

CHIMIE

Collège Voltaire



(Elixir, Asmodée)

Polycopié d'exercices 1^{re} DF

Version THZ 2.0

Remerciements

Les échanges multiples de documents entre collègues rendent difficile le référencement détaillé des sources d'un travail de synthèse comme ce polycopié. Ces exercices proviennent en partie de créations des enseignants du groupe de chimie du collège Rousseau mais aussi des polycopiés des groupes de chimie des autres collèges de Genève. Je remercie chaleureusement toute personne ayant contribué à ce travail. Si vous souhaitez une version électronique de ce document je peux vous la faire parvenir sur simple demande. Bonne lecture et bon travail.

Table des matières

1	Sécurité au laboratoire	4
2	Théorie atomique et structure de l'atome	6
3	Mole	16
4	Structure électronique	20
5	Liaisons chimiques, nombre d'oxydation, valence	26
6	Structure tridimensionnelle et polarité	33
7	État dissous	37
8	Nomenclature inorganique	40
9	Réactions chimiques	46

-
- (th) exercice reprenant des notions théoriques
(mo) exercice mettant l'accent sur la représentation au niveau moléculaire
(ex) exercice d'entraînement de compétence
★ exercice important, qui entraîne une ou des compétence(s) fondamentale(s)
(🔪) exercice « pimenté », un peu plus dur

1 Sécurité au laboratoire

Savoir et savoir-faire

- ☐ lister les risques associés à la manipulation de produits chimiques
- ☐ citer le risque associé à chaque pictogramme de sécurité et inversement
- ☐ présenter les parties du corps les plus vulnérables et les moyens de les protéger
- ☐ lister les règles de comportement spécifiques aux manipulations en laboratoire
- ☐ présenter les règles concernant les déchets produits lors du laboratoire
- ☐ indiquer la position des moyens de protection dans le laboratoire

Exercices

1.1 (th) Lister les parties du corps les plus vulnérables. Comment les protéger ?

1.2 (th) Pourquoi est-il interdit de manger ou de boire dans un laboratoire ?

1.3 (th) Les talons hauts sont interdits au laboratoire. Pourquoi ?

1.4 (th) Les cheveux longs doivent être attachés au laboratoire. Pourquoi ?

1.5 (th) J'ai fini mon travail au laboratoire. Que dois-je faire avant de partir ?

1.6 (th) À la fin d'un laboratoire, je jette tous les liquides transparents dans l'évier mais on récupère ceux qui sont colorés. Vrai ou faux ?

1.7 (th) Le laboratoire est fait pour expérimenter. Une fois mon travail effectué, je peux essayer d'autres combinaisons de produits chimiques selon mon bon vouloir. Vrai ou faux ?

1.8 (th) Une fois que vous avez fini de manipuler des produits chimiques, vous pouvez arrêter de porter les lunettes de protection et enlever la blouse pour rédiger le rapport ou répondre aux questions. Vrai ou faux ?

1.9 (th) Durant un laboratoire, on évite de se toucher le visage. Pourquoi ?

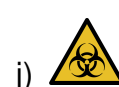
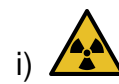
1.10 (th) Gaston travaille-t-il de façon conforme aux consignes de sécurité que vous avez reçues ?



1.11 (th) Après avoir manipulé des produits chimiques au laboratoire, vous sentez une sensation étrange sur l'un de vos doigts. Que faites-vous ?

1.12 ★ (th) Indiquez où se situe dans votre laboratoire la couverture anti-feu, l'extincteur, les anti-acides et anti-bases, les « rince-yeux », la douche ?

1.13 ★ (th) Voici une liste de symboles de danger concernant les produits chimiques. Expliquez ce que signifie chaque symbole, présentez ce à quoi il faut faire attention et comment se protéger dans chaque cas.



1.14 ★ (th) Voici plusieurs phrases mentionnant un danger. Attribuez le pictogramme correspondant :

- a) Peut provoquer le cancer par inhalation (H350i).
- b) Nocif en cas d'ingestion (H302).
- c) Peut provoquer une allergie cutanée (H317).
- d) Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique (H410).
- e) Peut altérer la fertilité (H360F).
- f) Susceptible d'induire des anomalies génétiques (H341).
- g) Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves (H314)
- h) Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément (H260)

2 Théorie atomique et structure de l'atome

Vocabulaire à comprendre et à maîtriser

atome	molécule	ion	modèle
nuage électronique	noyau atomique	particule élémentaire	électriquement neutre
électron	proton	neutron	élément
isotope	masse atomique	numéro atomique	nombre de masse

Symboles

e^-	n^0	p^+	A
A_r	Z		

Compétences à maîtriser

- ☐ présenter la théorie atomique
- ☐ faire des liens entre la composition atomique et les propriétés macroscopiques
- ☐ expliquer ce qu'est un atome
- ☐ nommer les trois particules élémentaires de l'atome
- ☐ indiquer la charge et la masse simplifiée des trois particules élémentaires de l'atome
- ☐ spécifier où se trouvent les trois particules élémentaires dans un atome
- ☐ représenter un atome (nombre de chaque particule donné)
- ☐ comparer différents modèles de l'atome en spécifiant leurs limites
- ☐ comprendre qu'un électron ne peut pas être représenté comme une particule et ressemble plus à un nuage (probabilité de présence)
- ☐ indiquer le nombre de chaque particule élémentaire présente à l'aide de la notation des isotopes, et inversement
- ☐ expliquer la différence entre deux éléments chimiques
- ☐ expliquer la différence entre deux isotopes
- ☐ expliquer la différence entre un atome et un élément
- ☐ calculer la masse atomique d'un élément à partir des masses des isotopes
- ☐ donner la composition d'un atome à l'aide du tableau périodique

Exercices

Théorie atomique

- 2.1 ★ (th)** Expliquez ce qu'est la théorie atomique.
- 2.2 (th)** Comment sait-on qu'il y a des atomes dans la matière ?
- 2.3 (th)** Peut-on voir des atomes ou en faire des photos ?
- 2.4 (th)** Est-ce que les atomes sont sphériques ?
- 2.5 ★ (th)** Est-ce que les "petits objets dans la matière" sont toujours des atomes ou toujours des molécules ?
- 2.6 ★ (mo)** Est-ce que je dois représenter les atomes ou les molécules par des sphères pour raisonner, par exemple sur les états physiques ?
- 2.7 ★ (mo)** Comment une représentation moléculaire d'un état physique permet-elle d'expliquer les propriétés macroscopiques (observables, manipulables) ?
- 2.8 ★ (ex)** Dans chaque cas, comparez la propriété indiquée entre parenthèse à l'aide des représentations moléculaires ? (densité = masse volumique)
- a) (densité) deux gaz qui occupent le même espace, mais composés d'atomes différents en même quantité.
 - b) (densité) deux fois le même liquide qui occupe le même espace, mais avec plus d'espace entre les molécules.
 - c) (point d'ébullition) deux liquides, dont l'un a nettement plus de forces d'attraction entre les molécules que l'autre.
 - d) (point de fusion) deux solides, dont l'un a des molécules avec une forme géométrique permettant une bonne imbrication alors que l'autre pas.

Structure de l'atome

- 2.9 ★ (th)** Qu'est-ce qui compose un atome ? Comment est-ce agencé ? Comment le sait-on (cf. histoire de la chimie) ?
- 2.10 ★ (th)** Dans un atome, que peut-on dire sur le nombre :
- a) de protons par rapport au nombre d'électrons ?
 - b) de neutrons par rapport au nombre de protons ?
 - c) d'électrons par rapport au nombre de neutrons ?
- 2.11 ★ (th)** Pourquoi y a-t-il plusieurs modèles de l'atome ?
- 2.12 (th)** Comparez la théorie atomique et la théorie élémentaire. Laquelle dominait à quelles périodes de l'Histoire ? Pourquoi ?

2.13 (th) Écrivez la notation d'un isotope au choix et indiquez le nombre de chaque particule élémentaire qu'il contient.

2.14 ★ (th) Est-ce que le nombre d'électrons portés par un atome peut nous aider à identifier cet atome ? Expliquez votre réponse

2.15 (th) Pourquoi la connaissance du numéro atomique nous permet-elle de déduire le nombre d'électrons contenus dans un atome ?

2.16 ★ (th) Pourquoi le nombre de masse n'est pas suffisant pour connaître l'identité d'un atome ?

2.17 ★ (th) Expliquer la notion d'isotope

2.18 ★ (th) Expliquez la différence entre un atome et un élément.

2.19 (th) Complétez :

- a) Un élément est un ensemble d'atomes possédant le même nombre de
- b) Sont isotopes d'un élément les atomes qui ont le même nombre de
et un nombre différent de

2.20 (th) Complétez le texte ci-dessous avec des chiffres ou avec les mots de la liste suivante :

atome - élément - noyau - proton - neutron - électron - neutre - numéro atomique - nombre de masse - isotope

Tous les atomes d'un même élément ont un nombre égal de/d' dans leur noyau. Ce nombre est appelé À moins d'une indication contraire, un atome est électriquement, c'est-à-dire qu'il y a autant de/d' que de/d' En conséquence, le numéro atomique indique à la fois le nombre de/d' et le nombre de/d' Il est également possible de déduire le nombre de neutrons à partir du Ce dernier correspond grosso modo à la somme des et des contenus dans le d'un atome. Puisque le numéro atomique indique le nombre de/d', il est possible de déterminer la quantité de neutrons en soustrayant le du

Comme il l'a déjà été dit, tous les atomes d'un élément possèdent le même nombre de/d' (sinon, il ne s'agirait pas du même), mais certains ont plus de/d' que d'autres, et par conséquent, pèsent plus lourd. Les différentes formes atomiques d'un même élément s'appellent des Prenons, par exemple, le carbone, dont le numéro atomique est On trouve dans la nature trois isotopes de cet Le plus courant est le carbone Il constitue environ 99% du carbone naturel et possède neutrons. La majeure partie du 1% restant consiste en atome de l'isotope carbone 13, qui a sept Quant au troisième isotope, le carbone 14, il a huit

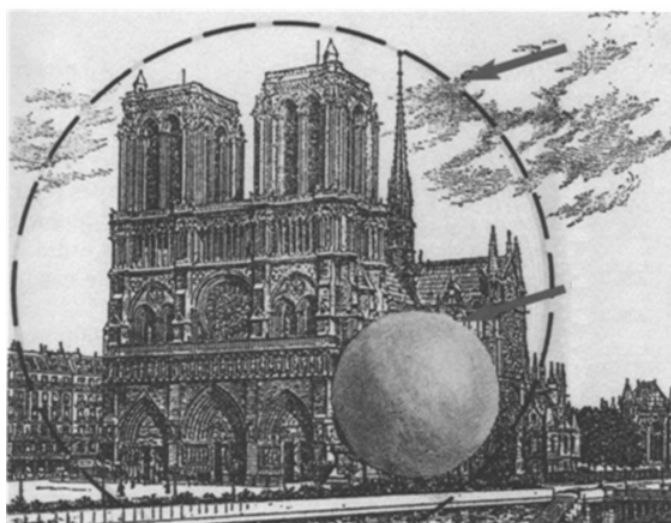
2.21 ★ (mo) Donnez le symbole chimique (notation de l'isotope) de l'hélium-4 et modélisez-le (dessinez-le) avec un maximum de détail.

2.22 ★ (mo) Pourquoi les atomes n'ont-ils pas tous la même taille ?

