

COLLECTION
LE COURS
DE CHIMIE

U.S.T.H.B
INSTITUT DE CHIMIE

M^{rs} Aldjia TAIBI Chargé de Cours
M^{rs} Khadidja MOUSSAOUI Chargé de Cours
M^{rs} Chérifa RABIA Maître-Assistante

CHIMIE MINÉRALE

(Fascicule - 1)

Module CO17



OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES
1, Place Centrale de Ben Aknoun (Alger)



T A B L E D E S M A T I E R E S

I - <u>RAPPELS DE NOTIONS ELEMENTAIRES</u>	10
<u>Cours</u>	
1. Constitution de la matière	10
1.1. Atome - Atome-gramme - Masse atomique	10
1.2. Molécule - Molécule-gramme - Masse molaire - Volume molaire	10
1.3. Corps purs	11
1.4. Mélange	11
2. La notation chimique	13
2.1. Symbole chimique d'un élément	13
2.2. Formule chimique	13
3. Les états de la matière et les changements d'état	14
4. Les transformations chimiques	14
4.1. Définition	14
4.2. Les différents types de transformations chimiques	14
4.3. La réaction chimique	15
5. Thermochimie	16
5.1. Convention	16
5.2. Chaleur de formation d'un corps : ΔH°_f	17
5.3. Chaleur de réaction : ΔH_R	17
5.4. Energie de formation d'une liaison : E_{A-B}	18
5.5. Energie réticulaire : E_R	18
6. Les solutions	18
6.1. Définition	18
6.2. Saturation et sursaturation	18

6.3.	Concentration d'une solution	19
6.3.1.	Concentration pondérale (ou teneur) : T	19
6.3.2.	Concentration molaire (ou molarité) : M	19
6.3.3.	Concentration équivalente (ou normalité) : N	19
6.3.4.	Concentration molale (ou molalité) : m	19
6.3.5.	Pourcentage en masse : % (ou fraction massique)	20
6.3.6.	Fraction molaire : X	20
6.4.	Relations entre les concentrations	20
6.5.	Masse volumique (ρ) et densité (d)	20
I - RAPPELS DE NOTIONS ELEMENTAIRES		
<u>Exercices</u>		
II - LA CLASSIFICATION PERIODIQUE		
<u>Cours</u>		
1.	La structure de l'atome	20
1.1.	Le noyau	20
1.2.	Les électrons	20
1.3.	Nombre de charge - Nombre de masse	31
1.3.1.	Nombre de charge	31
1.3.2.	Nombre de masse	31
1.4.	Isotopes	31
1.5.	Représentation symbolique d'un nucléide	32
1.6.	Résumé	32
2.	L'équation de Schrödinger et les 4 nombres quantiques	33
2.1.	L'hypothèse de De Broglie (1924)	33
2.2.	Le principe d'incertitude d'Heisenberg (1926)	33
2.3.	L'équation d'onde ou équation de Schrödinger (1926)	34

24	2.4. La notion d'orbitale atomique (O.A.)	35
25	2.5. Les quatre nombres quantiques n, l, m, m_s	35
26	2.5.1. Le nombre quantique principal n	35
27	2.5.2. Le nombre quantique secondaire ou azimutal l	37
28	2.5.3. Le nombre quantique magnétique m	37
29	2.5.4. Le nombre quantique de spin m_s	37
30	2.5.5. Résumé	37
31	3. La structure électronique des atomes	38
32	3.1. Règles de remplissage des orbitales atomiques	39
33	3.1.1. Règle de Klechkovsky ou principe de stabilité	39
34	3.1.2. Principe d'exclusion de Pauli	39
35	3.1.3. Règle de Hund dite également du maximum de multiplicité	39
36	3.1.4. Remarque	40
37	3.2. Représentation des structures électroniques	40
38	3.2.1. Représentation par les cases quantiques	40
39	3.2.2. Représentation par les symboles des niveaux énergétiques	40
40	3.2.3. Représentation par le diagramme énergétique des O.A.	41
41	3.2.4. Remarques	41
42	4. La classification périodique	42
43	4.1. Tableau périodique de Mendeleïev (1869) ou forme courte de la classification périodique	42
44	4.2. Forme longue de la classification périodique ou classification périodique actuelle	42
45	4.2.1. Loi de Moseley (1913)	42
46	4.2.2. Description	43
47	a) - Les périodes	44
48	b) - Les groupes	44
49	c) - Les blocs	45

5.	Périodicité des propriétés	45
5.1.	Rayons	51
5.1.1.	Rayon atomique r_p (Figure n°2)	52
5.1.2.	Rayon ionique r_i (Figure n°2)	53
5.2.	Energie d'ionisation E_i (Figure n°3)	54
5.3.	Affinité électronique A	55
5.4.	L'électronégativité e.n. (Figure n°4)	59
5.4.1.	Echelle de Pauling (1932)	56
5.4.2.	Echelle de Mulliken (1934)	57
5.4.3.	Echelle d'Allred et Rochow (1958)	57
5.4.4.	Remarques	58
5.5.	Caractère métallique χ_M (Figure n°5)	58
5.6.	Pouvoir oxydant - Pouvoir réducteur	59
5.7.	Résumé	59

II - CLASSIFICATION PERIODIQUE

3.2.1.	Représentation des structures électroniques	60
3.2.2.	Représentation par les niveaux énergétiques	
3.2.3.	Représentation par le diagramme énergétique des O.A.	
3.2.4.	Remarques	

