

MÉMO VISUEL DE

CHIMIE GÉNÉRALE

TOUT EN FICHES

MÉMO VISUEL DE
CHIMIE GÉNÉRALE

Isabelle Bonnamour

Maître de conférences à l'université de Lyon

Jean-Sébastien Filhol

Professeur des universités à l'université de Montpellier

Frédéric Lemoigno

Maître de conférences à l'université de Montpellier

Nathalie Pérol

Maître de conférences à l'université de Lyon

Jean-Yves Winum

Professeur des universités à l'université de Montpellier

DUNOD

Illustrations de couverture :

haut-gauche : Anton Kozlovsky_fotolia.com,

haut-droite : gerenme_istock.com,

bas-gauche : Shawn Hempel_fotolia.com,

bas-droite : Darren Hester_CCBY-SA2.5

Uniformisation des illustrations et mise en page des fiches : Bernadette Coléno

<p>Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.</p> <p>Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements</p>	 <p>The pictogram consists of a black square with the word 'DANGER' in white capital letters at the top. Below it is a white circle containing a black silhouette of a book with a lightning bolt striking it. At the bottom of the square, the text 'LE PHOTOCOPIAGE TUE LE LIVRE' is written in black capital letters.</p>	<p>d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.</p> <p>Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).</p>
--	---	--

© Dunod, 2019

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

ISBN 978-2-10-076707-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Avant-propos	XI
Comment utiliser cet ouvrage	XIII

Chapitre 1 Boîte à outils

Fiche 1	Rappels : géométrie et trigonométrie	2
Fiche 2	Rappels : dérivation et intégration	3
Fiche 3	Rappels : équation différentielle, développement limité, logarithme et exponentielle	4
Fiche 4	Le système international d'unité (1)	5
Fiche 5	Le système international d'unité (2)	6
Fiche 6	La quantité de matière	7
Fiche 7	Concentration d'une solution	8
Fiche 8	La notation scientifique	9
Fiche 9	Les chiffres significatifs	10
Fiche 10	Erreurs et incertitudes (1)	11
Fiche 11	Erreurs et incertitudes (2)	12

Chapitre 2 Atomistique

Fiche 12	L'atome	14
Fiche 13	La radioactivité	15
Fiche 14	Les modèles atomiques	16
Fiche 15	L'équation de Schrödinger	17
Fiche 16	Propriétés de la fonction d'onde	18
Fiche 17	Quelques solutions de l'équation de Schrödinger	19
Fiche 18	L'atome d'hydrogène et les hydrogéoïdes	20
Fiche 19	Le spectre des hydrogéoïdes	21
Fiche 20	Les orbitales atomiques (1)	22
Fiche 21	Les orbitales atomiques (2)	23
Fiche 22	Le spin	24
Fiche 23	Approximations en mécanique quantique	25
Fiche 24	L'atome polyélectronique	26

Table des matières

Fiche 25	La configuration électronique atomique	27
Fiche 26	Lien entre la classification et la structure électronique	28
Fiche 27	L'électronégativité	29
Fiche 28	Énergie d'ionisation-Affinité électronique	30
Fiche 29	Le modèle de Slater (1)	31
Fiche 30	Le modèle de Slater (2)	32

Chapitre 3 La liaison chimique

Fiche 31	La règle de l'octet	34
Fiche 32	La systématique de Lewis (1)	35
Fiche 33	La systématique de Lewis (2)	36
Fiche 34	La liaison covalente (1)	37
Fiche 35	La liaison covalente (2)	38
Fiche 36	La liaison covalente polarisée	39
Fiche 37	La liaison ionique	40
Fiche 38	La liaison métallique	41
Fiche 39	Les liaisons de van der Waals	42
Fiche 40	La liaison hydrogène	43
Fiche 41	La théorie CLOA	44
Fiche 42	Recouvrement et symétrie	45
Fiche 43	Les molécules diatomiques A_2	46
Fiche 44	Stabilité des molécules diatomiques A_2	47
Fiche 45	Conséquences de l'électronégativité	48
Fiche 46	Les molécules AH (1)	49
Fiche 47	Les molécules AH (2)	50

