) Déterminer la place des éléments azote ($Z=7$) et calcium ($Z=20$) dans la Classification.

2) Par application de la règle de l'octet, déduire la formule des ions que donnent ces deux éléments.

3) Déterminer la formule du nitrure de calcium.

11. Sulfure d'hydrogène

1) Déterminer la place des éléments soufre ($Z=16$) et hydrogène dans la Classification. Comment peuvent-ils satisfaire à la règle du duet ou de l'octet?

2) Combien de liaisons covalentes doivent-ils établir pour obtenir cette structure?

3) Etablir la formule de la molécule la plus simple formée uniquement à partir des éléments soufre et hydrogène.

4) Etablir la représentation de Lewis de cette molécule. Préciser les doublets liants et non liants.

5) En déduire la structure géométrique de la molécule.

Utilisation des acquis

1. Sulfure d'aluminium

- 1) Rechercher, dans la Classification, les éléments aluminium Al et soufre S. En déduire la formule des ions que donnent ces deux éléments.
- 2) L'aluminium réagit sur le soufre pour donner du sulfure d'aluminium, constitué d'ions aluminium et soufre.

En déduire le proportions relatives des ions sulfure et aluminium dans le cristal.

2. Famille des alcalino-terreux

- 1) Le magnésium appartient à la famille des alcalino-terreux. Quels sont les autres éléments de cette famille? Ces éléments sont-ils rares sur Terre?
- 2) Combien d'électrons externes possèdent les atomes alcalino-terreux? Quel type d'ion donnent-ils?
- 3) Quelle est la formule des composés ioniques que donnent les alcalino-terreux avec l'oxygène?
- 4) Ces éléments sont-ils considérés comme des métaux ou des non métaux? Justifier la réponse

3. Découvreurs d'éléments

Chercher, dans une encyclopédie, les noms des savants suivants: Cavendish; Scheele; Vauquelin; Balard; Davy. Préciser leur nationalité et l'époque à laquelle ils ont vécu. Attribuer, à chacun d'eux, l'élément qu'il a découvert.

4. Symbole et nom des éléments

En utilisant éventuellement une encyclopédie:

- 1) Donner l'origine du symbole des éléments suivants:

- a- mercure Hg;
- b- sodium Na;
- c- tungstène W;
- d- or Au;
- e- azote N;
- f- potassium K .

- 2) Donner l'origine du nom des éléments suivants:

- a- hélium He;
- b- lithium Li;
- c- azote N;
- d- phosphore P;
- e- chlore Cl;
- f- Chrome Cr

Connaissances essentielles

1. Définitions

Compléter les phrases suivantes:

- 1) Une mole d'atomes, de molécules, d'ions est la...¹..... d'un système contenant.....²..... atomes, molécules, ions.
- 2) La masse molaire.....³..... d'un élément est la masse d'une mole d'atomes de cet⁴....., les proportions .des différents⁵..... étant celles que l'on rencontre dans la nature.
- 3) La masse molaire moléculaire d'une espèce chimique⁶... représente la masse d'une mole de⁷.....
Elle est égale à la⁸.....des masses molaires atomiques des.....⁹..... présents dans la molécule.
- 4) On appelle¹⁰... molaire notée V_m le volume occupé par une¹¹.... d'une espèce chimique.

2. Vrai ou faux?

Les affirmations suivantes sont-elles vraies ou fausses? Rectifier celles qui sont fausses.

- a) La constante d'Avogadro n'a pas d'unité.
- b) La constante d'Avogadro vaut $6,02 \cdot 10^{-23} \text{ mol}^{-1}$.
- c) La constante d'Avogadro vaut $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- d) Deux moles d'atomes de fer contiennent $12,04 \cdot 10^{23}$ atomes de fer.
- e) La valeur de la masse molaire atomique d'un élément est toujours entière.
- f) La masse molaire moléculaire du dioxygène vaut 32g.
- g) Quelques soient la température et la pression, le volume molaire d'un gaz vaut $24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- h) Deux gaz différents contenus dans des flacons identiques; à la même température et à la même pression, contiennent la même quantité de matière.

3. Q.C.M.

Choisir la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1) La relation entre la masse m d'une substance, la quantité de matière n correspondante et sa masse molaire M est :

- a) $m = \frac{n}{M}$;
- b) $m = n \cdot M$
- c) $n = \frac{M}{m}$

2) Le volume V d'une espèce chimique, la quantité de matière n correspondante et le volume molaire V_m sont reliés par:

a) $V_m = n \cdot V$

b) $V = \frac{n}{V_m}$

c) $n = \frac{V}{V_m}$

Applications directes

4. Nombre d'atomes et quantité de matière

L'atome de manganèse a pour numéro atomique $Z = 25$ et possède 30 neutrons.

1) Évaluer la masse d'un atome de manganèse.

2) Combien un échantillon de manganèse de masse $m = 5,10$ g contient-il d'atomes de manganèse?

3) En déduire la quantité de matière correspondante.