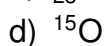
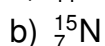
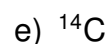
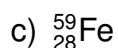
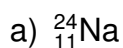
2.23 (mo) Comment la taille d'un atome qui a perdu un électron (ensemble positif que l'on appelle un cation), serait-elle modifiée par rapport à l'atome ? Et si un électron était ajouté (ensemble négatif que l'on appelle un anion) ? (✍)

2.24 ★ (mo) Le diamètre « standard » d'un atome est d'environ 10^{-10} m (0,1 nanomètre, 1 Ångström) alors que le diamètre d'un noyau, composé de plus petites particules encore, est d'approximativement 10^{-15} m (un femtomètre).

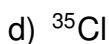
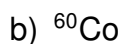
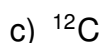
- Combien de fois plus petit est le noyau par rapport à l'atome ?
- Combien d'atomes sont alignés dans la longueur du tiret suivant : - (longueur 1 mm) ?
- Si le noyau d'un atome faisait la taille de ce point • (diamètre 1 mm), quelle serait, toutes proportions gardées, la taille d'un atome entier ?
- De quoi est faite la majeure partie du volume d'un atome ?
- Quelle est la dimension de l'atome et du noyau en Ångström ?
- Expliquez la signification des images ci-dessous à l'aide des réponses précédentes :



2.25 ★ (mo) Représentez la composition des noyaux suivants :



2.26 (ex) Combien y a-t-il de neutrons dans chacun des atomes suivants ?



2.27 ★ (ex) Complétez le tableau ci-dessous :

nom de l'élément	symbole de l'atome	Z	nombre de neutrons	A
	^{32}S			
		8	8	
		8		18
potassium			20	

Qu'ont en commun les deux atomes d'oxygène figurant dans ce tableau ?

2.28 (ex) Complétez le tableau ci-dessous, en faisant des choix si cela est nécessaire :

nom de l'atome	symbole	nombre de protons	nombre de neutrons	nombre d'électrons	Z	A
hélium			2			
		12				
hydrogène		1				1
oxygène			8			
étain						120
				10	11	
			36			64

2.29 (ex) Quel est l'atome dont le nombre de masse est de 112 et le numéro atomique égal à 48 ? Donnez le nombre de chacune des particules qui le composent.

2.30 ★ (ex) Donnez deux exemples d'isotopes pour lesquels le nombre de protons est le même que celui des neutrons.

2.31 ★ (ex) Citez un point commun et une différence entre le fluor-19 et le fluor-20.

2.32 ★ (ex) Soit un atome de sodium-23. Quel serait le symbole si :

- a) on pouvait lui ajouter un proton.
- b) on pouvait lui ajouter un neutron.
- c) on pouvait lui enlever un électron

2.33 ★ (ex) Combien de chaque nucléon se trouvent dans les isotopes suivants :

- a) $^{24}_{11}\text{Na}$
- b) $^{148}_{58}\text{Ce}$
- c) $^{59}_{26}\text{Fe}$
- d) $^{97}_{43}\text{Tc}$
- e) $^{137}_{56}\text{Ba}$
- f) $^{17}\text{O}^{2-}$

2.34 ★ (ex) Utilisez la notation correcte pour les isotopes ci-dessous :

- a) 12 protons, 16 neutrons
- b) 19 protons, 26 neutrons
- c) 46 protons, 55 neutrons
- d) 58 protons, 76 neutrons
- e) 56 neutrons, 40 électrons
- f) 46 neutrons, 51 électrons
- g) 37 protons, 55 neutrons, 37 électrons
- h) 20 protons, 22 neutrons, 18 électrons (✍)
- i) 17 protons, 20 neutrons, 18 électrons (✍)

2.35 ★ (ex) Précisez dans chaque cas s'il s'agit de deux isotopes ou pas :

- a) $^{24}_{11}\text{Na}$ et $^{23}_{11}\text{Na}$
- b) ^{97}Tc et ^{105}Tc
- c) ^{15}O et ^{15}N
- d) $^{148}_{58}\text{Ce}$ et $^{148}_{59}\text{Ce}$

2.36 (ex) Considérant l'isotope le plus abondant, à quel élément appartient un atome : (✍)

- a) dont la somme des protons et des neutrons vaut 80 ?
- b) dont le numéro atomique vaut la moitié de la masse atomique de l'argent ?
- c) dont la somme des protons et des électrons vaut 26 ?

2.37 ★ (ex) Un atome possède 70 neutrons et 51 protons.

- a) Quel est son nombre de masse ?
- b) A quel élément appartient-il ?
- c) Proposez un autre isotope de cet élément.

2.38 (ex) L'isotope principal de l'élément chrome et celui de l'élément vanadium ont-ils le même nombre de neutrons ? Justifiez votre réponse. (✍)

2.39 (ex) Les isotones sont des nuclides qui ont le même nombre de neutrons. (✍)

- a) Donnez un isotone du carbone-14.
- b) Quels isotopes de l'argon et du calcium sont des isotones du potassium-40.
- c) Quels sont les isotopes du nickel et du chrome sont isotones du fer-56 ?

2.40 (ex) Soit le noyau d'uranium-238

- a) Combien contient-il de neutrons ?
- b) Sachant que la masse du neutron vaut $1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg, que la masse du proton vaut $1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg et que la masse d'un noyau de est voisine de $3,977 \cdot 10^{-27}$ kg, que constatez-vous ? (✍)

2.41 (ex) Lisez cet extrait de « Nous les dieux » de Bernard Werber. L'auteur commet deux erreurs grossières. Lesquelles sont-elles ? Justifiez votre réponse.

« Héphaïstos reprend son cours :

- Dans le chaudron originel tous les éléments sont séparés. À vous de rassembler harmonieusement les trois forces élémentaires : l'électron négatif, le neutron neutre et le proton positif afin de parvenir à la première architecture fondamentale, l'atome. Attention, il ne suffit pas d'associer les ingrédients, il importe aussi de bien les situer. Chaque électron doit être placé sur la bonne orbite sinon il se détache. Cette matière qui nous entoure, si nous pouvions l'observer avec des microscopes suffisamment puissants, nous constaterions qu'elle est essentiellement constituée de vide. C'est l'agitation de ces particules qui produit l'effet de matière. Bien, passons au premier exercice : fabriquer de l'hydrogène. Pour cet atome simple, un noyau et un électron suffiront. L'hydrogène est notre première création ex nihilo. Nous la réussissons tous sans trop de difficulté.

- Passez à l'hélium. Deux électrons et un proton.

Là encore, aucun problème. Héphaïstos nous invite alors à donner libre cours à notre créativité.»

2.42 (ex) L'ingénieur Wolff décrit le fonctionnement d'une « pile » nucléaire (réacteur nucléaire) à Tintin et au capitaine Haddock.



- Expliquez en détail ce qui différencie l'U-238 de l'U-235 radioactif (votre réponse ne doit pas porter sur la radioactivité de l'U-235).
- Complétez la phrase suivante par le terme scientifique approprié : « l'U-238 et l'U-235 sont deux de l'uranium ».
- Proposez une autre manière de symboliser ce même U-235.

2.43 (ex) Soient ${}^3_1\text{X}$ et ${}^{23}_{11}\text{X}$

- A quels éléments ces isotopes appartiennent-ils ?
- Combien de neutrons contiennent-ils chacun ?

2.49 (ex) On analyse un échantillon de combustible provenant d'une centrale nucléaire. Voici les résultats partiels de cette analyse :

a) Complétez le tableau.

symbole de l'isotope	masse atomique	nombre de protons	nombre de neutrons	abondance dans l'échantillon analysé
	235	92		82%
	235		142	7%
^{238}U				11%

b) Comparez les trois atomes représentés par ces informations.

c) Comment pouvez-vous être sûr que l'échantillon analysé n'a pas été recueilli dans la nature ? Donnez deux raisons. (✍)

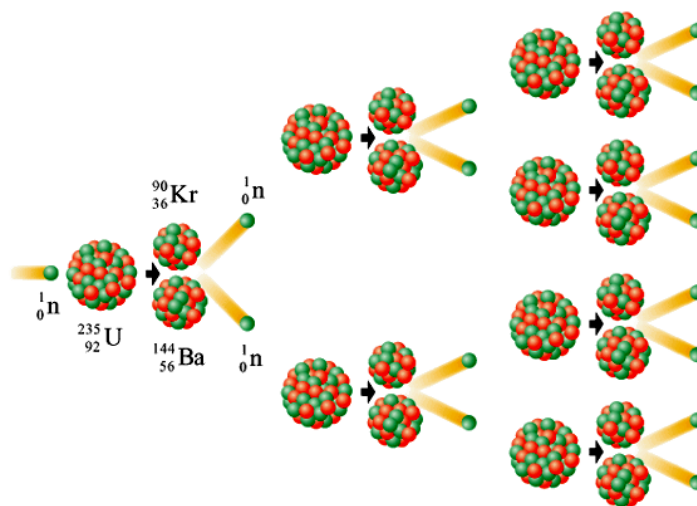
2.50 (ex) L'élément cuivre est constitué de deux isotopes. L'un possède 34 neutrons, alors que l'autre en possède 36.

a) Notez ces deux isotopes selon la notation habituelle.

b) Sur la base de la masse atomique relative figurant sur votre tableau périodique, calculez l'abondance approximative de chacun de ces isotopes. (✍)

2.51 (ex) Pourquoi certains isotopes sont-ils radioactifs ? (✍)

2.52 (ex) À l'aide du schéma ci-dessous,



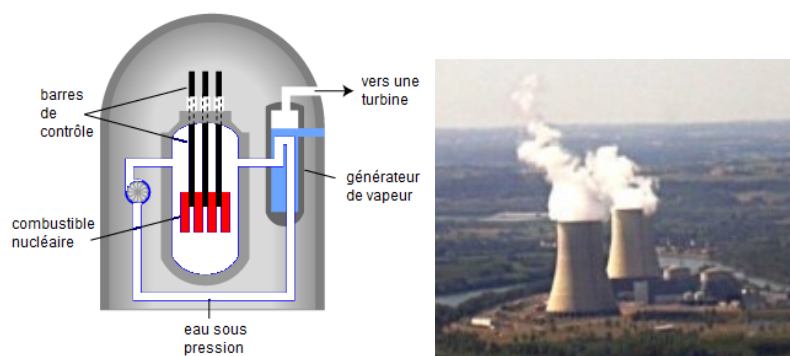
a) Expliquez ce qu'est une réaction en chaîne.

b) Quelle différence et quels points communs y a-t-il entre une centrale nucléaire et une bombe atomique ?

c) Expliquez comment les barres de contrôle permettent de diminuer l'énergie de la centrale nucléaire.

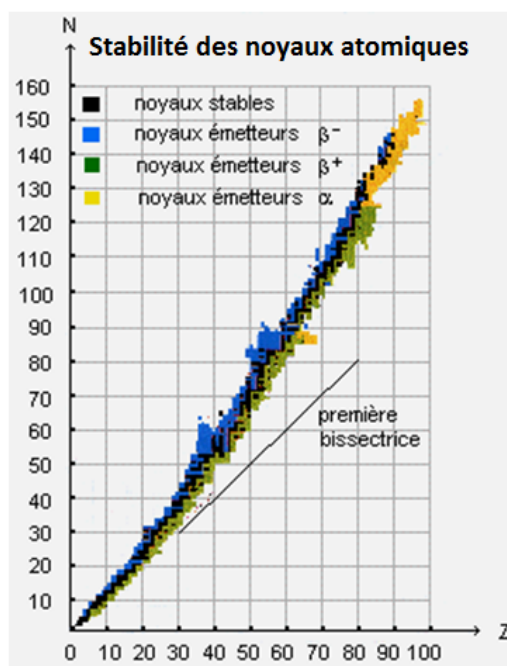
d) Expliquez à l'aide du niveau moléculaire comment une réaction nucléaire chauffe de l'eau.