Chapitre 4 Les molécules

Fiche 48	La représentation spatiale des molécules	52
Fiche 49	L'écriture des molécules	53
Fiche 50	La nomenclature	54
Fiche 51	La méthode VSEPR (1)	55
Fiche 52	La méthode VSEPR (2)	56
Fiche 53	L'isomérie de constitution (plane)	57
Fiche 54	Les stéréoisomères de conformation	58
Fiche 55	Les stéréoisomères de configuration	59
Fiche 56	La chiralité	60
Fiche 57	Les relations d'isomérie	61
Fiche 58	Le moment dipolaire	62

Table des matières

Chapitre 5 Les états de la matière

Fiche 59	Les différents états de la matière	64
Fiche 60	La structure cristalline	65
Fiche 61	Les cristaux simples (1)	66
Fiche 62	Les cristaux simples (2)	67
Fiche 63	Les cristaux ioniques (1)	68
Fiche 64	Les cristaux ioniques (2)	69
Fiche 65	La structure électronique des solides	70

Chapitre 6 Méthodes d'analyses

Fiche 66	La spectroscopie	72
Fiche 67	Le principe de la résonance magnétique nucléaire du proton (RMN ^1H)	73
Fiche 68	Le spectre de résonance magnétique nucléaire du proton (RMN ^1H) (1)	74
Fiche 69	Le spectre de résonance magnétique nucléaire du proton (RMN ^1H) (2)	75
Fiche 70	La spectroscopie d'absorption UV-visible (1)	76
Fiche 71	La spectroscopie d'absorption UV-visible (2)	77
Fiche 72	La spectroscopie infrarouge (IR) (1)	78
Fiche 73	La spectroscopie infrarouge (IR) (2)	79
Fiche 74	La spectrométrie de masse par impact électronique (1)	80
Fiche 75	La spectrométrie de masse par impact électronique (2)	81
Fiche 76	La spectroscopie atomique	82
Fiche 77	La spectroscopie d'absorption atomique	83
Fiche 78	La spectroscopie d'émission atomique	84
Fiche 79	La fluorescence	85
Fiche 80	Le pouvoir rotatoire	86
Fiche 81	L'indice de réfraction	87
Fiche 82	La diffraction des rayons X	88
Fiche 83	La chromatographie : généralités	89
Fiche 84	Développement de la chromatographie sur couche mince (CCM)	90
Fiche 85	Le rapport frontal (CCM)	91
Fiche 86	La révélation (CCM)	92
Fiche 87	La chromatographie sur colonne	93
Fiche 88	La chromatographie en phase gazeuse (CPG)	94
Fiche 89	La chromatographie liquide haute performance (HPLC)	95

Table des matières

Chapitre 7 Thermodynamique

Fiche 90	La thermodynamique	98
Fiche 91	État d'un système thermodynamique	99
Fiche 92	Les transformations	100
Fiche 93	Les gaz parfaits	101
Fiche 94	La chaleur	102
Fiche 95	Travail et pression	103
Fiche 96	Le premier principe	104
Fiche 97	L'enthalpie	105
Fiche 98	La loi de Hess	106
Fiche 99	Les énergies de liaison	107
Fiche 100	La capacité thermique	108
Fiche 101	La loi de Kirchhoff	109
Fiche 102	Deuxième principe et entropie (1)	110
Fiche 103	Deuxième principe et entropie (2)	111
Fiche 104	Le troisième principe : entropie absolue	112
Fiche 105	Les variations d'entropie	113
Fiche 106	Les fonctions d'énergie libre	114
Fiche 107	L'enthalpie libre des réactions chimiques	115
Fiche 108	Les constantes d'équilibre	116

