

mini manuel

Chimie générale

Structure de la matière

3^e édition

- L'essentiel du cours
- Exercices corrigés

Élisabeth Bardez



DUNOD

Mini manuel Chimie générale

Structure de la matière

3e édition

L'essentiel du cours

Exercices corrigés

Elisabeth Bardez

CAMPUS LMD

DUNOD

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

Table des matières

1 États de la matière, corps purs et mélanges

1.1 États physiques de la matière (ou phases)

États solide, liquide et gazeux

Incidence des interactions intermoléculaires et de l'organisation moléculaire sur les propriétés macroscopiques d'une phase

1.2 Corps purs et changements de phase des corps purs

Changements de phase (ou changements d'état) des corps purs

1.3 Mélanges

Mélanges homogènes

Mélanges hétérogènes

Encadré 1. Tensioactifs, stabilisation

des systèmes dispersés et membrane cellulaire

Points clefs

Exercices

Solutions

2 Atome et cortège électronique

2.1 Existence et constitution des atomes

Élément et atome : définitions

Existence des atomes

Constitution des atomes et des ions

2.2 Le cortège (ou nuage) électronique d'un atome Atome, chimie et électrons

De l'atome de Bohr au modèle quantique États de l'électron dans un atome

Configuration électronique

Encadré 2. Une histoire de photons et d'électrons : le LASER

Points clefs

Exercices

Solutions

53

54

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

Points clefs

Exercices

Solutions

3 Éléments et classification périodique

3.1 Les éléments et leurs symboles

Éléments : langage et histoire

Caractère métallique

Abondance des éléments

3.2 La classification périodique des éléments

Classification et périodicité

Blocs, groupes et familles chimiques

Encadré 3. La Classification périodique des éléments: science, imagination, art et même...
marketing

périodique

3.3 Évolution de propriétés au sein de la classification

Dimensions des atomes

Énergie d'ionisation

Électronégativité

3.4 Tendances de réactivité chimique

Tendance à l'ionisation

Caractère oxydant ou réducteur

Énergie de fixation électronique et affinité électronique

Points clefs

Exercices

Solutions

4 Noyau atomique, radioactivité, masse et énergie

4.1 Noyau atomique, radioactivité et énergie nucléaire Représentation du noyau et définitions

Représentation des particules élémentaires

Radioactivité

Radio-isotopes: traceurs et sources radioactives

Encadré 4. Carbone 14 et datation

Énergie nucléaire

Encadré 5. Le Soleil, une énergie libérée par la fusion

53		115
54	4.2 Masse atomique	
59	Masse d'un atome : masse de son noyau	115
	ou masse de ses nucléons ?	116
69	Masse atomique et unité de masse atomique (u)	117
70	4.3 Mole, masse molaire et quantité de matière	
70	La mole : un changement d'échelle	117
72	Masse molaire	118
73	Quantité de matière	119
73	Points clefs	120
73	Exercices	121
77	Solutions	124
78	5 La liaison covalente et ses modèles	131
	5.1 Vue d'ensemble des liaisons interatomiques	132
80	5.2 Formation de la liaison covalente	133
80	Origine de la liaison covalente	133
82	Énergie du système constitué de deux atomes	133
83	Liaisons covalentes simples et multiples – Valence	134
85	5.3 Modèle de Lewis	136
86	Répartition des liaisons covalentes autour d'un atome	136
87	Établissement des structures de Lewis	137
88	5.4 Orbitales moléculaires de molécules diatomiques	140
88	Des orbitales atomiques aux orbitales moléculaires	140
90	Orbitales moléculaires liantes et antiliantes.	140
93	Cas de la molécule de dihydrogène H_2	145
99	Molécules homonucléaires A_2 formées par le fluor, l'oxygène et l'azote	152
100	Molécules hétéronucléaires AB	155
100	Points clefs	156
101	Exercices	158
102	Solutions	167
109	6 Liaison covalente et géométrie des molécules	167
110	6.1 Données structurales	167
111	Géométries de H_2O , NH_3 , CH_4 , BF_3 et BeH_2	168
115	Géométries de C_2H_6 , C_2H_4 et C_2H_2	169

4.2 Masse atomique

Masse d'un atome: masse de son noyau ou masse de ses nucléons?

Masse atomique et unité de masse atomique (u)

4.3 Mole, masse molaire et quantité de matière

La mole : un changement d'échelle Masse molaire

Quantité de matière

Points clefs

Exercices

Solutions

5 La liaison covalente et ses modèles

5.1 Vue d'ensemble des liaisons interatomiques

5.2 Formation de la liaison covalente

Origine de la liaison covalente

Énergie du système constitué de deux atomes

Liaisons covalentes simples et multiples - Valence

5.3 Modèle de Lewis

Répartition des liaisons covalentes autour d'un atome

Établissement des structures de Lewis

5.4 Orbitales moléculaires de molécules diatomiques

Des orbitales atomiques aux orbitales moléculaires

Orbitales moléculaires liantes et antiliantes.

