

4^e édition

Chimie

générale

Raymond Chang
Kenneth A. Goldsby

Traduction et adaptation française

Azélie Arpin
Luc Papillon

Mc
Graw
Hill
Education

CHENELIÈRE
ÉDUCATION



UNE RIGUEUR SCIENTIFIQUE JAMAIS ÉGALÉE

Clarté, rigueur, concision, voilà ce qui caractérise ce grand classique du professeur Chang dans lequel sont présentés les principes fondamentaux de la chimie. Cette quatrième édition française offre des nouveautés ainsi qu'un contenu actualisé et mis à jour :

- Des **résumés visuels originaux**, en fin de chapitre, qui synthétisent la matière en un coup d'œil.
- Une nouvelle rubrique **Révision des concepts** qui questionne l'étudiant au fil de ses apprentissages.
- Un large éventail d'**exercices** et de **problèmes** gradués qui favorisent la progression de l'étudiant.
- Des **exemples** proposant une démarche de résolution de problèmes claire en trois étapes.
- Des rubriques **Chimie en action** inspirées du monde réel, des **capsules d'information** qui mettent en évidence des faits historiques et des applications multidisciplinaires, de nombreuses **figures** ainsi que des **animations** et des **interactions** en ligne qui viennent appuyer la théorie.
- En fin de manuel, un **corrigé** des exercices, problèmes et révisions des concepts.

Sans contredit la collection qui présente l'équilibre parfait entre la **théorie** et sa **mise en application** !

Dans la même collection

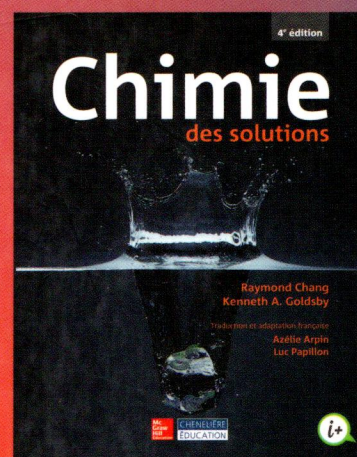
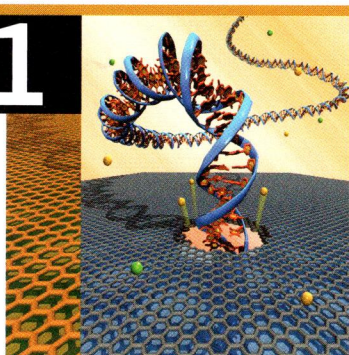


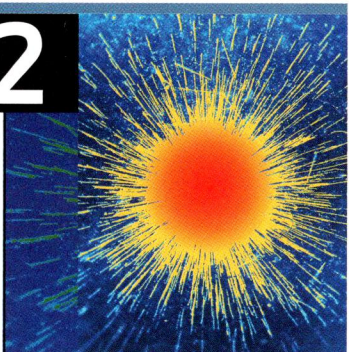
Table des matières

CHAPITRE 1

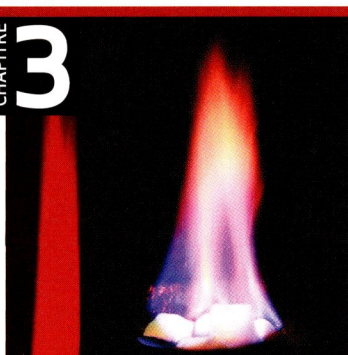


La chimie : une introduction	2
1.1 La chimie : une science ancienne et nouvelle	5
1.2 La méthode scientifique	6
CHIMIE EN ACTION L'hélium primordial et la théorie du Big Bang	7
1.3 La matière	8
1.3.1 La classification de la matière	8
1.3.2 Les propriétés de la matière	11
1.3.3 Les états de la matière	12
1.4 Les mesures expérimentales	13
CHIMIE EN ACTION L'importance des unités	14
1.4.1 Le système international (SI)	14
1.4.2 La masse et le poids	16
1.4.3 Le volume	16
1.4.4 La masse volumique	16
1.4.5 La température	17
1.5 La manipulation des nombres	19
1.5.1 L'exactitude et la précision	19
1.5.2 Les chiffres significatifs et les échelles de lecture	21
1.6 La résolution de problèmes et la conversion d'unités	27
Résumé	32
Équations clés	35
Mots clés	36
Problèmes	36

