

mini Manuel

de

chimie générale

Structure de la matière

Cours + Exos

Élisabeth Bardez

Professeur des Universités honoraire
au Conservatoire National des Arts et Métiers (Paris)

3^e édition

DUNOD

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.

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

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.

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).



© Dunod, 2007, 2014, 2018

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-078093-8

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

1	États de la matière, corps purs et mélanges	1
	1.1 États physiques de la matière (ou phases)	1
	États solide, liquide et gazeux	1
	Incidence des interactions intermoléculaires et de l'organisation moléculaire sur les propriétés macroscopiques d'une phase	2
	1.2 Corps purs et changements de phase des corps purs	5
	Changements de phase (ou changements d'état) des corps purs	5
	1.3 Mélanges	10
	Mélanges homogènes	10
	Mélanges hétérogènes	11
	Encadré 1. Tensioactifs, stabilisation des systèmes dispersés et membrane cellulaire	13
	Points clefs	14
	Exercices	15
	Solutions	17
2	Atome et cortège électronique	21
	2.1 Existence et constitution des atomes	22
	Élément et atome : définitions	22
	Existence des atomes	22
	Constitution des atomes et des ions	23
	2.2 Le cortège (ou nuage) électronique d'un atome	25
	Atome, chimie et électrons	25
	De l'atome de Bohr au modèle quantique	26
	États de l'électron dans un atome	34
	Configuration électronique	46
	Encadré 2. Une histoire de photons et d'électrons : le LASER	51

Points clefs	53
Exercices	54
Solutions	59
3 Éléments et classification périodique	69
3.1 Les éléments et leurs symboles	70
Éléments : langage et histoire	70
Abondance des éléments	72
3.2 La classification périodique des éléments	73
Classification et périodicité	73
Blocs, groupes et familles chimiques	73
Caractère métallique	77
Encadré 3. La Classification périodique des éléments : science, imagination, art et même... marketing	78
3.3 Évolution de propriétés au sein de la classification périodique	80
Dimensions des atomes	80
Énergie d'ionisation	82
Énergie de fixation électronique et affinité électronique	83
Électronégativité	85
3.4 Tendances de réactivité chimique	86
Tendance à l'ionisation	87
Caractère oxydant ou réducteur	88
Points clefs	88
Exercices	90
Solutions	93
4 Noyau atomique, radioactivité, masse et énergie	99
4.1 Noyau atomique, radioactivité et énergie nucléaire	100
Représentation du noyau et définitions	100
Représentation des particules élémentaires	101
Radioactivité	102
Radio-isotopes : traceurs et sources radioactives	109
Encadré 4. Carbone 14 et datation	110
Énergie nucléaire	111
Encadré 5. Le Soleil, une énergie libérée par la fusion	115

4.2	Masse atomique	115
	Masse d'un atome : masse de son noyau ou masse de ses nucléons ?	115
	Masse atomique et unité de masse atomique (u)	116
4.3	Mole, masse molaire et quantité de matière	117
	La mole : un changement d'échelle	117
	Masse molaire	118
	Quantité de matière	119
	Points clefs	120
	Exercices	121
	Solutions	124
5	La liaison covalente et ses modèles	131
5.1	Vue d'ensemble des liaisons interatomiques	132
5.2	Formation de la liaison covalente	133
	Origine de la liaison covalente	133
	Énergie du système constitué de deux atomes	133
	Liaisons covalentes simples et multiples – Valence	134
5.3	Modèle de Lewis	136
	Répartition des liaisons covalentes autour d'un atome	136
	Établissement des structures de Lewis	137
5.4	Orbitales moléculaires de molécules diatomiques	140
	Des orbitales atomiques aux orbitales moléculaires	140
	Orbitales moléculaires liantes et antiliantes.	
	Cas de la molécule de dihydrogène H_2	140
	Molécules homonucléaires A_2 formées par le fluor, l'oxygène et l'azote	145
	Molécules hétéronucléaires AB	152
	Points clefs	155
	Exercices	156
	Solutions	158
6	Liaison covalente et géométrie des molécules	167
6.1	Données structurales	167
	Géométries de H_2O , NH_3 , CH_4 , BF_3 et BeH_2	168
	Géométries de C_2H_6 , C_2H_4 et C_2H_2	169

6.2 Théorie de la liaison de valence et hybridation des orbitales atomiques	169
Localisation de la liaison covalente	169
Hybridation des orbitales atomiques	170
6.3 Méthode VSEPR	178
Principe de la méthode VSEPR	178
Formes des molécules	179
Encadré 6. Linus Carl Pauling : chimiste exceptionnel, homme engagé, personnalité atypique.	184
Points clefs	185
Exercices	186
Solutions	188

7 Liaison covalente : paramètres structuraux, vibrations, mésomérie	195
7.1 Enthalpie de liaison	196
Définitions	196
Comment varie l'enthalpie de liaison ?	197
Enthalpie de réaction	197
7.2 Longueur de liaison	198
Définition et mesures	198
Longueur de liaison et enthalpie de liaison	198
7.3 Moment dipolaire	198
Moment dipolaire permanent	198
Moments dipolaires en phase condensée	201
7.4 Vibrations moléculaires	202
Absorption dans l'infrarouge	202
Modèle de l'oscillateur harmonique pour une molécule diatomique	202
Quantification de l'énergie et énergie de point zéro	204
Vibrations dans les molécules polyatomiques	206
7.5 Mésomérie (ou résonance)	206
Géométrie de HNO_3 et NO_3^-	206
Délocalisation des électrons p et mésomérie	207
Stabilisation par résonance	208
Molécules polyatomiques conjuguées	210

Encadré 7. L'art de la conjugaison : de la couleur aux caroténoïdes	214
Points clefs	215
Exercices	216
Solutions	220

8 Interactions non covalentes : ionique, de Van der Waals et liaison hydrogène **227**

8.1 Interactions ion-ion et ion-dipôle	228
Interaction ion-ion	228
Interaction ion-dipôle	230
8.2 Interactions de Van der Waals	232
Interaction dipôle-dipôle	232
Interaction dipôle-dipôle induit	234
Interaction dipôle instantané-dipôle induit	235
Énergie de Van der Waals	238
8.3 La liaison hydrogène	240
Observations expérimentales	240
Nature et propriétés de la liaison hydrogène	241
Importance de la liaison hydrogène	241
8.4 Récapitulatif et comparaison des énergies mises en jeu dans les liaisons intermoléculaires	244

Encadré 8. La chimie et la vie. L'ADN : un bel exemple d'édifice supramoléculaire	245
Points clefs	247
Exercices	248
Solutions	250

Index **255**