2.53 (ex) Voici un schéma d'une centrale nucléaire :



- Expliquez simplement comment fonctionne une centrale nucléaire.
- Quelle est la composition de la fumée qui sort de la cheminée d'une centrale nucléaire. Est-elle radioactive ?
- Quel est, selon vous, le principal problème généré par une centrale nucléaire ?

2.54 (ex) Regardez le graphique illustrant « la stabilité des noyaux atomiques », puis répondez aux questions suivantes.



- Quel est le nombre maximum de protons qu'un noyau peut posséder, tout en étant stable ?
- Quel est le nombre maximum de neutrons qu'un noyau peut posséder, tout en étant stable ?
- Le noyau d'un atome comportant 30 protons et 60 neutrons est-il stable ? Si on arrivait à le fabriquer, que se passerait-il ?

3 Mole

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

mole	nombre d'Avogadro	masse atomique	masse molaire
masse moléculaire	espèce chimique		

Symboles

A_r M N_A N m n

Savoirs et savoir-faire

- ☐ citer la valeur de la constante d'Avogadro
- ☐ calculer une masse moléculaire
- ☐ expliquer la différence entre la masse atomique/moléculaire et la masse molaire (atomique/moléculaire)
- ☐ expliquer pourquoi la notion de mole est utilisée
- ☐ déterminer la masse d'une substance à partir du nombre de mole, et inversement
- ☐ déterminer la masse d'une substance à partir du nombre d'atomes ou de molécules, et inversement
- ☐ différencier le nombre d'atomes, de molécules ou d'ions lors des calculs

Exercices

Masse molaire

3.1 (th) Comparez la masse atomique molaire et la masse atomique.

3.2 ★ (th) Comment déterminer la masse atomique d'une substance ? Celle du fer, par exemple.

3.3 ★ (th) Comment déterminer la masse moléculaire d'une substance ? Celle du Fe_2O_3 , par exemple.

3.4 (th) Quelle est l'unité de

- a) la masse atomique ?
- b) la masse atomique molaire ?
- c) la masse moléculaire ?

3.5 (mo) D'où vient la masse des atomes, des ions, et des molécules ?

3.6 (mo) Pourquoi la masse d'un échantillon n'est pas toujours la même pour une même quantité de matière (même nombre d'espèces chimiques) ?

3.7 ★ (ex) Déterminez la masse atomique molaire des substances ci-dessous :

- | | | |
|-------|-------|---------------------|
| a) Mn | c) O | e) Au |
| b) Na | d) Pb | f) Zn^{2+} |

3.8 ★ (ex) Déterminez la masse moléculaire des substances ci-dessous :

- | | | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| a) FeO | c) Na_2SO_4 | e) NaOH | g) $\text{Al}_2(\text{S}_4)_3$ |
| b) O_2 | d) KMnO_4 | f) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | |

Mole

3.9 ★ (th) Qu'est-ce qu'une mole ? Pour quelle(s) raison(s) utilise-t-on la notion de « mole » en chimie ?

3.10 ★ (th) Combien y a-t-il...

- a) de grains de riz dans une mole de grains de riz ?
- b) de roues dans une mole de voitures ?
- c) de moles de neurones dans un cerveau (≈ 100 milliards de neurones par cerveau) ? (✍)

3.11 (th) Comment a été défini le nombre d'Avogadro ?

3.12 (th) Trouvez une relation mathématique toujours valable entre :

- le nombre de moles (n) d'un échantillon
- la masse (m) de cet échantillon
- la masse molaire (M) de la substance considérée

3.13 (th) Est-ce que la masse d'une substance donnée dépend :

- a) du type de substance ?
- b) de la quantité de mole de la substance ?
- c) des conditions (température, pression) ?

3.14 (th) Est-ce que le nombre d'atomes/molécules d'une substance donnée dépend :

- a) du type de substance ?
- b) de la quantité de mole de la substance ?
- c) des conditions (température, pression) ?

3.15 (mo) Pourquoi est-ce que pour déterminer la masse, on a besoin d'utiliser la masse molaire, alors que pour déterminer le volume d'une substance gazeuse, cela n'est pas nécessaire ? Et pourquoi est-ce que le volume sera considéré comme étant le même s'il y a la même quantité de matière, peu importe la substance ? (✍)

3.16 ★ (ex) Quelle est la masse de 1,50 moles d'atomes de zinc ?

3.17 ★ (ex) Quelle est la masse de 2,50 moles d'acide nitrique (HNO₃) ?

3.18 ★ (ex) Quelle est la masse de 4,00 moles de carbonate de calcium (CaCO₃) ?

3.19 ★ (ex) Calculez la quantité (en mol) correspondant à :

a) 14,0 g d'hydroxyde de potassium

b) 10,0 g de CaCO₃

3.20 ★ (ex) Combien de molécules y a-t-il dans 10,0 grammes de C₆H₁₂O₆ :

a) Masse d'une molécule de sucre (en u.m.a.) :

b) Masse d'une mole de C₆H₁₂O₆ :

c) Calcul :

d) Nombre de molécules :

3.21 ★ (ex) Combien d'atomes y a-t-il dans 8,10 g de magnésium ?

3.22 (ex) Quelle est la masse de $3,00 \cdot 10^{21}$ atomes de fer ?

3.23 ★ (ex) Quelle est la masse de $15,05 \cdot 10^{22}$ molécules de Ca(NO₃)₂ ?

3.24 (ex) Déterminez la masse correspondant à :

a) $2,00 \cdot 10^{23}$ atomes de Mg

b) $3,00 \cdot 10^{23}$ molécules de CO₂

3.25 (ex) Le carbonate de calcium (CaCO₃) est l'un des composés du calcaire. Déterminez le nombre de moles et la masse que représentent $2,71 \cdot 10^{23}$ molécules de CaCO₃.

3.26 (ex) Complétez le tableau suivant :

	Le sel (NaCl)	Le sucre (C ₁₂ H ₁₂ O ₁₁)
Masse m (g)	1	1
M (g/mol)		
Mole n (mol)		
Nombre de molécules N		
Nombre d'atomes N		

3.27 (ex) Quelle est la masse d'un cristal de Li_2CO_3 , sachant qu'il contient $9,033 \cdot 10^{22}$ ions Li^+ ?

3.28 ★ (ex) Combien y a-t-il de molécules dans 49,0 g d'acide phosphorique (H_3PO_4) ? Et combien d'atomes ?

3.29 ★ (ex) Combien d'atomes d'oxygène y a-t-il dans 3,55 g de Na_3PO_4 ?

3.30 (ex) Sur la notice d'utilisation d'aspirine ($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$) UPSA® 500 mg, on lit :

« L'aspirine existe sous différents dosages, permettant d'adapter le traitement au poids de chaque enfant. La dose quotidienne d'aspirine recommandée est d'environ 60 mg/kg/jour, à répartir en 4 ou 6 prises ».

Déterminez la masse et le nombre de molécules d'aspirine que peut prendre, au maximum, un enfant de 25,0 kg par jour.

4 Structure électronique, électronégativité et tableau périodique

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

atome	élément	électron	couche électronique
orbitale	célibataire	paire	règle de l'octet
structure électronique complète	structure électronique externe	notation de Bohr	notation de Lewis
spectre (atomique)	gaz rare	métal	non-métal
métal de transition	tableau périodique	période	électronégativité
ion	cation	anion	

Savoirs et savoir-faire

- ☐ représenter la structure électronique complète des éléments et des ions jusqu'à 18 électrons selon le modèle de Bohr
- ☐ représenter la structure électronique externe des éléments et des ions des colonnes A du tableau périodique selon le modèle de Lewis
- ☐ expliquer le lien entre la structure électronique et le tableau périodique
- ☐ citer et expliquer les informations présentes dans le tableau périodique (nombres d'oxydation exceptés)
- ☐ identifier et utiliser les informations du tableau périodique (nombres d'oxydation exceptés)
- ☐ nommer les grands groupes présents dans le tableau périodique et citer leurs propriétés
- ☐ expliquer si un atome a tendance à prendre/donner des électrons en fonction de sa structure électronique, en faisant des liens avec le tableau périodique et l'électronégativité
- ☐ expliquer ce qu'est un spectre d'émission (cf. labo « analyse à la flamme ») et présenter ses rôles et utilités
- ☐ présenter quelques points clés de l'histoire de l'organisation des éléments sous forme de tableau

Exercices

Structure électronique

- 4.1 (th)** Expliquez comment s'organisent les électrons autour de l'atome.
- 4.2 ★ (th)** Enumérez les règles de remplissage des couches électroniques.
- 4.3 (th)** Dessinez un modèle de Bohr vide
- 4.4 ★ (th)** Pourquoi utiliser plusieurs modèles de la représentation des électrons autour de l'atome ? Argumentez en présentant plusieurs modèles « historiques ».
- 4.5 (th)** Comparez le modèle classique de l'atome (Bohr) et le modèle quantique (Schrödinger) en expliquant les forces et les faiblesses de chacun d'eux.
- 4.6 (th)** Pourquoi ne sera-t-il pas demandé de compléter des couches électroniques d'atomes dont $Z > 18$ avec le modèle de Bohr ? Comment pourrait-on le faire ?
- 4.7 ★ (th)** Un ion est un atome avec une charge électrique. Sachant qu'il s'agit toujours du même élément, qu'est-ce qui change dans la composition de l'atome ?
- 4.8 ★ (mo)** Représentez le modèle de Bohr pour les atomes suivants : béryllium, azote, magnésium et phosphore.
- Que remarque-t-on ?
 - Pourrait-on mettre cette observation en lien avec la position des éléments dans le tableau périodique et avec leurs propriétés chimiques ?
 - Montrez la représentation de Lewis pour ces atomes.
 - Quel est le nombre de paires et de célibataires dans chaque cas ?
- 4.9 ★ (mo)** Est-ce qu'un atome de fluor (F) et un ion fluorure (F^-) ont :
- la même taille ?
 - la même taille du noyau ?
 - le même nombre de nucléons ?
 - les mêmes propriétés chimiques ?
- 4.10 (ex)** Combien y a-t-il d'électrons dans les atomes et ions suivants ?
- | | |
|-------|--------------|
| a) C | e) Rb^+ |
| b) Cl | f) Ba^{2+} |
| c) Ag | g) I^- |
| d) Kr | h) Se^{2-} |
- 4.11 ★ (ex)** Représentez la structure électronique complète des atomes suivants :

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a) C | c) Mg | e) Al |
| b) Cl | d) N | f) Li |

4.12 (ex) Décrivez la composition d'un atome de phosphore en précisant ses structures électroniques complète et externe.

4.13 (ex) Donnez un point commun et une différence entre le carbone et le silicium à l'aide des structures électroniques complète et externe.

4.14 ★ (ex) Dessinez la structure électronique complète des atomes ou ions suivants :

- | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|
| a) Ca^{2+} | c) Si^{2+} | e) S^{2-} |
| b) F^- | d) P^{5+} | f) Ar |

Indiquez pour chacun le nombre de particules qui les constitue et précisez lesquels devraient être chimiquement stables. Justifiez votre réponse en vous aidant de la structure électronique externe.