CHAPITRE 2



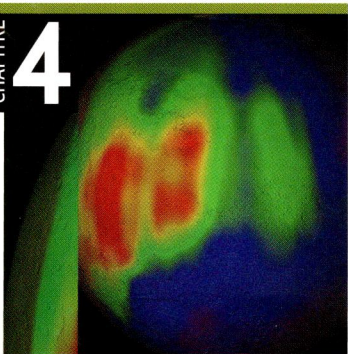
Les atomes, les molécules et les ions	40
2.1 La théorie atomique	43
2.2 La structure de l'atome	44
2.2.1 L'électron	45
2.2.2 La radioactivité	46
2.2.3 Le noyau de l'atome	48
2.3 Le numéro atomique, le nombre de masse et les isotopes	50
2.4 Le tableau périodique	53
2.5 Les formules chimiques	54
2.6 Les composés chimiques	56
2.6.1 Les ions et les composés ioniques	56
2.6.2 Les composés covalents : les molécules et les réseaux covalents	59
2.6.3 Les modèles moléculaires	60
CHIMIE EN ACTION L'allotropie	62
2.7 Les réactions chimiques	63
2.7.1 L'oxydoréduction	64
2.7.2 Les nombres d'oxydation	64
2.7.3 Les oxydants et les réducteurs	65

CHAPITRE
3

2.8	La nomenclature des composés inorganiques	67
2.8.1	La nomenclature classique ou traditionnelle	68
	Résumé	76
	Mots clés	80
	Problèmes	80

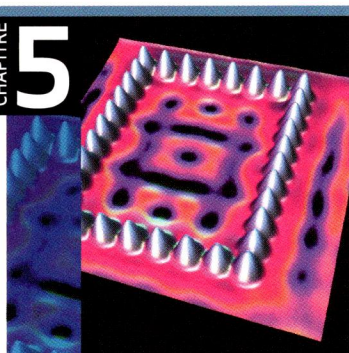
Les moles, les réactions chimiques et la stœchiométrie

3.1	La masse atomique	86
3.1.1	La masse atomique moyenne	87
3.1.2	La masse moléculaire	89
3.2	Le nombre d'Avogadro et le concept de mole	90
3.2.1	La masse molaire d'un élément	91
3.2.2	La masse molaire d'un composé	94
	CHIMIE EN ACTION Le spectromètre de masse	96
3.3	La composition centésimale massique	98
3.3.1	Le calcul de la masse d'un élément dans un composé à partir de sa composition centésimale massique	99
3.3.2	La détermination de la formule empirique	100
3.3.3	La détermination de la formule moléculaire d'un composé	103
3.4	Les réactions et les équations chimiques	105
3.4.1	L'équilibrage des équations chimiques par la méthode par tâtonnement	106
3.4.2	L'équilibrage des équations chimiques par la méthode algébrique	109
3.5	La stœchiométrie	110
3.5.1	Les calculs des quantités de réactifs et de produits	110
3.5.2	Les calculs pour des quantités exprimées en concentration	114
3.5.3	Les réactifs limitants	116
3.6	Le rendement des réactions	121
	CHIMIE EN ACTION Les engrais chimiques	124
	Résumé	125
	Équations clés	130
	Mots clés	131
	Problèmes	131

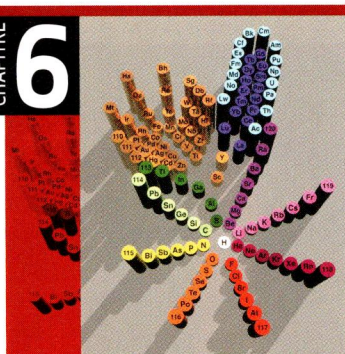
CHAPITRE
4

Les gaz	138
4.1 Les gaz	140
4.2 La pression	141
4.3 Les lois des gaz	143
4.3.1 La relation pression-volume : la loi de Boyle-Mariotte	143
4.3.2 Les relations température-volume et température-pression : la loi de Charles-Gay-Lussac	144
4.3.3 La relation volume-nombre de molécules : la loi d'Avogadro	146
4.4 L'équation des gaz parfaits	147
4.4.1 La masse volumique et la masse molaire d'une substance gazeuse	150
4.5 La stœchiométrie des gaz	152

4.6	La loi des pressions partielles de Dalton	155
	CHIMIE EN ACTION La plongée sous-marine et les lois des gaz	160
4.7	La théorie cinétique des gaz	161
4.7.1	La distribution des vitesses moléculaires	162
4.7.2	La vitesse quadratique moyenne	164
4.7.3	La diffusion et l'effusion gazeuses	165
	CHIMIE EN ACTION L'atmosphère terrestre	166
4.8	Les gaz parfaits et les gaz réels	168
	Résumé	172
	Équations clés	177
	Mots clés	177
	Problèmes	178