Chapitre 8 Chimie des solutions

Fiche 109	Solvant, soluté, solution	118
Fiche 110	Les électrolytes	119
Fiche 111	Solubilité des sels et produit de solubilité	120
Fiche 112	Autoprotolyse de l'eau-Échelle de pH	121
Fiche 113	La théorie des acides et des bases selon Arrhenius	122
Fiche 114	La théorie des acides et des bases selon Brønsted Lowry	123
Fiche 115	Les acides et les bases de Lewis	124
Fiche 116	Force des acides et des bases dans l'eau	125
Fiche 117	La loi d'Ostwald	126
Fiche 118	Prévoir le pH des solutions aqueuses	127
Fiche 119	Prévoir les réactions entre acides et bases	128
Fiche 120	Les indicateurs colorés acido-basiques	129
Fiche 121	Les réactions de neutralisation et les courbes de titrage	130
Fiche 122	Les méthodes de titrage acido-basique	131
Fiche 123	Le titrage pH-métrique	132

Table des matières

Fiche 124	Le titrage conductimétrique	133
Fiche 125	Le titrage des acides forts et des bases fortes	134
Fiche 126	Le titrage des acides faibles et des bases faibles	135
Fiche 127	La préparation des solutions tampons	136
Fiche 128	Les solutions tampons	137

Chapitre 9 Cinétique chimique

Fiche 129	La vitesse de réaction	140
Fiche 130	L'ordre de réaction	141
Fiche 131	La cinétique du premier ordre	142
Fiche 132	Les cinétiques d'ordre zéro et deux	143
Fiche 133	La réaction élémentaire	144
Fiche 134	Le chemin réactionnel	145
Fiche 135	La réaction complexe	146
Fiche 136	L'approximation en cinétique	147
Fiche 137	Cas pratiques	148

Chapitre 10 Oxydoréduction-Électrochimie

Fiche 138	La réaction d'oxydoréduction	150
Fiche 139	Le degré d'oxydation (1)	151
Fiche 140	Le degré d'oxydation (2)	152
Fiche 141	Équilibrer une réaction d'oxydoréduction	153
Fiche 142	Les cellules électrochimiques	154
Fiche 143	Les cellules voltaïques ou galvaniques (1)	155
Fiche 144	Les cellules voltaïques ou galvaniques (2)	156
Fiche 145	Le potentiel standard d'un couple oxydoréducteur	157
Fiche 146	Les électrodes de références	158
Fiche 147	L'équation de Nernst	159
Fiche 148	Prévoir des réactions d'oxydoréduction	160
Fiche 149	Les piles et les batteries (1)	161
Fiche 150	Les piles et les batteries (2)	162
Fiche 151	La pile à combustible	163
Fiche 152	Les cellules électrolytiques (1)	164
Fiche 153	Les cellules électrolytiques (2)	165
Fiche 154	La corrosion	166
Fiche 155	Le diagramme potentiel-pH (1)	167

Table des matières

Fiche 156	Le diagramme potentiel-pH (2)	168
Fiche 157	Le dosage rédox (1)	169
Fiche 158	Le dosage rédox (2)	170
Classification périodique des éléments		171
Valeurs de quelques constantes fondamentales		172
Préfixes SI		173
Index		175
Crédits iconographiques		181

Avant-propos

Le *Mémo visuel de chimie générale* a été conçu pour vous aider dans l'apprentissage de la chimie. Il a pour objectif de présenter, d'une manière visuelle, l'essentiel des concepts fondamentaux de la chimie générale en associant intimement textes brefs et illustrations.

Il vous offre une occasion importante d'apprendre les concepts fondamentaux de la chimie et de comprendre comment ces concepts s'appliquent à la vie de tous les jours et au monde qui nous entoure.

Élaboré de manière à se conformer à la structure et à la progression de la plupart des cours de chimie générale, ce livre comprend un certain nombre de caractéristiques pédagogiques novatrices conçues pour améliorer la compréhension et l'apprentissage en liant fortement concepts chimiques, illustrations, diagrammes et photographies.

Il s'articule ainsi autour de 10 chapitres, permettant d'aborder l'ensemble des aspects de base de la chimie générale sous la forme de 158 fiches. Au travers des différentes thématiques abordées : l'atomistique, les liaisons chimiques, les molécules, les états de la matière, les méthodes d'analyses, les bases de la thermodynamique, la chimie des solutions, la cinétique chimique et l'oxydoréduction, ce mémo visuel constitue un instrument de révision iconographique, permettant une vue d'ensemble des notions détaillées dans les ouvrages compagnons plus complet¹.