4.15 ★ (ex) Représentez la structure électronique externe des atomes suivants :

- | | | |
|-------|-------|-------|
| a) H | d) Cl | g) Ba |
| b) Na | e) Se | |
| c) C | f) Al | h) Pb |

4.16 (ex) Donnez la représentation de Lewis de trois éléments possédant le même nombre d'électrons externes que le soufre.

4.17 ★ (ex) Indiquez les ions stables formés pour les éléments suivants.

- | | |
|-------|-------|
| a) Y | d) Al |
| b) Te | |
| c) Li | e) P |

4.18 (ex) Pourquoi ne vous demande-t-on pas la structure électronique externe des métaux de transitions ? (🖋)

Spectre

4.19 ★ (th) Pourquoi les atomes peuvent-ils émettre de la lumière ?

4.20 (th) Quelle est la différence entre la structure électronique d'un atome dans son état fondamental et dans son état excité ? Comment obtient-on un état excité ?

4.21 ★ (th) En quoi la couleur émise par un atome dépend-elle de la structure électronique ?

4.22 (th) Pourquoi peut-on déterminer l'élément présent dans un échantillon en fonction de son spectre ?

4.23 (th) Pourquoi les spectres se présentent sous forme de raies ? (🔪)

4.24 ★ (ex) Dans une ampoule à incandescence, le passage du courant électrique rend lumineux le filament. Expliquez ce qui produit cette lumière.

4.25 (ex) Les scientifiques arrivent à déterminer la composition des étoiles en analysant la lumière qu'elles émettent. Comment cela est-il possible ?

Tableau périodique

4.26 ★ (th) Est-ce qu'il n'y a qu'un seul tableau périodique ?

4.27 (th) Pourquoi Mendeleïev est-il si important pour la chimie ?

4.28 ★ (th) Dans le tableau périodique, que représente l'ensemble des éléments :

- a) d'une ligne ?
- b) d'une colonne ?

4.29 (th) Dans le tableau périodique, où trouve-t-on les éléments dont les atomes ont toutes leurs couches électroniques complètes ?

4.30 ★ (th) Quelle est la caractéristique électronique des éléments de la colonne IIA ? Pourquoi l'hélium ne se trouve-t-il pas dans la colonne IIA ? Pourquoi se trouve-t-il dans la colonne VIIIA ?

4.31 (mo) Pourquoi tous les métaux ont-ils des nombres d'oxydation ($\approx$ charges) uniquement positifs ?

4.32 (ex) De quelle catégorie d'éléments font partie (entre autres) C, P, S, et Br ?

4.33 (ex) Parmi les gaz rares, Kr et Xe forment quelques composés avec O et F. Sans développer ces composés, expliquez pourquoi ces composés sont inattendus.

4.34 (ex) Pourquoi est-ce que les éléments H et He sont rangés différemment des autres ?

4.35 ★ (ex) Indiquez les points communs et les différences pour chaque cas ci-dessous. Illustrez les points a) à c) par un exemple approprié.

- a) deux atomes appartenant à la même colonne du tableau périodique ?
- b) atomes appartenant à la même ligne du tableau périodique ?
- c) deux isotopes d'un même élément ?
- d) le cation monovalent (une seule charge) K^+ et un atome d'argon ?
- e) l'atome de fer et l'atome de rhodium ?
- f) l'atome d'iode et l'atome de carbone ?
- g) l'élément de symbole Tc et l'élément de symbole Pu ?

h) le lanthane et le gadolinium ? (✍)

4.36 ★ (ex) Pourquoi appelle-t-on ce tableau « périodique » ?

4.37 (ex) Trouvez un élément qui pourrait avoir des propriétés similaires...

- a) au soufre
- b) au carbone
- c) au magnésium

4.38 (ex) Que signifie la ligne bleue en biais qui part du Lanthane ($Z = 57$ et de l'actinium ($Z = 89$) ? Dessinez le tableau périodique « réel » et expliquez pourquoi on ne le représente pas de cette façon habituellement.

4.39 (ex) Pour quelle raison y a-t-il « ... » à la fin de certains tableaux périodiques ?

4.40 (ex) Faites un lien entre le code couleur du tableau de votre table CRM et les propriétés des éléments. (✍)

4.41 (ex) Pourquoi les colonnes « B » apparaissent-elles seulement à la 4^e couche ? (✍)

Electronégativité

4.42 (th) Peut-on lier des ions Na^+ avec des ions Ca^{2+} ? Justifiez votre réponse.

4.43 (th) Quel est l'atome le plus électronégatif ?

4.44 ★ (th) Parmi les éléments de la colonne IIA, quel est celui qui cédera ses électrons le moins facilement à l'oxygène ? Justifiez votre réponse.

4.45 (mo) Quel est le lien entre le nombre d'électrons et la tendance d'un atome à accepter ou céder des électrons supplémentaires ?

4.46 ★ (mo) Pourquoi le fluor n'a-t-il pas de nombre d'oxydation ($\approx$ charges) positif alors que c'est le cas pour certains autres non-métaux ?

4.47 (ex) Classez par ordre croissant les atomes suivants en fonction de leur capacité à donner des électrons : Cs, Ba, Ca, In, Ge. Justifiez la réponse.

4.48 ★ (ex) Répondez aux questions ci-dessous en justifiant votre propos.

- a) Quel est l'ion stable formé par l'arsenic ?
- b) Quel est l'ion stable formé par le néon ?
- c) À quel élément appartient l'ion portant deux charges négatives et possédant 54 électrons ?
- d) Combien de protons forment le noyau de l'ion Ba^{2+} ?
- e) Combien d'électrons forment le nuage électronique de l'ion Ru^{4+} ?

4.49 (ex) Si un ou plusieurs atome(s) de chlore rencontre(nt) un ou plusieurs atome(s) de magnésium, va-t-il y avoir un échange d'électron(s) ? Justifier votre réponse.

4.50 ★ (ex) Deux étudiants travaillent sur un modèle plastique d'un atome sur lequel ils peuvent facilement ajouter ou enlever des protons, des neutrons ou des électrons. Ils construisent le modèle de l'atome neutre de carbone 14. Leur prochaine étape est de faire le ion « $2+$ » de cet atome de carbone. L'étudiant A enlève 2 électrons sur le modèle précédent ; l'étudiant B ajoute deux protons sur le modèle précédent. Est-ce que les deux élèves ont formé un ion voulu ?

5 Liaisons chimiques, nombre d'oxydation, valence

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

liaison métallique	liaison ionique	liaison covalente pure	liaison covalente polarisée
charge	charge partielle	notation de Lewis	formule brute
formule développée	nombre d'oxydation	valence	molécule
diatomique	polyatomique	réseaux	liaison hydrogène
attraction électrostatique	forces intermoléculaires	liaison (non) dirigée	« entité formulaire »

Symboles



Savoirs et savoir-faire

- ☐ expliquer pourquoi des atomes ont tendance à se lier
- ☐ expliquer ce qu'est une liaison chimique
- ☐ représenter la liaison métallique et expliquer ses propriétés
- ☐ représenter la liaison ionique et présenter ses propriétés
- ☐ représenter la liaison covalente pure et présenter ses propriétés
- ☐ représenter la liaison covalente polaire et présenter ses propriétés
- ☐ comparer les propriétés physiques de différentes substances à l'aide des liaisons présentes
- ☐ catégoriser le type de liaison entre deux atomes
- ☐ représenter des molécules avec plus de deux éléments en respectant le type de liaison et la notation
- ☐ déterminer la formule brute à partir d'une formule développée, et inversement
- ☐ expliquer la différence entre un chiffre en indice et un chiffre devant un élément chimique
- ☐ donner les ions séparés dans l'eau à partir d'une formule développée
- ☐ expliquer ce que sont la valence et le nombre d'oxydation
- ☐ donner le nombre d'oxydation d'un atome à partir d'une formule développée
- ☐ donner la valence d'un atome à partir d'une formule développée

Exercices

5.1 ★ (th) Expliquez brièvement pourquoi les atomes se lient à d'autres atomes pour former des molécules

5.2 ★ (th) Expliquez la différence entre les réseaux et les molécules.

5.3 ★ (th) Qu'est-ce que l'électronégativité ? Quel est son rôle dans la formation de liaisons chimiques ?

5.4 (th) Combien y a-t-il d'électrons dans une liaison covalente (pure ou polarisée) ? et dans une liaison ionique ?

5.5 ★ (ex) En respectant la règle de l'octet, écrivez les formules brutes des composés qu'il est possible de former en combinant un ou plusieurs atomes :

- a) de sodium et d'oxygène
- b) de silicium et d'hydrogène
- c) d'aluminium et d'oxygène

5.6 (th) Pourquoi un atome ou un groupe d'atomes peut-il avoir une charge ? Quelle est la différence avec une charge partielle ?

5.7 (th) Donnez deux formules brutes valables pour chacun des énoncés suivants :

- a) une molécule diatomique constituée d'atomes d'un même élément
- b) une molécule diatomique constituée d'atomes d'éléments différents
- c) une molécule polyatomique constituée d'atomes d'un même élément
- d) une molécule polyatomique constituée d'atomes d'éléments différents.

5.8 (ex) Sachant que l'un des deux types d'atomes d'un composé est de l'aluminium, trouvez une formule brute possible pour chaque cas afin que ce composé soit tel que :

- a) ses liaisons soient ioniques ;
- b) ses liaisons soient covalentes.

5.9 (ex) PCl_5 est une molécule qui ne respecte pas la règle de l'octet. Toutefois, elle existe. Expliquez comment cela est possible. (🐦)

5.10 ★ (th) Décrivez les espèces chimiques suivantes en utilisant les termes adéquats (atomes, molécules et ions) :

- a) 3 No
- b) 3 NO
- c) NO_3^-

5.11 ★ (th) Comment peut-on suggérer un état physique à température ambiante d'une substance inconnue en connaissant le type de liaison qui la compose ?

5.12 (th) Quel est le rôle de la masse molaire sur la valeur du point d'ébullition ?

5.13 (th) Comment est-ce qu'une meilleure connaissance de l'organisation des composés au niveau moléculaire (cristaux) permet d'expliquer des différences de points de fusion ? (🐦)

5.14 ★ (mo) Représentez la déformation du nuage électronique dans chaque espèce :

- a) Br₂ b) HBr c) KBr d) He

5.15 (ex) Citez trois propriétés des substances composées uniquement de...

- a) liaisons métalliques
b) liaisons covalentes
c) liaisons ioniques

Liaisons covalentes (molécules)

5.16 ★ (th) Quelle est la différence entre une liaison covalente pure et une liaison covalente polarisée ?

5.17 ★ (th) Parmi les molécules suivantes, laquelle aurait le plus de chance d'être formée ? Justifiez votre raisonnement.

- a) CH₃ b) CH₄ c) CH₅

5.18 (th) Quelle est la différence entre une double liaison entre deux fois deux célibataires et une double liaison entre une paire et deux célibataires ?

5.19 ★ (mo) Dessinez la formule développée de molécules contenant uniquement des liaisons covalentes pures à l'aide des atomes suivants.

- a) H b) Cl c) N d) O

5.20 ★ (mo) Dessinez la formule développée de molécules contenant uniquement des liaisons covalentes polarisées à l'aide des atomes suivants.