	La structure électronique des atomes	186
5.1	De la physique classique à la théorie des quanta	188
5.1.1	Le rayonnement électromagnétique : l'aspect ondulatoire de la lumière	190
5.1.2	La théorie des quanta	193
5.1.3	L'effet photoélectrique : l'aspect corpusculaire de la lumière	194
5.2	Le modèle de l'atome de Bohr, un modèle quantique de l'atome d'hydrogène	197
5.2.1	Les spectres d'émission	197
5.2.2	Le postulat de Bohr	199
5.2.3	L'explication du spectre de l'hydrogène	202
5.2.4	L'émission atomique et l'absorption atomique	205
	CHIMIE EN ACTION Les lasers, des sources de lumière bien utiles, de toutes les couleurs et de toutes les énergies	206
5.3	Le développement de la mécanique quantique	208
5.3.1	L'onde associée de De Broglie	208
	CHIMIE EN ACTION La microscopie électronique	211
5.3.2	Le principe d'incertitude de Heisenberg	212
5.3.3	La mécanique quantique, la fonction d'onde et la probabilité de présence	212
5.4	Les nombres quantiques	214
5.4.1	Le nombre quantique principal (n)	215
5.4.2	Le nombre quantique secondaire (ℓ)	215
5.4.3	Le nombre quantique magnétique (m_ℓ)	215
5.4.4	Le nombre quantique de spin (m_s)	216
5.5	Les orbitales atomiques et les états quantiques	217
5.6	Les orbitales atomiques	220
5.6.1	Les orbitales s ($\ell = 0$)	220
5.6.2	Les orbitales p ($\ell = 1$)	221
5.6.3	Les orbitales d ($\ell = 2$)	221
5.6.4	Les orbitales f ($\ell = 3$)	222
5.7	L'énergie et la taille des orbitales atomiques : l'influence de n , de ℓ et de Z	222

CHAPITRE
6

Résumé	225
Équations clés	230
Mots clés	230
Problèmes	231

Les configurations électroniques et le tableau périodique

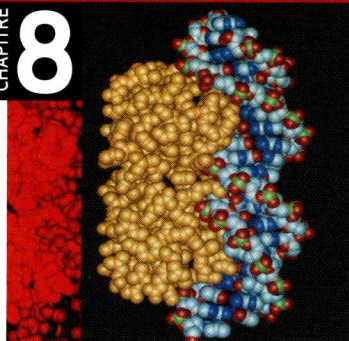
6.1 Le développement du tableau périodique	239
6.2 Les orbitales des atomes polyélectroniques	240
6.3 Les configurations électroniques	240
6.3.1 Le principe d'exclusion de Pauli	241
6.3.2 Le principe de construction par empilement (<i>aufbau prinzip</i>)	242
6.3.3 L'effet d'écran dans les atomes polyélectroniques	242
6.3.4 La règle de Hund	243
6.3.5 Les propriétés magnétiques	244
6.3.6 La configuration électronique abrégée	245
6.3.7 Les électrons de valence et les électrons de cœur	246
6.3.8 Les configurations électroniques des éléments de la quatrième et de la cinquième période	246
6.3.9 Les configurations électroniques des éléments de la sixième et de la septième période	247
CHIMIE EN ACTION Les lanthanides ou la série des terres rares	250
6.4 Les configurations électroniques et le tableau périodique	250
6.4.1 Les configurations électroniques des ions	254
6.5 Les variations périodiques des propriétés physiques	256
6.5.1 La charge nucléaire effective (Z_{eff})	256
6.5.2 Le rayon atomique	257
6.5.3 Le rayon ionique	260
CHIMIE EN ACTION Le troisième élément liquide	263
6.6 L'énergie d'ionisation	263
6.6.1 La variation dans une période	266
6.6.2 La variation dans un groupe	267
6.7 L'affinité électronique	269
6.8 L'électronégativité	272
6.9 Les éléments du tableau périodique	273
6.9.1 L'aspect physique des éléments	274
6.10 Les variations périodiques des propriétés chimiques des éléments représentatifs	275
6.10.1 Les tendances générales des propriétés chimiques	276
6.10.2 Les oxydes	284
Résumé	286
Équations clés	290
Mots clés	290
Problèmes	291