Le Mémo visuel de chimie générale est d'un niveau scientifique correspondant au programme de Licence (1^{re} et 2^e années, IUT, BTS). Il permettra également aux étudiants en sciences médicales et paramédicales, aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles ainsi qu'aux candidats aux concours de l'enseignement (CAPES, Agrégation), de retrouver les notions essentielles dont ils auront besoin lors du passage des concours.

1. Voir *Chimie Générale, tout le cours en fiches*, Alain Sevin *et al.*, 2^e édition, Dunod, 2016 et *Chimie : cours, exercices et méthodes*, Coll. Fluorescences, Stéphane Perrio *et al.*, Dunod, 2017.

Comment utiliser cet ouvrage



10 chapitres
Les grands axes de la chimie générale

158 fiches

Les notions essentielles du cours pour réviser rapidement

Plus de 400 schémas et photos en couleur pour illustrer chaque notion importante

Et aussi...

- Un index complet

fiche 22 Le spin

Atomistique

Au début du XX^e siècle, la question qui se pose est l'existence d'un moment cinétique intrinsèque classique ou quantifié pour l'électron.

► **Expérience de Stern et Gerlach (1922)**

1 : four
2 : faisceau d'atomes d'argent
3 : aimant permanent générant un fort gradient de champ magnétique
4 : résultat attendu
5 : résultat observé

Résultat classique
Résultat observé

Branche up
Branche down

Les atomes d'argent ont les mêmes propriétés magnétiques qu'un électron donnant ainsi une information sur le moment cinétique électronique :
• pour un système classique : continuum de déviation ;
• observé : deux branches discontinues up/down.

► **Le spin**

Un électron possède un moment magnétique intrinsèque quantifié qui ne peut prendre que deux valeurs associées au nombre quantique de spin $m_s = \pm 1/2$.

► **Représentation**

$m_s = -1/2$ $m_s = +1/2$

spin down spin up

► **Fonction d'onde et spin**

La fonction d'onde totale d'un électron comprend deux parties : une partie d'espace $\phi(r)$ et une partie de spin χ_s (qui peut être up ou down).

$$\Psi(r, s) = \phi(r) \times \chi_s$$



1

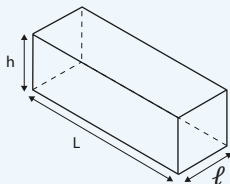
Boîte à outils

Rappels : géométrie et trigonométrie

Quelques formules de base de trigonométrie et de géométrie essentielles en mécanique quantique, spectroscopie, cristallographie...

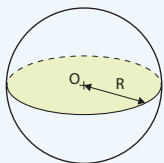
► Volumes

Parallélépipède



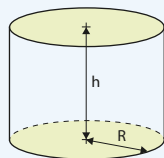
$$V = h \times L \times \ell$$

Sphère



$$V = \frac{4}{3} \pi \times R^3$$

Cylindre



$$V = \pi \times R^2 \times h$$



Archimède
(- 287 - - 212)
Physicien, mathématicien,
ingénieur grec.

► Trigonométrie

$$\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$$

$$\sin(\theta) = \frac{e^{i\theta} - e^{-i\theta}}{2i}$$

$$\cos(\theta) = \frac{e^{i\theta} + e^{-i\theta}}{2}$$

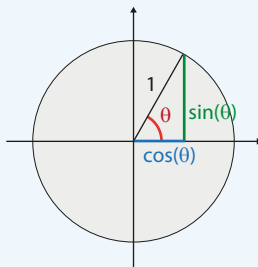
$$\cos(a + b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$$

$$\sin(a + b) = \sin(a)\cos(b) + \cos(a)\sin(b)$$

$$\cos(a) \cos(b) = \frac{\cos(a + b) + \cos(a - b)}{2}$$

$$\sin(a) \sin(b) = \frac{\cos(a - b) - \cos(a + b)}{2}$$

$$\sin(a) \cos(b) = \frac{\sin(a + b) + \sin(a - b)}{2}$$



Hipparque
(- 190 - - 120)
Astronome, mathématicien,
géographe grec.