

MODULO

CHIMIE GÉNÉRALE

Eddy Flamand
Jean-Luc Allard

3^e édition

CHARBON

GRAPHITE

DIAMANT



Modulo
en ligne

www.groupemodulo.com

CHIMIE GÉNÉRALE

Le domaine de la chimie générale est vaste et composé de sujets si diversifiés qu'il est parfois difficile de faire ressortir les liens qui les unissent. C'est ce que les auteurs de *Chimie générale*, 3^e édition ont réussi à faire en exposant le contenu de façon que l'étudiant établisse les liens entre les notions à mesure qu'il se les approprie. Égayée par une nouvelle mise en pages plus moderne et plus pédagogique, cette troisième édition propose :

- une présentation intégrée des objectifs et des concepts abordés dans le chapitre ;
- une mise à jour du contenu enrichie de précisions et d'explications plus poussées ;
- un plus grand nombre d'exercices tout au long du chapitre qui favorisent une meilleure compréhension théorique et pratique ;
- des mots-clés définis en marge ;
- des rubriques – « Un peu de culture... chimique », « Connaissez-vous... ? » et « Saviez-vous que... ? » – qui font le lien entre la chimie et la vie quotidienne ;
- des encadrés qui mettent en évidence certaines règles et méthodes essentielles pour réussir le cours ;
- une présentation plus claire et aérée de la rubrique « Le chapitre en un clin d'œil » ;
- des questions et des exercices supplémentaires en fin de chapitre, qui comprennent des exercices récapitulatifs et des exercices défis cotés selon trois niveaux de difficulté.

Chimie générale, 3^e édition, un ouvrage original et complet rédigé par des professeurs reconnus du milieu collégial !

Eddy Flamand a terminé un baccalauréat ès arts et ès sciences appliquées à l'Université Laval. Il est aussi titulaire d'une maîtrise ès sciences en chimie de l'Université de Montréal et d'une maîtrise en éducation de l'Université du Québec à Chicoutimi. Eddy Flamand a enseigné au Cégep de Jonquière pendant de nombreuses années tant au secteur général que professionnel. Il a également mis à profit son talent de formateur en Côte-d'Ivoire, où il a enseigné la chimie et la physique à l'École normale des garçons de Bouaké pendant trois ans.

Jean-Luc Allard est titulaire d'un baccalauréat ès sciences de l'Université Concordia et d'une maîtrise en éducation de l'Université de Montréal. Il a enseigné la chimie au Collège Jean-de-Brébeuf pendant plus de vingt ans.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

CHAPITRE 1

Développement et méthodes de la chimie

CHAPITRE 2

Modèle atomique de la matière

CHAPITRE 3

Réactions chimiques : aspect qualitatif

CHAPITRE 4

Réactions chimiques : aspect quantitatif

CHAPITRE 5

Structure électronique des atomes

CHAPITRE 6

Propriétés périodiques des éléments

CHAPITRE 7

Liaisons chimiques I

CHAPITRE 8

Géométrie des structures chimiques

CHAPITRE 9

Liaisons chimiques II (Théories quantiques)

CHAPITRE 10

Énergie, matière et force de cohésion

CORRIGÉ

GLOSSAIRE

INDEX



**Modulo
en ligne**

www.groupermodulo.com

ISBN-13 : 978-2-89650-109-0
ISBN-10 : 2-89650-109-6



9 782896 501090

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	III
--------------	-----

REMERCIEMENTS	V
---------------	---

CHAPITRE 1

DÉVELOPPEMENT ET MÉTHODES DE LA CHIMIE	1
--	---

1.1 LA CHIMIE ET LES SCIENCES PHYSIQUES	2
---	---

1.1.1 Objet de la chimie	2
--------------------------	---

Structuration de l'Univers	3
----------------------------	---

Rôle de la chimie	5
-------------------	---

Rôle des autres sciences de la nature	5
---------------------------------------	---

1.1.2 Moments marquants dans l'histoire de la chimie	5
--	---

Fondements de la chimie classique	5
-----------------------------------	---

Découverte des particules subatomiques	6
--	---

Émergence du modèle de la chimie quantique	6
--	---

Développements récents de la chimie	6
-------------------------------------	---

UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE

<i>Les premiers chimistes étaient des philosophes !</i>	7
---	---

<i>Le travail du chimiste : un vaste domaine</i>	8
--	---

1.1.3 La démarche scientifique	9
--------------------------------	---

Méthode scientifique	9
----------------------	---

Un exemple d'application	10
--------------------------	----

L'importance du raisonnement et de l'intuition	10
--	----

1.2 UNITÉS DE MESURE ET CALCULS	11
---------------------------------	----

1.2.1 Unités de base et unités dérivées	11
---	----

1.2.2 Notation exponentielle	13
------------------------------	----

UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE

<i>Les nanotechnologies : une révolution du même ordre que celle de l'informatique</i>	14
--	----

