

Chimie Physique Générale

Cours
et exercices

L1

Makhtar Guene,
Modou Fall & Abdou Aziz Diagne

08

Avec la collaboration de :
Abdoulaye Gassama,
Mayoro Diop, Moussa Karé



Ministère de l'Enseignement supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation



TABLE DES MATIÈRES

face	7
ant-propos	9
roduction	11
ssaire 1	15
ssaire 2	19

PREMIÈRE PARTIE

ATOMISTIQUE ET LIAISONS CHIMIQUES

apitre I :	
ecture de l'atome- constituants de la matière.....	27
roduction	28
Découvertes de l'électron.....	28
Expérience de Crookes.....	28
Expérience de J.J.Thomson.....	29
Détermination de la charge élémentaire :	
xpérience de Millikan.....	32
Modèle atomique.....	36
Modèle de J.J Thomson	37
Modèle de Rutherford.....	37
1 Mise en évidence expérimentale du noyau	
interprétation.....	37
2 Modèle atomique de Rutherford	38

I.3 Constituants du noyau.....	14
I.3.1 le proton	14
I.3.2 Le neutron	15
I.3.3 Les quarks (1975).....	15
I.4 Caractéristiques de l'atome.....	16
I.4.1 Représentation.....	16
I.4.2 Éléments chimiques – caractéristiques des éléments chimiques	16
I.5 Mole et masse molaire	18
I.5.1 Unité de masse atomique, masse atomique, unité d'énergie	18
I.5.2 : Masse atomique et masse molaire atomique.....	18
I.6 Isotopes et spectrographes de masse.....	19
I.6.1 Isotopes.....	19
I.6.2 Spectrographes de masse	19
I.6.2.1 Spectrographe de masse de Dempster.....	20
I.6.2.2 Spectrographe de masse de Bainbridge	21
Conclusion.....	22
Exercices et problèmes.....	23

Chapitre II :

Stabilité des isotopes et radioactivité.....	24
II.1 Stabilité des noyaux atomiques	24
II.1.1 Équivalence masse-énergie - Défaut de masse.....	24
II.1.2 Les modèles nucléaires	26
II.1.2 Stabilité des isotopes : Vallée de stabilité.....	26
II.2 La radioactivité.....	27
II.2.1 Les différents types de radioactivités	27
II.2.1.1 Mise en évidence	27
II.2.1.2 Lois de conservation.....	27
II.2.1.3 Bilan énergétique d'une réaction nucléaire	27
II.3 Lois de la désintégration radioactive.....	28
II.3.1 Le noyau fils est stable	28

II.3.2 Période et vie moyenne.....	79
II.3.3 Activité et unité de radioactivité.....	80
II.3.4 Le noyau fils est radioactif : Filiations radioactives.....	81
II.4 Embranchements radioactifs.....	86
II.5 Radioactivité naturelle : Familles radioactives.....	88
II.6 Datations par la radioactivité.....	89
II.6.1 Datation au carbone 14.....	90
II.6.2 Datation au plomb.....	90

Chapitre III :

Les modèles classiques de l'atome cas de l'hydrogène et des hydrogénoïdes.....

III.1 Modèles planétaires des atomes.....	98
III.1.1 Modèle de Rutherford (1911).....	98
III.1.2 Énergie totale de liaison de l'électron au noyau.....	99
III.1.3 Modèle de Niels Bohr (1913).....	101
III.2 Spectres de l'hydrogène et des hydrogénoïdes.....	105
III.2.1 Spectres d'émission de l'atome d'hydrogène.....	105
III.2.2 Spectres électroniques.....	106
III.2.3 Transitions électroniques et séries.....	107
III.2.4 Extension du modèle de Bohr aux hydrogénoïdes.....	110
III.2.5 Entraînement du noyau.....	111
III.2.6 Énergie d'excitation, Énergie d'ionisation.....	115
III.2.7 Extension du modèle de Bohr aux atomes polyélectroniques.....	116
III.2.9 Insuffisances du modèle de Bohr.....	117

Chapitre IV :

Théorie quantique de l'atome.....	121
IV.2 Notion de mécanique ondulatoire.....	122
IV.2.1 La lumière : Dualité onde – corpuscule.....	122
IV.2.2 Hypothèse de Louis de Broglie.....	123
IV.2.2 Principe d'incertitude d'Heisenberg (1926).....	126
IV.2.3 Notion de fonction d'onde.....	127