III - ACIDES ET BASES

Cours

1.	Définitions des acides et des bases	73
1.1.	Selon Arrhenius (1887)	73
1.2.	Selon Brønsted et Lowry (1923)	73
1.3.	Selon Lewis (1923)	74
2.	La dissociation ionique et la solvatation	75
2.1.	La nature de soluté et le phénomène de dissociation ionique (ou l'ionisation)	76
2.1.1.	La soluté ionique	76
2.1.2.	La soluté moléculaire (ou covalent)	76

2.2. La nature du solvant et la solvation	77
2.2.1. Le solvant est moléculaire (ou covalent)	77
2.2.2. Le solvant est ionique	79
2.3. Equilibre de dissociation	80
2.4. Coefficient de dissociation ionique ou degré d'ionisation (α)	80
2.5. Loi de dilution d'Oswald	81
2.6. La dissociation et le produit ionique de l'eau (K_e)	81
3. Force des acides et des bases	82
3.1. K_a , K_b , pK_a , pK_b	82
3.1.1. Cas d'un acide HA dans un solvant S	82
3.1.2. Cas d'une base B dans un solvant S	83
3.1.3. pK_a et pK_b	84
3.2. Relation entre K_a et K_b puis pK_a et pK_b	84
3.3. Echelle d'acidité	85
3.4. Effets de nivellement des acides et des bases	86
3.5. Déplacement des équilibres acido-basiques	87
4. Notion de pH	88
4.1. Définition	88
4.2. Normalité d'une solution acide	89
5. Réactions acide-base	89
5.1. Réactions de neutralisation (ou plus exactement de salification)	89
5.2. Hydrolyse des sels	90
5.2.1. Sel d'acide fort et de base forte	90
5.2.2. Sel d'acide fort et de base faible	91
5.2.3. Sel d'acide faible et de base forte	92
5.3. Solutions tampons	93
6. Classification périodique, structure moléculaire et propriétés acido-basiques	93
6.1. Cas des oxydes	93

6.2.	Cas des hydracides	94
6.3.	Cas des oxo-acides (ou oxacides) d'éléments non métalliques	95
III - ACIDES ET BASES		
Exercices		
IV - SOLUBILITE ET PRODUIT DE SOLUBILITE		
Cours		
1.	Les phénomènes de dissolution et de précipitation	109
1.1.	Définition d'une solution	109
1.2.	Dissolution d'un soluté dans un solvant approprié	109
1.3.	Saturation et sursaturation	110
1.4.	Précipitation d'un sel à partir d'une solution	110
2.	Solubilité (s)	111
2.1.	Définition	111
2.2.	Equilibre de solubilité et loi d'action de masse	112
3.	Produit de solubilité	113
3.1.	Définition	113
3.2.	Relation entre solubilité et produit de solubilité	113
3.3.	Condition de précipitation	114
4.	Paramètres influençant la solubilité	116
4.1.	Influence de la nature du solvant et du soluté	116
4.2.	Influence de la température	116
4.3.	Influence d'un ion commun	117
4.4.	Influence du pH	119
4.5.	Influence de la complexation	121
4.5.1.	Notions sur les complexes	121
4.5.2.	Complexation et solubilité	122

5. Aspect thermochimique de la solubilité	124
5.1. Energie réticulaire et énergie de solvatation	124
5.1.1. Energie réticulaire (E_R) (ou énergie du cristal ionique)	125
5.1.2. Energie de solvatation ($sH_{\text{solv.}}$)	125
5.2. Energie de dissolution ($sH_{\text{dissol.}}$)	125
6. Applications de la solubilité et de la précipitation	126
6.1. Analyse qualitative des ions (Cf. Travaux pratiques)	126
6.2. Analyse quantitative	127

IV - SOLUBILITE ET PRODUIT DE SOLUBILITE

Exercices

V - OXYDO - REDUCTION

Cours

1. Définitions

1.1. Historique

1.2. Extension de la notion d'oxydation et de réduction

1.3. Couple d'oxydo-réduction (ou couple rédox)

1.4. Réaction d'oxydo-réduction (ou rédox)

2. Degré d'oxydation ou nombre d'oxydation (n.o) d'un élément

2.1. Définition

2.2. Détermination du nombre d'oxydation

2.3. Variation du nombre d'oxydation au cours d'une réaction rédox.

2.4. Intérêt du nombre d'oxydation

3. Normalité d'une solution oxydo-réductrice

3.1. Equivalent gramme (éq. g)

3.2. Normalité

4. Potentiel d'oxydo-réduction	148
4.1. Formule de Nernst	148
4.1.1. Notion d'électrode	148
4.1.2. Expression du potentiel d'électrode (formule de Nernst)	149
4.2. Electrode de référence	150
4.3. Série électrochimique	151
4.4. Prédiction des réactions d'oxydo-réduction	152
5. Paramètres influençant le potentiel d'électrode	154
5.1. Influence du pH sur le potentiel d'électrode	154
5.2. Influence du K_s sur le potentiel d'électrode	155
5.3. Influence du K_i sur le potentiel d'électrode	156
6. Application de l'oxydo-réduction à la réalisation d'une pile	157
6.1. Pile-Electrolyse - Réversibilité des réactions rédox	
6.2. Définition et schématisation d'une pile	159
6.3. Détermination de la polarité des électrodes de la pile	
6.4. Tension ou force électromotrice (f.e.m) de la pile: ΔE	
6.5. Cas de la pile Daniell	162
6.6. Aspect thermodynamique de la pile	162

V. OXYDO-REDUCTION **159**

Exercices