- a) C et O b) Cl et H c) N et O d) Cl et O

5.21 ★ (mo) Dessinez la formule développée de composés contenant un maximum d'oxygène à l'aide des atomes suivants. Indiquez les charges ou les fractions de charge si nécessaire.

- a) S et O b) Cl et O c) N et O

5.22 ★ (mo) Développez une molécule avec les atomes indiqués. Indiquez le type de liaison formée, donnez la formule brute et les ions éventuellement formés dans l'eau.

- | | | | | |
|------|------------|-----------|-----------|------------|
| a) O | c) Cl et O | e) N et H | g) C et H | i) B et Cl |
| b) N | d) F | f) C et S | h) P et O | |

5.23 ★ (mo) Dessinez la formule développée des molécules ci-dessous :

- | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| a) H_2SO_4 | b) H_2CO_3 | c) HClO_2 |
|----------------------------|----------------------------|--------------------|

5.24 (ex) On constate que le carbone pur sous une forme spécifique, le graphite, peut conduire le courant. Sans forcément savoir comment il est agencé, que peut-on déduire de cette information. (✍)

5.25 (ex) Comment expliquer que certains composés covalents plutôt légers ont des points d'ébullition assez élevé par rapport à d'autres de même masse molaire ? (✍)

5.26 (ex) Expliquez pourquoi l'eau, une substance pourtant très légère, a un point d'ébullition très élevé par rapport à des substances similaires.

Liaison métallique (réseau)

5.27 ★ (th) On parle parfois de certains métaux électropositifs. Expliquez ce terme en présentant deux raisons de son utilisation.

5.28 ★ (th) Pourquoi deux atomes de sodium ne se lient-ils pas pour former la molécule Na_2 alors que deux atomes d'hydrogène peuvent se lier pour former la molécule H_2 ? (✍)

5.29 ★ (mo) Citez les paramètres modifiant la force électrostatique en expliquant comment elle va être modifiée (plus ou moins forte), puis comment cela va impacter certaines propriétés physiques. (✍)

5.30 ★ (mo) Représentez une liaison métallique (schéma général) et expliquez pourquoi

- utiliser le terme d'atomes pour les métaux n'est pas tout à fait judicieux ;
- les métaux ont des points de fusion plutôt élevés ;
- les métaux sont malléables ;
- les métaux conduisent le courant et la chaleur.

5.31 ★ (mo) Représentez la composition d'un morceau de lithium au niveau moléculaire et expliquez ce que cela représente. Ensuite, expliquez comment votre schéma sera modifié si l'on avait posé la question pour

a) du césium

b) du béryllium

c) du mercure

5.32 (ex) Comment pourrait-on expliquer que le point de fusion du lithium est

a) plus élevé que celui du potassium ;

b) plus bas que celui de l'aluminium.

5.33 (ex) Pourquoi retrouve-t-on de nombreux métaux « purs » dans les roches alors que les non-métaux « purs » sont pour la plupart gazeux à température ambiante ? Comment peut-on expliquer que le carbone et le soufre soient des exceptions, car ils se trouvent sous forme solide à température ambiante. (✍)

Liaison ionique (réseau)

5.34 ★ (th) Parmi les composés suivants, lequel aurait le plus de chance d'être formé ? Justifiez votre raisonnement.

a) CaCl

b) Ca₂Cl

c) CaCl₂

5.35 ★ (mo) Dessinez la formule développée de composés contenant uniquement des liaisons ioniques à l'aide des atomes suivants. Si on plaçait ces composés dans l'eau, quels seraient les ions formés.

a) Na et Cl

b) Mg et Cl

c) Al et Cl

d) Al et O

5.36 (mo) Développez une molécule avec les atomes indiqués. Indiquez le type de liaison formée, donnez la formule brute et les ions éventuellement formés dans l'eau.

a) Ca et Cl

b) Ca et O

c) Ca et C

5.37 ★ (mo) Dessinez la formule développée de composés contenant uniquement des liaisons ioniques à l'aide des atomes suivants. Si on plaçait ces composés dans l'eau, quels seraient les ions formés.

a) K₂SO₄

b) Li₂CO₃

c) NaClO₂

5.38 ★ (ex) Formez 6 molécules différentes à partir des ions suivants :



5.39 ★ (mo) Pourquoi l'eau est-elle capable de séparer les ions des composés ioniques ?

5.40 ★ (mo) Développez une molécule à partir de la formule brute indiquée. Indiquez le type de liaison formée et les ions formés dans l'eau si cela est judicieux.

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| a) N_2O_5 | e) Cl_2O_7 | i) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | m) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |
| b) S_8 | f) LiNO_2 | j) C_3H_8 | n) SF_6 |
| c) Cl_2O_3 | g) H_2SO_4 | k) NaKSO_3 | |
| d) Na_2CO_3 | h) C_2H_2 | l) CH_2O | o) CH_5 |

5.41 ★ (ex) Complétez le tableau suivant en faisant attention au type de liaison :

Formules	Nombres d'atomes d'oxygène	Nombre d'atomes d'hydrogène	Nombre total d'atomes
10 H_2O			
Al_2O_3			
3 $\text{Ca}(\text{OH})_2$			

Nombre d'oxydation et valence

5.42 ★ (th) Qu'est-ce que le nombre d'oxydation ?

5.43 ★ (th) Qu'est-ce que la valence ?

5.44 ★ (th) Comment déterminer le nombre d'oxydation des éléments dans une formule développée ?

5.45 (th) Comment déterminer la valence des éléments dans une formule développée ?

5.46 ★ (th) Comment déterminer le nombre d'oxydation des éléments dans une formule brute ?

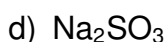
5.47 (th) Comment déterminer la valence des éléments dans une formule brute ?

5.48 (ex) Donnez le nombre d'oxydation et la valence de chacun des atomes pour les molécules développées dans l'exercice 5.40.

5.49 ★ (ex) Indiquez la valence et le nombre d'oxydation de chaque atome dans les molécules suivantes :

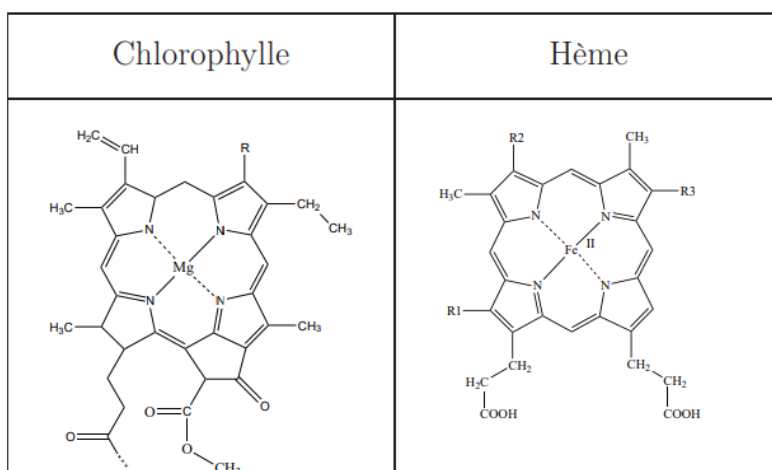


5.50 ★ (th) Déterminez le degré d'oxydation du soufre dans les composés suivants :



5.51] (th) Pourquoi est-ce que l'on peut en général s'attendre à des points de fusion plus élevés pour des composés contenant des métaux trivalents plutôt que divalents (liés avec un même type d'anions) ? (✍)

5.52 (th) Voici deux représentations de molécules issues de la table CRM (p.271). L'hème permet de véhiculer l'oxygène dans le sang et la chlorophylle permet de récupérer et transférer l'énergie solaire dans les plantes.



a) Que signifie le « II » à côté du fer ? Pourquoi n'est-ce pas indiqué pour le Mg ?

b) Quelle est la valence du fer ? et du magnésium ? (✍)

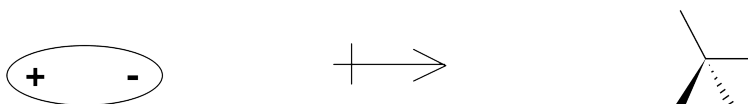
c) Pourquoi l'azote peut-il faire ces liaisons avec les métaux ?

6 Structure tridimensionnelle et polarité

Vocabulaire à comprendre et à maîtriser

polaire	apolaire	(non) miscible	dipôle
nuage électronique	paire électronique	plan	tridimensionnel
coudé(e)	linéaire	trigonal plan	tetraédrique

Symboles à connaître



Compétences à maîtriser

- ☐ représenter une molécule en tenant compte de la structure tridimensionnelle (un atome central)
- ☐ indiquer les valeurs des angles entre les liaisons
- ☐ décrire la structure d'un solide ionique
- ☐ trouver les zones d'une molécule comportant un excès / un défaut d'électrons
- ☐ indiquer si une molécule est polaire, plutôt polaire, plutôt apolaire ou apolaire
- ☐ classer des molécules en fonction de leur degré de polarité
- ☐ expliquer pourquoi la miscibilité des substances dépend de leur polarité
- ☐ faire le lien entre la polarité et l'état physique probable à température ambiante

Exercices

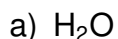
Structure tridimensionnelle

6.1 ★ (th) Qu'est-ce qu'il faut étudier pour déterminer la structure tridimensionnelle d'une molécule ?

6.2 ★ (th) Pourquoi l'eau est-elle une molécule coudée et non linéaire ?

6.3 (th) En quoi le nombre de paires et de célibataires d'un élément va-t-il aider pour déterminer la structure tridimensionnelle autour de cet élément dans une molécule ?

6.4 ★ (mo) Représentez les molécules suivantes en respectant la structure tridimensionnelle.



Polarité

6.5 ★ (th) Comment différencier les molécules polaires et apolaires ?

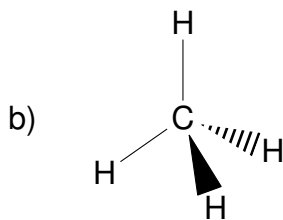
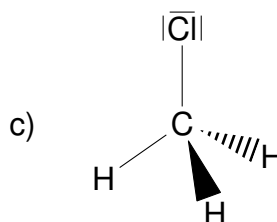
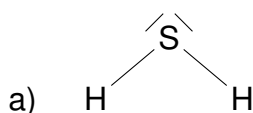
6.6 ★ (th) Quelle est LA molécule polaire que vous connaissez ? Pourquoi est-elle si polaire ?

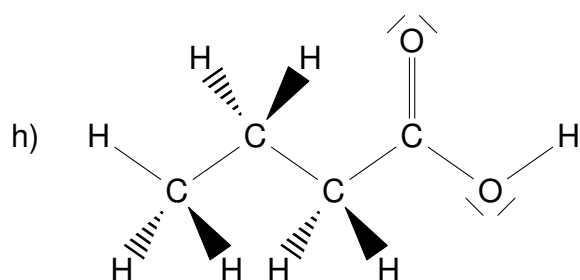
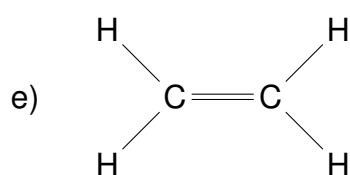
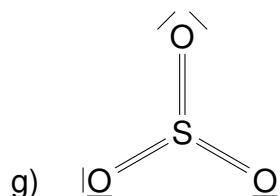
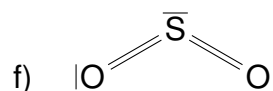
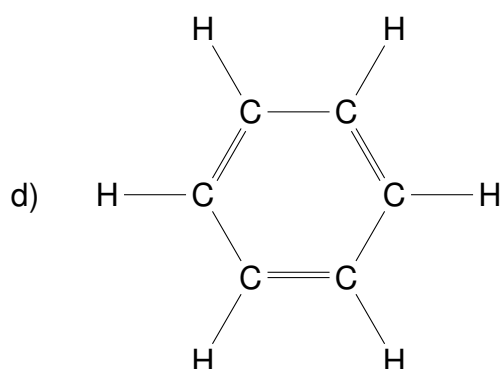
6.7 ★ (th) Pourquoi est-ce que les hydrocarbures (essence, kérosène, pétrole, par exemple), toujours composés d'une plus ou moins longue chaîne de carbone portant des hydrogènes, sont apolaires ?