IV.3 Équation de Schrödinger	129
V.4 L'atome d'hydrogène et les hydrogénoïdes en mécanique quantique.....	131
IV.4.1 Équation de Schrödinger en coordonnées sphériques	131
IV.4.2 Fonction d'onde pour l'hydrogène et les hydrogénoïdes	132
IV.4.2 Les nombres quantiques	133
IV.4.4 Les orbitales atomiques OA	134
IV.4.5 Forme et représentation des O.A.....	136
IV.4.6 Probabilité de présence de l'électron dans les O.A.....	139
IV.4.6.1 Probabilité de présence radiale.....	139
IV.4.6.2 Probabilité de présence angulaire.....	142
IV.4.6.3 Surface d'isodensité	142
IV.4.6.4 Valeur moyenne	146
Conclusion.....	147

Chapitre V :

Atomes polyélectroniques	151
V.1 Approximations dans la résolution de l'équation de Schrödinger	152
V.2 Configuration électronique des atomes dans leur état fondamental	154
V.2.1 Principe de stabilité maximum ou d'énergie minimum	154
V.2.2 Règle de Klechkowski	155
V.2.3 Principe d'exclusion de Pauli	157
V.2.4 Règle de HUND	158
V.2.5 Présentation d'une configuration électronique	158
V.2.6 Énergies et rayons des O.A.	159
V.2.6.1 Règles de Slater – Notion d'écran	159
V.2.6.2 Énergies des orbitales, énergie de l'atome	161
V.2.6.3 Énergie d'ionisation d'atome polyélectronique.....	162
Conclusion.....	165
V.2.6.4 Rayons des O.A, rayons atomiques et ioniques	165

Chapitre VI :

Classification périodique des éléments	171
VI.1 Classification périodique des éléments	172
VI.1.1 Rangs d'une période, d'une colonne	174
VI.1.2 Familles ou groupes.....	175
VI.1.3 Les blocs	176
VI.2 Périodicité des propriétés des éléments.....	178
VI.2.1 Énergie d'ionisation	178
VI.2.2 Affinité électronique	180
VI.2.3 Électronégativité (χ).....	181
VI.2.4 Rayons atomiques - Rayons ioniques	184

Chapitre VII :

La liaison chimique	191
VII.1 Définitions	192
VII.1.1 Molécule	192
VII.1.2 liaison covalente	193
VII.1.3 Liaison ionique	193
VII.1.4 Moment dipolaire.....	194
VII.2 Représentation des molécules.....	195
VII.2.1 Les Règles du duet et de l'octet	196
VII.2.2 Structure de LEWIS.....	196
VII.2.3 Prédiction de la géométrie des molécules : théorie de Gillespie : VSEPR	200
VII.3- Théorie des orbitales moléculaires : combinaison linéaire des orbitales atomiques (LCAO).....	205
VII.3.1 Molécules diatomiques	206
VII.3.1.1 Cas de la molécule d'hydrogène.....	207
VII.3.1.2 Diagramme énergétique des O.M de la molécule H ₂	209
VII.3.1.2 Indice de liaison	210
VII.3.1.2 Diagramme énergétique des O.M des molécules diatomiques AA ou A ₂	210
VII.3.1.3 Diagramme énergétique des O.M des molécules polyatomiques.....	216

Chimie Physique Générale L1

Ce premier manuel de Chimie physique générale, en attendant celui de Chimie inorganique et celui de Chimie organique, est destiné aux étudiants de première année des Facultés ou UFR des Sciences et de Médecine et des écoles d'ingénieurs du Sénégal et de la sous-région. Le contenu du manuel est conforme au programme d'enseignement au premier cycle des universités. Les notions de chimie acquises au lycée y sont consolidées et approfondies. Les étudiants seront ainsi préparés à aborder des disciplines plus spécialisées dans les années suivantes.

Le présent manuel a été rédigé avec la plus grande attention. Il a fait l'objet d'une expertise par une équipe d'évaluateurs désignés par le Ministère, puis par quelques-uns de nos collègues enseignants au Département de Chimie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'UCAD. Les auteurs sont tous membres du Comité Sénégalais pour la Chimie.

Makhtar GUENE, FST, Université Cheikh Anta Diop, Dakar
Modou FALL, FST, Université Cheikh Anta Diop, Dakar
Abdou Aziz DIAGNE, UFR Satic, Université Alioune Diop, Bambey

*Ce manuel a été conçu et édité avec l'appui
du Ministère de l'Enseignement supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation du Sénégal
dans le cadre du PREMSEES*

Illustration de couverture : © KateLeigh - Thinkstock
J. Allain / jalka studio

ISBN : 978-2-343-15186-1

46 € / 10 000 FCFA



9 782343 151861