1.2.3 Incertitude des mesures et chiffres significatifs	15
---	----

1.2.4 Calculs élémentaires et chiffres significatifs	17
--	----

Addition et soustraction	17
--------------------------	----

Multiplication et division	17
----------------------------	----

Utilisation de la calculatrice	17
--------------------------------	----

1.3 ANALYSE DIMENSIONNELLE	18
----------------------------	----

LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	20
------------------------------	----

QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	22
--	----

CHAPITRE 2

MODÈLE ATOMIQUE DE LA MATIÈRE	25
-------------------------------	----

2.1 MÉLANGES, SUBSTANCES PURES, ÉLÉMENTS ET COMPOSÉS	26
--	----

2.1.1 États de la matière	26
---------------------------	----

2.1.2 Mélanges et substances pures	27
------------------------------------	----

2.1.3 Éléments et composés	28
----------------------------	----

2.2 PREMIÈRE THÉORIE ATOMIQUE	29
-------------------------------	----

2.2.1 Lois fondamentales de la chimie	29
---------------------------------------	----

2.2.2 Théorie atomique de Dalton	32
----------------------------------	----

Limites de la théorie de Dalton	33
---------------------------------	----

3.3 RÉACTIONS ACIDO-BASIQUES	72
3.3.1 Notion d'acide et de base	72
Les acides	72
Les bases	73
3.3.2 Nomenclature des acides	73
3.3.3 Nomenclature des bases	74
3.3.4 Réaction acido-basique	74
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les pluies acides: toujours présentes dans l'environnement</i>	75
3.4 AUTRE SYSTÈME DE CLASSIFICATION DES RÉACTIONS	76
3.4.1 Réaction de combinaison	76
Réaction de combinaison d'espèces chimiques polyatomiques	76
Réaction de combinaison en solution aqueuse	76
3.4.2 Réaction de décomposition	77
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Une réaction de décomposition utile: l'azoture de sodium dans les coussins gonflables</i>	78
3.4.3 Réaction de substitution	78
Substitution d'un métal par un autre métal	78
Substitution d'un non-métal par un métal et vice versa	78
Substitution d'un non-métal ou d'un métalloïde par un autre non-métal	79
3.4.4 Réaction de double substitution	79
LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	80
QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	82
CHAPITRE 4	
RÉACTIONS CHIMIQUES: ASPECT QUANTITATIF	85
4.1 MOLE ET MASSE MOLAIRE	86
4.1.1 Valeur de la mole	86
4.1.2 Équivalences entre mole, masse molaire et masse atomique	87
Calcul du nombre de moles et de la masse molaire d'une espèce chimique	87
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>La détermination du nombre d'Avogadro</i>	88
4.2 FORMULE EMPIRIQUE ET FORMULE MOLÉCULAIRE	92
4.2.1 Formule empirique	92
4.2.2 Formule moléculaire	97
4.3 LOIS DES GAZ ET VOLUME MOLAIRE	98
4.3.1 Généralités	98
4.3.2 Vers la loi générale des gaz	99
Loi de Boyle-Mariotte	99
Loi de Charles	101
Loi d'Avogadro	102
Loi générale des gaz	102
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les gaz à effet de serre: des conséquences catastrophiques?</i>	103
Équation des gaz parfaits	104
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les fluides supercritiques: des propriétés étonnantes</i>	107
4.3.3 Loi de Dalton	108

LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	159
QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	162

CHAPITRE 6**PROPRIÉTÉS PÉRIODIQUES DES ÉLÉMENTS** **167**

6.1 ÉLECTRONS DE VALENCE	168
6.1.1 Définition et détermination à partir du tableau périodique	169
6.1.2 Cas particulier des métaux de transition	170
6.2 RAYON ATOMIQUE ET RAYON IONIQUE	171
6.2.1 Rayon atomique	171
Évolution du rayon atomique dans le tableau périodique	172
Charge nucléaire effective	172
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>La mesure des rayons atomiques grâce aux rayons X !</i>	174
6.2.2 Rayon ionique	175
6.3 ÉNERGIE D'IONISATION, AFFINITÉ ÉLECTRONIQUE ET ÉLECTRONÉGATIVITÉ	177
6.3.1 Énergie d'ionisation	177
Irrégularités	179
6.3.2 Affinité électronique	180
6.3.3 Électronégativité	181
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>L'électronégativité : un nouveau concept découlant de données expérimentales</i>	182
6.4 TENDANCES GÉNÉRALES DES ÉLÉMENTS DANS LE TABLEAU PÉRIODIQUE	183
6.4.1 Hydrogène	184
6.4.2 Métaux alcalins (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)	184
6.4.3 Métaux alcalino-terreux (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)	185
6.4.4 Éléments du groupe 13 (B, Al, Ga, In, Tl)	186
6.4.5 Éléments du groupe 14 (C, Si, Ge, Sn, Pb)	187
6.4.6 Éléments du groupe 15 (N, P, As, Sb, Bi)	188
6.4.7 Éléments du groupe 16 (O, S, Se, Te, Po)	189
6.4.8 Halogènes (F, Cl, Br, I, At)	190
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>L'ozone, une vedette sur son déclin ?</i>	191
6.4.9 Gaz rares (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)	192
6.4.10 Métaux de transition	193

LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	194
QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	198

CHAPITRE 7**LIAISONS CHIMIQUES I** **203**

7.1 LIAISON IONIQUE ET LIAISON COVALENTE	204
7.2 NOTATION DE LEWIS	205
7.3 MOLÉCULES ET IONS POLYATOMIQUES	206
7.3.1 Règles et principes mis en jeu	206

CHAPITRE 9

LIAISONS CHIMIQUES II (THÉORIES QUANTIQUES)	263
9.1 THÉORIE DES ORBITALES MOLÉCULAIRES	264
9.1.1 Orbitales atomiques et orbitales moléculaires	265
Liaison σ	265
Liaison π	266
9.1.2 Remplissage des orbitales moléculaires et formation de molécules	267
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les électrons des orbitales antiliantes: en première ligne de la protection solaire</i>	268
9.1.3 Cas particulier de l'oxygène moléculaire	270
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Le contrôle de l'oxygène dans le sang: le rôle des électrons non appariés</i>	270
9.2 THÉORIE DES ORBITALES HYBRIDES	271
9.2.1 Liaisons σ et π selon le modèle des électrons localisés	272
9.2.2 Hybridation des orbitales	273
9.2.3 Description des liaisons à l'aide du modèle des orbitales hybrides	275
Atome central lié à plusieurs atomes d'hydrogène	275
Atome central lié à d'autres atomes que l'hydrogène par des liaisons σ	279
Atome central lié à d'autres par une ou plusieurs liaisons multiples	280
9.3 LIAISONS DANS LES MÉTAUX ET LES MÉTALLOÏDES	283
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les modèles de liaisons covalentes: des modèles, rien de plus!</i>	284
<i>Les électrons en action: les transistors</i>	285
LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	287
QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	290

CHAPITRE 10

ÉNERGIE, MATIÈRE ET FORCE DE COHÉSION	295
10.1 ÉNERGIE: FORMES ET LOIS	296
10.1.1 Énergie et formes d'énergie	297
Énergie potentielle	297
Énergie solaire	297
10.1.2 Énergie interne et loi de la conservation de l'énergie	297
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les ressources énergétiques: la fin est-elle proche?</i>	299
10.1.3 Enthalpie de liaison	300
10.2 ÉTATS DE LA MATIÈRE ET FORCES MISES EN JEU	300
10.2.1 États de la matière	301
État gazeux	301
État liquide	301
État solide	301
10.2.2 Nature des forces dans les liquides et les solides	302
Liaison covalente	302
Interactions entre les cations et les anions dans les structures ioniques	302
Liaison métallique	302
Interactions entre des espèces moléculaires non chargées	303
Interactions entre des ions et des molécules dans un liquide	303

10.3 SOLIDES ET LIQUIDES IONIQUES ET MÉTALLIQUES	303
10.3.1 Types de réseaux cubiques	303
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les cristaux liquides : d'étranges propriétés et des applications utiles</i>	304
10.3.2 Grandeur des forces au sein d'un réseau ionique	306
10.3.3 Grandeur des forces dans un réseau métallique	307
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les supraconducteurs : les extraordinaires matériaux de ce millénaire</i>	308
10.4 SOLIDES RÉTICULAIRES ET SOLIDES AMORPHES	309
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les fibres optiques : une percée technologique grâce aux solides amorphes</i>	310
10.5 SOLIDES ET LIQUIDES MOLÉCULAIRES	311
10.5.1 Attraction intermoléculaire par dipôles instantanés	311
10.5.2 Attraction intermoléculaire par dipôles permanents	312
10.5.3 Attraction intermoléculaire par dipôles induits	314
10.5.4 Liaisons par pont hydrogène	315
10.5.5 Autres interactions au sein des liquides	317
UN PEU DE CULTURE... CHIMIQUE	
<i>Les liaisons par pont hydrogène et les protéines : une association indispensable</i>	319
10.6 CHANGEMENTS D'ÉTAT ET PROPRIÉTÉS PHYSIQUES	319
10.6.1 Courbe calorimétrique	319
10.6.2 Diagramme de phases	321
Diagramme de phases de l'eau	321
10.6.3 Viscosité, tension superficielle et capillarité	322
Viscosité	323
Tension superficielle	323
Capillarité	324
LE CHAPITRE EN UN CLIN D'ŒIL	324
QUESTIONS ET EXERCICES SUPPLÉMENTAIRES	328
CORRIGÉ	333
GLOSSAIRE	385
CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES	390
INDEX	391