6.8 ★ (th) Ces affirmations sont-elles correctes ? Justifiez votre réponse.

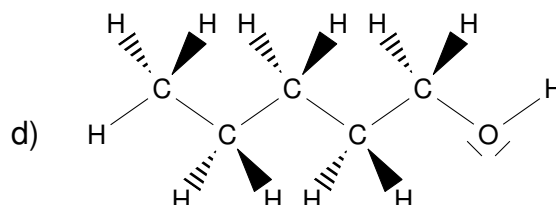
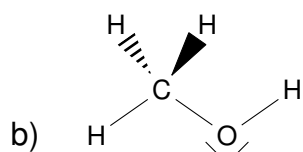
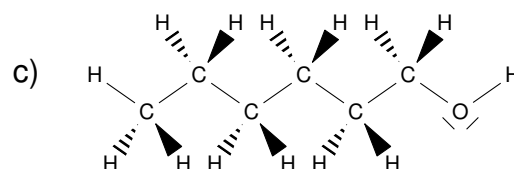
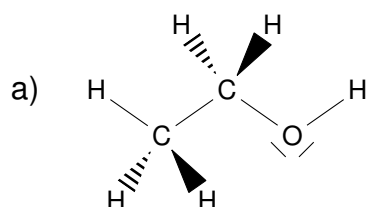
- a) Les substances apolaires sont miscibles dans les autres substances apolaires.
- b) Les sels (comme NaCl ou CuSO_4) et l'eau forment un mélange homogène car ces deux substances sont polaires.
- c) L'eau et l'huile ne se mélangent pas car l'une de ces substances est polaire et l'autre pas.
- d) Contrairement aux ours du pôle nord, ceux du pôle sud sont tous apolaires.

6.9 ★ (mo) Indiquez les fractions de charges sur les molécules suivantes. Sont-elles polaires ? Peuvent-elles se dissoudre efficacement dans l'eau ?

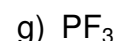




6.10 (mo) Voici plusieurs molécules organiques utilisées comme solvant. Indiquez les fractions de charges, puis classez-les par ordre de polarité. Quelles sont les molécules miscibles dans l'eau ?



6.11 ★ (mo) Dessiner la structure tridimensionnelle des composés ci-dessous et placer les fractions de charges. Indiquer la polarité de chaque liaison à l'aide de flèches, puis indiquer si ces composés sont polaires ou non.



6.12 ★ (ex) Une substance inconnue sous forme liquide se trouve dans un récipient. On constate qu'elle se mélange très bien à l'eau. Que peut-on dire de sa polarité ?

6.13 (ex) Que peut-on dire de la polarité d'une substance qui se mélange à l'eau et dans un solvant peu polaire, comme l'hexanol par exemple ?

6.14 ★ (ex) Le tétrachlorure de silicium est un composé chimique, de formule SiCl_4 . C'est un liquide incolore, relativement volatil.

- a) Développer la molécule de SiCl_4 .
- b) Un mince filet de ce liquide serait-il attiré par une baguette plastique chargée négativement ? Justifier la réponse.

6.15 (th) On effectue une expérience avec trois composés liquides : de l'eau, de l'huile d'olive, composé majoritairement d'acide oléique (cf. CRM p. 272), et du chloroforme (CCl_4). Dans une grande éprouvette, on verse délicatement le même volume de chloroforme, d'eau et d'huile. On observe 3 phases distinctes de même hauteur. On secoue vigoureusement l'éprouvette, puis on la laisse décanter. On observe alors deux phases distinctes, celle du dessous ayant une hauteur plus grande que celle du dessus.

- a) Dans quel ordre se trouvent les composés avant d'avoir secoué l'éprouvette ?
- b) Que s'est-il passé après avoir secoué et laissé décanter l'éprouvette ?

eau	huile	chloroforme
0,98 g/L	0,90 g/L	$1,49 \cdot 10^{-3}$ g/L

6.16 ★ (th) Pourquoi les molécules polaires ont-elles souvent des points d'ébullition plus élevés (et sont donc plutôt liquides que gazeuses à température ambiante) ?

6.17 ★ (th) Pourquoi le CO_2 est-il un gaz à température ambiante, mais pas l'eau, alors que les deux sont composés de covalentes polaires ?

7 État dissous

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

solution	solvant	soluté	solution aqueuse
dissolution	électrolyte	solubilité	solution saturée/insaturée
solvatation	dissolution moléculaire	dissociation électrolytique	conducteur (du courant électrique)

Savoirs et savoir-faire

- ☐ expliquer pourquoi la compréhension de l'état dissous est si important en chimie
- ☐ comparer « dissous » et « dissocié » au niveau moléculaire en présentant les conséquences sur les propriétés de la solution
- ☐ déterminer si une molécule donnée est dissoute ou dissociée si elle est mise dans l'eau
- ☐ écrire les ions formés sans développer la molécule (à partir de la formule brute)
- ☐ discuter la différence de solubilité en fonction du solvant utilisé
- ☐ indiquer si une solution conduit le courant électrique ou pas en fonction de ce qu'elle contient
- ☐ déterminer si une solution est saturée ou non à l'aide de la solubilité du soluté
- ☐ représenter une solution saturée et une solution non saturée au niveau moléculaire

Exercices

7.1 ★ (th) Qu'est-ce qu'une solution ?

7.2 (th) Est-il vrai qu'une solution est un mélange homogène ?

7.3 ★ (th) Qu'est-ce qu'une solution aqueuse ? Pourquoi en utilise-t-on en chimie ?

7.4 ★ (th) Quelle est la différence entre une substance liquide et une substance aqueuse ?

7.5 (th) Est-ce que l'eau conduit le courant électrique ?

7.6 (th) Pourquoi les solutions d'acides conduisent-elles le courant électrique ? (🔪)

7.7 (th) Donnez 10 exemples de solution dans la vie de tous les jours en précisant à chaque fois le solvant et le(s) soluté(s).

7.8 ★ (th) Quelle est LA différence entre une dissociation et une dissolution ?

7.9 (th) Si une substance forme des ions dans l'eau, s'agit-il d'une dissolution ou d'une dissociation ?

7.10 ★ (th) On sait qu'un verre d'eau contient une substance dissoute. Comment savoir si elle est sous forme ionique ? (faire un schéma du test effectué)

7.11 (th) Une substance X est mise dans l'eau. On expérimente ensuite que cette eau ne conduit pas le courant. S'agit-il d'une dissolution moléculaire ou d'une dissociation ?

7.12 ★ (th) Pourquoi les molécules d'eau séparent-elles certains composés en ions ?

7.13 (th) Comment déterminer les ions formés directement, SANS développer la molécule ?

7.14 ★ (th) Est-ce qu'il existe une limite de la quantité d'une substance que l'on peut mettre dans l'eau ?

7.15 (th) Un fabricant de bonbons a été poursuivi pour avoir utilisé le terme « jus de canne évaporé » au lieu de « sucre » sur l'étiquette alimentaire de ses produits. Expliquez pourquoi le jus de canne évaporé est considéré comme du sucre.

7.16 ★ (mo) Dans une solution aqueuse après dissociation, représentez les molécules d'eau autour (=solvatation) :

a) d'un cation

b) d'un anion

7.17 ★ (mo) Dans une solution aqueuse après dissolution, comment seraient positionnées les molécules d'eau autour de la substance dissoute (=solvatation) ?

7.18 ★ (mo) Dessinez au niveau moléculaire les solutions suivantes et répondez ensuite aux questions (f à h) :

a) KCl dans de l'eau

b) NaNO_3 dans de l'eau

c) CO_2 dans de l'eau

d) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ dans de l'eau

e) L'oxygène (O_2) dans de l'eau

f) Pour les exemples ci-dessus, dans quels cas peut-on parler de dissolution moléculaire, dans quels cas peut-on parler de dissociation ?

g) Comment respirent les poissons ?

h) L'oxygène et le CO_2 dissous sont-ils gazeux ?

7.19 (mo) Représentez les situations décrites en a) et b) au niveau moléculaire et répondez à la question c) :

a) un grain de KI solide

b) une solution de KI

c) Expliquez à l'aide du niveau moléculaire pourquoi le KI se dissout

7.20 ★ (ex) Combinez chaque paire d'ions suivants pour former une molécule stable :

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|
| a) Li^+ et Cl^- | c) Mg^{2+} et Br^- | e) Ni^{2+} et NO_3^- |
| b) Cs^+ et S^{2-} | d) Na^+ et N^{3-} | |

7.21 (ex) Parmi les composés ioniques ci-dessous, quels sont ceux qui peuvent effectivement exister ? Pourquoi les autres sont-ils impossibles ?

- | | | |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| a) RbCl | d) AgCl_3 | g) CaMg |
| b) MgPO_4 | e) FeCl_3 | |
| c) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | f) FeCl_2 | h) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ |

7.22 ★ (ex) Écrivez les équations des réactions de dissolution/dissociation dans l'eau des substances suivantes. Indiquez à chaque fois l'état physique de chaque substance :

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| a) NaCl | e) CuCl_2 | i) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ |
| b) KI | f) O_2 | j) KClO |
| c) AlCl_3 | g) $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ | k) NaNO_3 |
| d) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | h) K_2CrO_4 | l) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ |

7.23 ★ (ex) Les solutions suivantes sont-elles homogènes ?

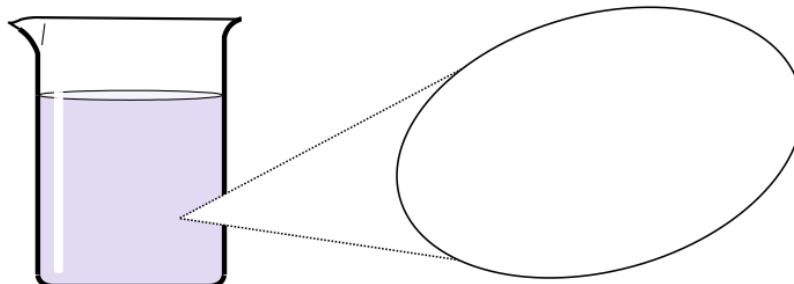
- 50 g de CaCO_3 dans 1 L d'eau.
- 50 g de Na_2CO_3 dans 1 L d'eau.
- 1 g de CuSO_4 dans 1 mL d'eau.
- 65 g de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dans 0,19 L d'eau.

7.24 (S) La solubilité du chlorure de calcium dans l'eau à 20 °C est de 745 g par litre.

- Dessinez un croquis de ce que l'on pourrait observer à l'échelle moléculaire dans une solution non saturée.

Echelle macroscopique

Echelle moléculaire



- Quelle masse maximale de chlorure de calcium peut-on dissoudre dans 25 mL d'eau ?