Données: $m_{\text{neutron}} = m_{\text{proton}} = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹

5. Masse molaire atomique d'un élément

L'élément bore à l'état naturel est formé par un mélange de deux isotopes dont les pourcentages atomiques sont les suivants: $^{10}\text{B} = 19,64\%$; $^{11}\text{B} = 80,36\%$

Sachant que les masses d'une mole d'atomes de ces isotopes sont respectivement 10,0129g et 11,0093 g. calculer la masse molaire de l'élément bore naturel.

6. Quelques masses molaires moléculaires

Compléter le tableau suivant:

Nom	formule	M (g.mol ⁻¹)
.....	Cl ₂	.....
Dioxyde de carbone	.....	.....
Acide formique	CH ₂ O ₂	.....
Éthanal	C ₂ H ₄ O	.....

7. Masse et quantité de matière

1) Compléter le tableau suivant:

Nom	Formule	M (g.mol ⁻¹)	m(g)	n(mol)
Diazote	.....	.....	5,6	.....
Dichlorométhane	CH ₂ Cl ₂	.....	.....	0,31
.....	HCl	.....	5,6	.....
Dioxyde d'azote	NO ₂	.....	.....	0,3

2) Répondre aux questions suivantes en utilisant les résultats du tableau

- des masses égales d'espèces différentes contiennent- elles la même quantité de matière?
- des quantités de matière égales d'espèces différentes ont-elles la même masse?

8. Comprimé de Vitamine C

Un comprimé de vitamine C 500 contient une masse $m = 500$ mg de vitamine C de formule .

- Calculer la masse molaire moléculaire de la vitamine C.
- Calculer la quantité de matière de vitamine C contenue dans un comprimé.
- Calculer le nombre de molécules de vitamine C dans ce comprimé

Donnée: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

9. Prélèvement de quantité de matière

- Pour prélever 0,0200 mol de saccharose de formule C₁₂ H₂₂ O₁₁ , quelle masse doit-on peser?
- Pour prélever 0,30 mol de propanone de formule C₃ H₆ O de masse volumique 0,79g.cm⁻³, quel volume doit-on mesurer ?
Quelle verrerie va-t-on utiliser ?
- Pour prélever 0,30 mol d'eau de masse volumique 1,0g.cm⁻³, quel volume doit-on mesurer? Quelle verrerie va-t-on utiliser?

10. Iceberg

Un iceberg a un volume total $V = 5,0 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

La masse volumique de la glace vaut $\rho = 910 \text{ kg.m}^{-3}$.

- Calculer la quantité de matière d'eau contenue dans cet iceberg.
- En déduire le nombre de molécules d'eau contenues dans l'iceberg.

11. Volumes molaires de l'eau

1) A une température de 20 °C, la masse volumique de l'eau liquide vaut $1,0\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

Calculer le volume molaire de l'eau liquide à cette température.

2) A une température de -10 °C, la masse volumique de la glace est égale à $0,91\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Calculer le volume molaire de la glace.

12. Volume et quantité de matière

Complétez le tableau suivant, sachant que le volume molaire des gaz V_m vaut $24\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ dans les conditions choisies:

Nom	Formule	Volume	Quantité en mol
.....	H_2	1,2L	.....
butane	C_4H_{10}	.....	0,23
.....	NH_3	240cm^3	.....
Dioxyde de soufre	SO_2	.....	0,46

13. Synthèse de L'ammoniac

La synthèse industrielle de l'ammoniac s'effectue à partir de diazote et de dihydrogène. La masse journalière de diazote consommé dans une usine est de $1,19 \cdot 10^3$ tonnes.

1) Calculer le volume de diazote utilisé chaque jour.

Le volume molaire au diazote gazeux est pris égal à $25\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$

2) Le volume d'ammoniac gazeux obtenu est le double du volume de diazote utilisé. Calculer la masse d'ammoniac obtenu chaque jour.

14. Ascension d'un ballon

On gonfle un ballon de baudruche avec du méthane CH_4 et on le lâche. Il s'élève dans l'atmosphère et son volume augmente. Au cours de cette ascension, comment varie:

- la masse du méthane contenue dans le ballon,
- la quantité de matière de méthane correspondante,
- la masse volumique du gaz,
- le volume molaire du méthane ?

15. Masse molaire ionique

La masse molaire ionique d'une espèce ionique est la masse d'une mole d'ions. La masse molaire d'un ion monoatomique est égale à la masse molaire atomique de l'atome correspondant. La masse molaire d'un ion polyatomique est égale à la somme des masses molaires atomiques des atomes présents.

- 1) Quelles sont les valeurs des masses molaires ioniques des ions sodium, argent, fer (II) (Fe^{2+}), chlorure Cl^- et nitrate NO_3^-
- 2) Calculer la masse molaire du chlorure de sodium NaCl , du nitrate, d'argent AgNO_3 et du chlorure de fer(II) FeCl_2 .
- 3) Justifier l'affirmation en italique.