CHAPITRE 7



La liaison chimique I: les concepts de base	298
7.1 La formation des liaisons	300
7.1.1 Les types de liaisons	301
7.1.2 La formation de la liaison covalente	302
7.2 Liaison ionique et liaison covalente: l'électronégativité	303
7.2.1 Le pourcentage de caractère ionique	305
7.3 La liaison ionique	306
7.4 La notation de Lewis	308
7.4.1 La représentation de la liaison ionique à l'aide de la notation de Lewis	309
7.5 La liaison covalente et la structure des molécules	312
7.5.1 Le nombre de liaisons covalentes et l'état de valence	312
7.5.2 La structure de Lewis et la règle de l'octet	314
7.5.3 Les exceptions à la règle de l'octet	322
CHIMIE EN ACTION Le NO, une si petite molécule pour de si grandes prouesses!	324
7.5.4 La structure des ions	325
7.5.5 La charge formelle	327
7.5.6 La liaison de coordinence	328
CHIMIE EN ACTION La couleur du sang: un phénomène complexe!	332
7.5.7 Les liaisons sigma et les liaisons pi	332
7.6 Les molécules organiques	336
7.6.1 Les alcanes	336
7.6.2 Les groupements fonctionnels	337
7.6.3 L'écriture des formules des molécules organiques	337
7.6.4 L'isomérie	338
7.7 La longueur de liaison	339
7.8 Le concept de résonance	340
7.9 Les énergies des liaisons	342
7.9.1 L'énergie de la liaison ionique et le cycle de Born-Haber	343
7.9.2 L'énergie de la liaison covalente	348
Résumé	352
Équations clés	356
Mots clés	357
Problèmes	357

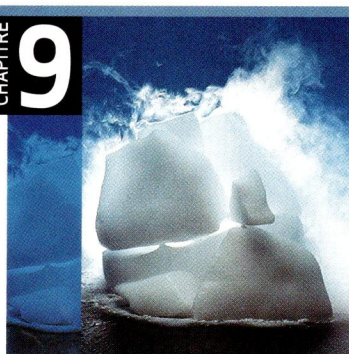
CHAPITRE 8



La liaison chimique II: la forme des molécules et l'hybridation des orbitales atomiques	364
8.1 La géométrie des molécules	367
8.1.1 Les molécules dont l'atome central ne possède aucun doublet libre	368
8.1.2 Les molécules dont l'atome central possède un ou plusieurs doublets libres	370
8.1.3 Les molécules contenant des liaisons multiples	375
8.1.4 Les molécules ayant plus d'un atome central	376
8.1.5 La méthode pour appliquer le modèle RPEV	376

8.2	La polarité des molécules	379
CHIMIE EN ACTION	Les fours à micro-ondes – Les moments dipolaires au travail	383
8.3	L'hybridation des orbitales atomiques	385
8.3.1	L'hybridation sp^3	386
8.3.2	L'hybridation sp^2	387
8.3.3	L'hybridation sp	388
8.3.4	La méthode à suivre pour hybrider des orbitales atomiques	388
8.3.5	L'hybridation des orbitales s , p et d	389
8.3.6	L'hybridation dans les molécules qui contiennent des liaisons doubles et triples	392
CHIMIE EN ACTION	Les fullerènes, les nanotubes et la conception de médicaments	395
8.4	La théorie des orbitales moléculaires	397
8.4.1	Les orbitales moléculaires liantes et antiliantes	397
8.5	Les configurations électroniques des orbitales moléculaires	400
8.5.1	Les règles gouvernant la configuration électronique moléculaire et la stabilité	400
8.5.2	La stabilité d'une molécule : l'ordre de liaison	401
8.5.3	Les molécules homonucléaires diatomiques des éléments de la deuxième période	402
8.6	Les orbitales moléculaires délocalisées	405
8.6.1	Le benzène (C_6H_6)	405
8.6.2	L'ion carbonate (CO_3^{2-})	406
	Résumé	407
	Équations clés	411
	Mots clés	411
	Problèmes	412

CHAPITRE 9



Les forces intermoléculaires, les liquides et les solides		418
9.1	La théorie cinétique des liquides et des solides	421
9.2	Les forces intermoléculaires	422
9.2.1	Les forces dipôle-dipôle	423
9.2.2	Les forces dipôle-dipôle induit	424
9.2.3	Les forces de dispersion (dipôle instantané-dipôle induit)	424
9.2.4	Les forces ion-dipôle	426
9.2.5	La liaison hydrogène	427
CHIMIE EN ACTION	Les forces intermoléculaires à la rescousse des pattes du gecko	430
9.3	L'état liquide	432
9.3.1	La tension superficielle	432
9.3.2	La viscosité	433
9.3.3	La structure et les propriétés de l'eau	434
CHIMIE EN ACTION	Pourquoi les lacs gèlent-ils de haut en bas ?	437
9.4	Les structures cristallines	437
9.4.1	L'empilement de sphères	438
9.5	Les liaisons dans les solides cristallins	442
9.5.1	Les solides ioniques	442
9.5.2	Les solides moléculaires	443