8 Nomenclature inorganique

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

métal	non-métal	oxyde	hydroxyde
sel	acide	oxacide	hydracide
ion polyatomique	base	mono / di / tri / tétra / penta...	

Ions à connaître par coeur, avec les acides correspondants

NO_3^- nitrate	SO_4^{2-} sulfate	PO_4^{3-} phosphate	ClO^- hypochlorite
NO_2^- nitrite	SO_3^{2-} sulfite	PO_3^{3-} phosphite	ClO_2^- chlorite
CO_3^{2-} carbonate	OH^- hydroxyde	CN^- cyanure	ClO_3^- chlorate
NH_4^+ ammonium	O^{2-} oxyde		ClO_4^- perchlorate

Savoirs et savoir-faire

- ☐ expliquer la classification en groupe de nomenclature
- ☐ construire des molécules à partir de ions donnés
- ☐ nommer n'importe quelle molécule inorganique à partir de sa formule brute
- ☐ donner la formule brute de n'importe quelle molécule inorganique à partir de son nom

Exercices

8.1 (th) Pourquoi sépare-t-on les molécules en familles ?

8.2 (th) Pourquoi les oxydes de métaux et de non-métaux n'ont-ils pas les mêmes règles de nomenclature ?

8.3 ★ (th) Quelles sont les propriétés d'un et comment reconnaît-on un...

- a) acide ?
- b) hydroxyde ?
- c) oxyde ?
- d) sel ?

8.4 (th) Qu'est-ce qu'un composé organique ? Donnez trois noms de molécules organiques.

8.5 (th) À quoi cela sert-il d'avoir des règles de nomenclature ?

8.6 (th) Pourquoi doit-on parfois ajouter des préfixes hypo- et per- devant des noms ? (✍)

8.7 ★ (ex) Dites à quelle famille appartient chacune des espèces suivantes :

- | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| a) KCl | e) Na_3PO_4 | i) Fe_2O_3 |
| b) BaO | f) HClO | j) HBr |
| c) O_2 | g) I_2O_5 | k) Cu |
| d) MnO_2 | h) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | |

8.8 (ex) Trouvez le nombre d'oxydation du chlore dans les espèces chimiques :

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| a) chlorure de potassium | d) ion chlorate (✍) |
| b) chlorure de calcium | e) ion perchlorate (✍) |
| c) ion hypochlorite (✍) | f) MgCl_2 |

8.9 ★ (ex) Avec l'élément azote, formez si possible un oxyde, un hydroxyde, un acide et un sel.

8.10 ★ (ex) Avec les éléments suivants : O ; H ; K ; S, formez :

- a) trois acides
- b) trois sels
- c) trois oxydes
- d) peut-on former des hydroxydes ? si oui lesquels ?

8.11 (ex) Donnez la formule brute et le nom des oxydes que l'on peut former avec le sélénium et le nickel. (✍)

- a) Lequel des deux éléments peut former des hydroxydes ? Donnez la formule brute et le nom de chaque hydroxyde.
- b) Lequel des deux éléments peut former des acides ? Donnez la formule brute et le nom de chaque acide.

8.12 ★ (ex) Pour chacune des molécules suivantes :

- indiquez les ions produits par la dissociation de ces molécules dans l'eau ;
- donnez le nom de la substance.

- | | |
|--------------|-----------------|
| a) K_2SO_3 | c) $Fe(NO_3)_3$ |
| b) CdS | d) $MgBr_2$ |

8.13 ★ (ex) Pour chacune des molécules suivantes :

- indiquez les ions produits par la dissociation de ces molécules dans l'eau ;
- dites s'il s'agit d'un acide, d'une base ou d'un sel, et donnez le nom de la substance.

- | | |
|---------------|---------------|
| a) $Al(OH)_3$ | d) HI |
| b) $HClO_3$ | e) $Co(OH)_2$ |
| c) NH_4NO_3 | f) $HClO_2$ |

S'entraîner par famille de nomenclature

8.14 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**un seul élément**) :

- | | | |
|----------|--------------|-----------|
| a) O_3 | c) Ne | e) Na^+ |
| b) F^- | d) Fe^{3+} | f) Co |

8.15 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**un seul élément**) :

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| a) tétraphosphore | d) octasoufre |
| b) ion calcium | e) ion iodure |
| c) ion manganèse(IV) | f) calcium (métallique) |

8.16 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**ions monoatomiques**) :

- | | |
|--------------|-------------|
| a) NaI | d) $BiCl_3$ |
| b) K_2S | |
| c) Al_2S_3 | e) CoF_2 |

8.17 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**ions monoatomiques**) :

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| a) fluorure de sodium | d) sulfure de zirconium |
| b) iodure de calcium | e) bromure de manganèse(IV) |
| c) pentachlorure de phosphore | f) nitrure de sodium |

8.18 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**oxydes**) :

- | | | |
|-----------|-------------|--------------|
| a) K_2O | c) B_2O_3 | e) SeO_2 |
| b) NO | d) SrO | f) Cl_2O_7 |

8.19 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**oxydes**) :

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| a) oxyde de manganèse(III) | d) oxyde de vanadium(V) |
| b) dioxyde d'azote | e) hypochlorite de sodium |
| c) oxyde de plomb(IV) | f) monoxyde de carbone |

De quelle famille fait partie le composé qui n'est pas un oxyde ?

8.20 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**hydroxydes**) :

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| a) hydroxyde de zinc | c) hydroxyde de potassium |
| b) hydroxyde de cuivre(II) | d) hydroxyde de fer(III) |

8.21 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**hydroxydes**) :

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| a) $Ga(OH)_3$ | b) $Mg(OH)_2$ | c) $Al(OH)_3$ | d) $Mn(OH)_2$ |
|---------------|---------------|---------------|---------------|

8.22 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**hydracides**) :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| a) acide chlorhydrique | c) acide sulfhydrique |
| b) acide bromhydrique | |

8.23 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**hydracides**) :

- | | | | |
|---------|---------|----------|------------|
| a) HF | b) HI | c) HBr | d) H_2Se |
|---------|---------|----------|------------|

8.24 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**oxacides**) :

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| a) acide phosphoreux | e) acide perbromique (☞) |
| b) acide sulfureux | f) acide hypochloreux |
| c) acide sélénique (☞) | g) acide chromique (☞) |
| d) acide chlorique | h) acide permanganique (☞) |

8.25 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**oxacides**) :

- | | | | |
|--------------|--------------|---------------|-------------|
| a) H_3PO_3 | c) HNO_2 | e) H_2SeO_4 | g) HIO_3 |
| b) H_2SO_4 | d) H_3BO_3 | f) $HClO_2$ | h) $HClO_4$ |

8.26 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes (**ions polyatomiques**) :

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| a) sulfate de potassium | i) permanganate de potassium |
| b) iodure de baryum | j) hypochlorite d'aluminium |
| c) chlorate de magnésium | k) periodate de nickel(II) |
| d) carbonate d'ammonium | l) sulfate d'ammonium |
| e) phosphate de cobalt(II) | m) chromate de sodium (☞) |
| f) nitrate de fer(II) | n) acétate de fer(III) (☞) |
| g) sulfite de cuivre(I) | o) chromate d'aluminium (☞) |
| h) chlorate de calcium | |

8.27 ★ (ex) Donnez le nom des espèces suivantes (**ions polyatomiques**) :

- | | | | |
|--------------|-------------------|-----------------|------------------|
| a) K_2SO_3 | c) $Ca_3(PO_4)_2$ | e) $Al(NO_2)_3$ | g) $Sr(BrO_4)_2$ |
| b) $CuNO_3$ | d) $Mn(NO_3)_2$ | f) $RbClO_4$ | h) $Fe(IO_2)_3$ |

S'entraîner tout mélangé

8.28 ★ (ex) Donner le nom des espèces suivantes :

- | | | | | |
|------------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|
| a) HI | i) BaF_2 | q) $AlCl_3$ | x) $Cd(ClO_3)_2$ | ae) $SrCl_2$ |
| b) Au^{3+} | j) P_2O_5 | r) S^{2-} | y) CO | af) H_2CO_3 |
| c) $AlPO_4$ | k) $CaCO_3$ | s) $Pb(OH)_4$ | z) Al^{3+} | ag) $Ni(ClO_3)_2$ |
| d) CO_2 | l) F^- | t) CrO_3 | aa) $TiCl_3$ | ah) $Ca_3(PO_4)_2$ |
| e) H_2CO_3 | m) $Zn(OH)_2$ | u) $FeBr_3$ | ab) $Cd(OH)_2$ | ai) $(NH_4)_2CO_3$ |
| f) H_2 | n) Al_2O_3 | v) FeS | ac) $Fe(NO_2)_3$ | aj) $AuCl_3$ |
| g) $Pb(ClO_3)_2$ | o) Ag | w) SO_3 | ad) I_2O_5 | |
| h) $Bi(NO_3)_3$ | p) LiBr | | | |

8.29 ★ (ex) Donnez la formule brute des espèces suivantes :

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| a) hydroxyde de calcium | h) tantale |
| b) octasoufre | i) sulfite de potassium |
| c) acide sulfurique | j) sulfure de potassium |
| d) acide sulfhydrique | k) oxyde de tungstène(VI) |
| e) acide sulfureux | l) hydroxyde de manganèse(VI) |
| f) hydroxyde de zirconium(IV) | m) acide perchlorique |
| g) nitrite d'étain(II) | n) carbonate de gallium(III) |

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| o) bromure de calcium | u) nitrate de baryum |
| p) sulfate de zirconium | v) ion carbonate |
| q) ion iodure | w) hypochlorite de cadmium |
| r) trioxyde de (di)chlore | x) hydroxyde d'aluminium |
| s) fluorure de cuivre(II) | y) sulfate de manganèse(II) |
| t) acide phosphorique | z) permanganate de chrome(III) |

9 Réactions chimiques

Vocabulaire à apprendre et à maîtriser

réaction chimique	réaction ionique	équation chimique	conservation de la matière
réactifs	produits	coefficient stœchiométrique	équilibrer une réaction
neutralisation	précipitation	combinaison/formation	décomposition
réaction de double déplacement	« croiser les ions »	indicateur	précipité
réaction de simple déplacement	diagramme d'énergie	enthalpie	entropie

Symboles à connaître

$\longrightarrow$ $\rightleftharpoons$ $\rightarrow$ ou $\downarrow$ Δ E

Savoirs et savoir-faire

- ☐ expliquer la différence entre une réaction chimique et une « réaction » physique
- ☐ écrire une équation chimique avec les symboles appropriés
- ☐ identifier les réactifs et les produits
- ☐ expliquer le lien entre la conservation de la matière et l'équation chimique
- ☐ équilibrer une réaction chimique
- ☐ savoir qu'une réaction chimique nécessite de l'énergie pour débiter
- ☐ analyser un diagramme d'énergie de réaction
- ☐ expliquer comment une réaction peut se produire spontanément (enthalpie/entropie)
- ☐ nommer une réaction chimique (= déterminer le type de réaction)
- ☐ reconnaître et compléter une équation de réaction de précipitation, en indiquant le précipité
- ☐ définir ce qu'est une base, et expliquer pourquoi tous les hydroxydes sont considérés comme des bases
- ☐ définir ce qu'est un acide
- ☐ expliquer à quoi sert un indicateur coloré et savoir analyser les couleurs obtenues
- ☐ reconnaître et compléter une équation de neutralisation
- ☐ représenter n'importe quelle réaction au niveau moléculaire à partir de l'équation et des états physiques

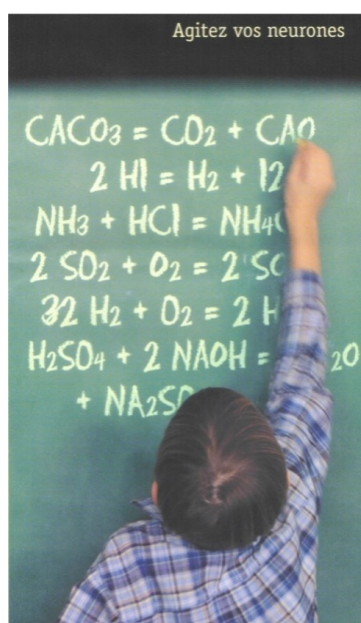
Exercices

Réactions chimiques

9.1 ★ (th) Quelle est la différence entre une réaction physique et une réaction chimique.