Cas de la molécule de dihydrogène H_2

Molécules homonucléaires A_2 formées par le fluor, l'oxygène et l'azote

Molécules hétéronucléaires AB

Points clefs

Exercices

Solutions

6 Liaison covalente et géométrie des molécules

6.1 Données structurales

Géométries de H_2O , NH_3 , CH_4 , BF_3 et BeH_2

Géométries de C_2H_6 , C_2H_4 et C_2H_2

6.2 Théorie de la liaison de valence et hybridation des orbitales atomiques

Localisation de la liaison covalente 169

Hybridation des orbitales atomiques 169

6.3 Méthode VSEPR

Principe de la méthode VSEPR 178

Formes des molécules 178

Encadré 6. Linus Carl Pauling : chimiste exceptionnel, homme engagé, personnalité atypique. 179

Points clefs 184

Exercices 185

Solutions 186

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 202

pour une molécule diatomique 204

Quantification de l'énergie et énergie de point zéro 206

Vibrations dans les molécules polyatomiques 206

7.5 Mésomérie (ou résonance) 206

Géométrie de HNO_3 et NO_3^- 207

Délocalisation des électrons p et mésomérie 208

Stabilisation par résonance 210

Molécules polyatomiques conjuguées

Table d

Enca

aux c

Poin

Exer

Solu

8 Inter et lia

8.1 I

I

I

8.2 I

I

I

I

E

8.3 L

O

N

In

8.4 Re

de

da

Encadr

un bel c

Points

Exercic

Solutio

Index

6.2 Théorie de la liaison de valence et hybridation des orbitales atomiques

Localisation de la liaison covalente

Hybridation des orbitales atomiques

6.3 Méthode VSEPR

Principe de la méthode VSEPR

Formes des molécules

Encadré 6. Linus Carl Pauling: chimiste exceptionnel, homme engagé, personnalité atypique.

Points clefs

Exercices

Solutions

7 Liaison covalente: paramètres structuraux, vibrations, mésomérie

7.1 Enthalpie de liaison

Définitions

Comment varie l'enthalpie de liaison ?

Enthalpie de réaction

7.2 Longueur de liaison

Définition et mesures

Longueur de liaison et enthalpie de liaison

7.3 Moment dipolaire

Moment dipolaire permanent

Moments dipolaires en phase condensée

7.4 Vibrations moléculaires

Absorption dans l'infrarouge

Modèle de l'oscillateur harmonique pour une molécule diatomique

Quantification de l'énergie et énergie de point zéro

Vibrations dans les molécules polyatomiques

7.5 Mésomérie (ou résonance)

Géométrie de HNO_3 et NO_3^-

Délocalisation des électrons p et mésomérie

Stabilisation par résonance

Molécules polyatomiques conjuguées

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**

Encadré 7. L'art de la conjugaison: de la couleur aux caroténoïdes

Points clefs

Exercices

Solutions

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

8.1 Interactions ion-ion et ion-dipôle

Interaction ion-ion

Interaction ion-dipôle

8.2 Interactions de Van der Waals

Interaction dipôle-dipôle

Interaction dipôle-dipôle induit

Interaction dipôle instantané-dipôle induit

Énergie de Van der Waals

8.3 La liaison hydrogène

Observations expérimentales

Nature et propriétés de la liaison hydrogène

Importance de la liaison hydrogène

8.4 Récapitulatif et comparaison des énergies mises en jeu dans les liaisons intermoléculaires

Encadré 8. La chimie et la vie. L'ADN : un bel exemple d'édifice supramoléculaire

Points clefs

Exercices

Solutions

Index

Chimie générale

Structure de la matière

Comment aller à l'essentiel, comprendre les méthodes et les démarches avant de les mettre en application ?

Conçus pour faciliter l'apprentissage des notions essentielles, les Mini Manuels proposent :

- un **cours concis** et richement **illustré** pour vous accompagner jusqu'à l'examen ;
- des **exemples** sous forme d'encarts ;
- des mises en garde et des **méthodes** pour éviter les pièges et connaître les astuces ;
- des **exercices**, **QCM** ou **QROC**, tous corrigés, pour tester vos connaissances.

Cette nouvelle édition actualisée présente les aspects essentiels de la chimie structurale à travers de nombreux exemples et exercices.

Élisabeth Bardez

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

PUBLIC

- L1/L2 Chimie, Sciences de la Vie et de la Terre
- PACES
- IUT et BTS de chimie ou de biologie



9 782100 782970



0 0001 00069886 8



Mini manuel
Élisabeth Bardez

Chimie générale Structure de la matière
3e édition

Comment aller à l'essentiel, comprendre les méthodes et les démarches avant de les mettre en application?

Conçus pour faciliter l'apprentissage des notions essentielles, les Mini Manuels proposent :

- un cours concis et richement illustré pour vous accompagner jusqu'à l'examen ;
- des exemples sous forme d'encarts;
- des mises en garde et des méthodes pour éviter les pièges et connaître les astuces ;
- des exercices, QCM ou QROC, tous corrigés, pour tester vos connaissances.

Cette nouvelle édition actualisée présente les aspects essentiels de la chimie structurale à travers de nombreux exemples et exercices.

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

PUBLIC

■ L1/L2 Chimie, Sciences de la Vie et de la Terre

■ PACES

■ IUT et BTS de chimie ou de biologie