9.2 ★ (th) Qu'est-ce qu'un coefficient stœchiométrique ?

9.3 (th) Voici une pub FNAC de la rentrée 2002. Trouvez deux anomalies dans cette affiche.



9.4 (th) Donnez la différence entre une réaction chimique et une équation chimique.

9.5 ★ (th) Pourquoi est-il nécessaire d'équilibrer une équation chimique ?

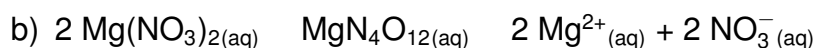
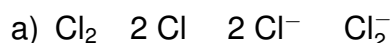
9.6 (th) Pourquoi parle-t-on d'une réaction de « double déplacement » ?

9.7 (th) Est-ce que toutes les substances pures réagissent spontanément en faisant une combinaison ?

9.8 (th) Comment définir une réaction de décomposition ?

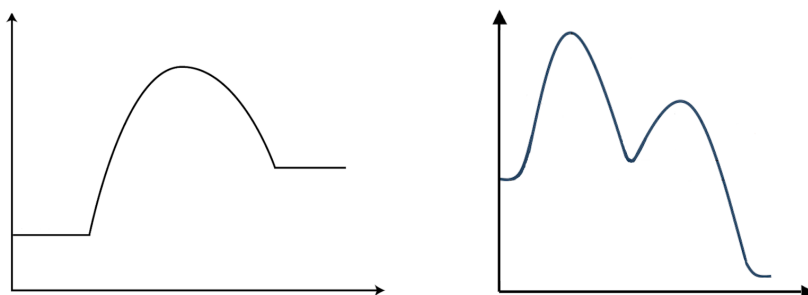
9.9 ★ (th) Qu'ont les réactifs et les produits d'une réaction chimique en commun ? Qu'ont-ils de différent ?

9.10 ★ (mo) Ces notations sont-elles équivalentes ? Expliquez.



9.11 ★ (th) Quels sont les paramètres qui déterminent si une réaction est spontanée ou pas ? Expliquez le rôle de chacun.

9.12 ★ (th) Voici deux diagrammes d'énergie pour deux réactions différentes.



- Nommez les axes.
- Montrez où se trouvent les réactif et les produits.
- Pourquoi y a-t-il une bosse au milieu ? Pourquoi une seconde bosse est-elle présente sur le diagramme de droite ?
- Laquelle de ces réactions est probablement spontanée ? Pourquoi ?
- Que faudrait-il vérifier pour déterminer si chacune de ces réactions est réellement spontanée ?

9.13 ★ (mo) La réaction de combustion du méthane (CH_4) avec l'oxygène forme du gaz carbonique et de l'eau.

- Écrivez et équilibrez l'équation de cette réaction.
- Dessinez, en utilisant le modèle en sphère, les molécules de réactifs et de produits en respectant les proportions.
- Pourquoi est-ce qu'il n'y a aucune réaction si on met du butane au contact de l'oxygène ?
- Est-ce que si l'on fait un diagramme d'énergie, le niveau d'énergie des produits est plus élevé ou plus bas que celui des réactifs ?

9.14 ★ (ex) Une solution de chlorure de cuivre(II) réagit avec une autre contenant de l'hydroxyde de calcium. Celle-ci forme un solide d'hydroxyde de cuivre(II) et du chlorure de calcium aqueux. Écrivez l'équation chimique équilibrée la plus complète possible pour cette réaction, puis indiquez de quel type il s'agit.

9.15 ★ (ex) On fait fondre de l'aluminium et on va le chauffer avec de l'oxyde de baryum solide, une réaction violente se produit et on obtient du baryum fondu et de l'oxyde d'aluminium solide. Écrivez l'équation chimique équilibrée la plus complète possible pour cette réaction, puis indiquez de quel type il s'agit.

9.16 (ex) Équilibrez ces équations et ajoutez des informations supplémentaires si vous les connaissez (états de la matière, apports d'énergie).

- a) La formation de la rouille sur du fer : $\text{Fe} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$
- b) La fabrication industrielle du fer : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- c) Utilisation du sucre dans les cellules : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- d) La combustion d'un alcool : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

9.17 ★ (ex) La réaction de combustion du butane dans un briquet nécessite du butane (formule : C_4H_{10}) et de l'oxygène pour former de l'eau et du dioxyde de carbone. (🔥)

- a) Écrivez l'équation complète de cette réaction.
- b) Pour brûler 100 molécules de butane, combien faut-il de molécule d'oxygène ? Quel est le nombre de molécules de chaque produit formé ?
- c) Que se passe-t-il si, en prenant le nombre de molécules d'oxygène calculé au point b, j'essaie de brûler 200 molécules de butane.
- d) Même question qu'en c) mais pour 50 molécules de butane.

9.18 (ex) Nommez les réactions suivantes :

- a) $\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgCl}$
- b) On mélange du sucre et de l'eau.
- c) On chauffe une substance chimique pure, un gaz se dégage et il reste un résidu noir.
- d) On mélange un acide et une base.
- e) On mélange du HCl et du NaOH.
- f) On mélange de la poudre de plomb et du soufre. Après chauffage, on obtient de la galène (sulfure de plomb).
- g) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- h) On fait bouillir de l'eau.
- i) On sale l'eau des pâtes.
- j) l'eau oxygénée utilisée comme désinfectant ne se conserve pas longtemps car elle se transforme petit à petit en eau et en oxygène

9.19 ★ (ex) Équilibrez les réactions suivantes et indiquez de quel type de réaction il s'agit (formation, décomposition, précipitation, neutralisation).

- a) $\text{ZnCl}_2 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$
- b) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH}$
- c) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \longrightarrow \text{PbI}_2 + \text{KNO}_3$
- d) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

- e) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$
- f) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} \longrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
- g) $\text{NI}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + \text{I}_2$
- h) $\text{Fe} + \text{S} \longrightarrow \text{FeS}$
- i) $\text{AgNO}_3 + \text{Zn} \longrightarrow \text{Ag} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
- j) $\text{P}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{P}_2\text{O}_5$
- k) $\text{KClO}_3 \longrightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- l) $\text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl}$ (✍)

La précipitation, plus en détails

9.20 ★ (th) Décrivez ce que l'on peut observer lors d'une réaction de précipitation.

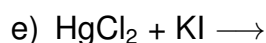
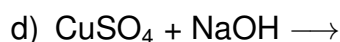
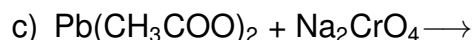
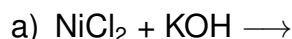
9.21 ★ (mo) Pour chacune des réactions suivantes :

Réaction n°1 : $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \longrightarrow$

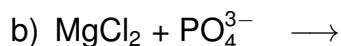
Réaction n°2 : $\text{NaI} + \text{HgCl}_2 \longrightarrow$

- a) Dessinez l'aspect des solutions au niveau **macroscopique** (avant/après).
- b) Complétez et équilibrez l'équation complète.
- c) Complétez et équilibrez l'équation ionique.
- d) Donnez le nom de chacun des composés chimiques.
- e) Représentez les solutions au niveau **moléculaire** (avant/après).

9.22 ★ (ex) Complétez, équilibrez et donnez l'état physique de chaque substance pour les équations de précipitation ci-dessous. Ensuite, indiquez l'équation ionique de la réaction.



9.23 (ex) Dans les équations de précipitation suivantes, un ion n'a pas été indiqué (négligé ici). Il s'agit d'un ion spectateur ; la nature du précipité ne dépend donc pas de celui-ci. Complétez ces équations, tout d'abord sans ajouter cet ion spectateur puis en proposant des substances contenant cet ion (vous pouvez choisir lequel!).



9.24 ★ (ex) Complétez et équilibrez les équations de précipitation suivantes en proposant le réactif et le produit manquant (il faut inventer). (✍)



La neutralisation, plus en détails

9.25 ★ (th) Donnez quelques caractéristiques d'une réaction de neutralisation.

9.26 ★ (th) Expliquez comment on peut utiliser un indicateur pour étudier les réactions de neutralisation.

9.27 (th) On ajoute du jaune d'alizarine à un prélèvement d'une solution et la couleur devient jaune. On ajoute de la phénolphthaléine à un autre prélèvement de cette même solution et la couleur devient rose-violette.

a) Que peut-on dire de la gamme de pH possible de notre solution ?

b) La solution est-elle acide ou basique ?

9.28 ★ (mo) Pour la réaction suivante : $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$

- Dessinez l'aspect des solutions (avant) et du mélange (après) au niveau **macroscopique**.
- Complétez et équilibrez l'équation complète.
- Complétez et équilibrez l'équation ionique.
- Donnez le nom de chacun des composés chimiques.
- Représentez les solutions (avant) et le mélange (après) au niveau **moléculaire**.

9.29 ★ (ex) Complétez, équilibrez et donnez l'état physique de chaque substance pour les équations de neutralisation ci-dessous.

Ensuite, indiquez l'équation ionique de la réaction.

- $\text{HF} + \text{LiOH} \longrightarrow$
- $\text{KOH} + \text{HBr} \longrightarrow$
- $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow$
- $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$
- $\text{HNO}_3 + \text{Fe}(\text{OH})_3 \longrightarrow$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \longrightarrow$

9.30 (ex) Complétez et équilibrez les équations de neutralisation ci-dessous en proposant **les** réactifs et **le** produit manquant.

- $\quad + \quad \longrightarrow \quad \text{Li}_2\text{TeO}_4 +$
- $\quad + \quad \longrightarrow \quad \text{Co}(\text{BrO}_3)_2 +$
- $\quad + \quad \longrightarrow \quad (\text{NH}_4)_2\text{S} +$
- $\quad + \quad \longrightarrow \quad \text{Al}_2(\text{SO}_3)_3 +$
- $\quad + \quad \longrightarrow \quad (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 +$
- $\quad + \quad \longrightarrow \quad \text{NaIO} +$

9.31 (ex) On ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT) dans une solution A, elle se colore en jaune. On ajoute quelques gouttes de BBT dans une solution B, elle se colore en bleu. On mélange les solutions A et B et on obtient une solution verte.

- Que contiennent les solutions A, B et le mélange ?
- Quel type de réaction a eu lieu lors du mélange ?

9.32 (ex) Pour se débarrasser de l'odeur incommodante d'acide sulfhydrique, une personne dépose des cristaux d'hydroxyde d'aluminium sur une assiette. Écrivez l'équation chimique équilibrée la plus complète possible pour cette réaction, puis indiquez de quel type il s'agit. (👉)