ALFRED DITTE

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ANALYSE QUALITATIVE

H. DUNOD ET E. PINAT, ÉDITEURS

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

D'ANALYSE QUALITATIVE

DES

MATIÈRES MINÉRALES

PAR

ALFRED DITTE

Professeur à la Faculté des sciences de Paris

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Augustins, 49

1893

Droits de reproduction et de traduction réservés

INDEX

Pages.
AVANT-PROPOS v
PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION. VII
INDEX. XI
INTRODUCTION 1

LIVRE PREMIER

ANALYSE PAR VOIE HUMIDE

PREMIÈRE SECTION

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE PREMIER. — INDICATION SOMMAIRE DU MATÉRIEL INDISPENSABLE. 6

CHAPITRE II. — PRÉPARATION ET PURIFICATION DES RÉACTIFS 8

De la pureté des réactifs 8
Eau distillée. 9
Acide sulfurique 10
Acide sulfureux. 11
Acide sulfhydrique 11
Appareil de H. Rose pour la production continue de ce gaz. 12
Acide chlorhydrique 13
Acide azotique 14
Eau régale. 15
Acide fluorhydrique. 15
Acide oxalique 15
Acide hypochloreux. 16
Acide acétique 17
Hydrate de potasse. 17
Procédé de M. Wöhler 18
Hydrate de soude 18
Ammoniaque 18
Chaux. 19
Carbonate de potasse 19
Carbonate de soude. 20
Carbonate d'ammoniaque 20
Carbonate de chaux. 20
Sulfhydrate d'ammoniaque. 20
Azotate d'ammoniaque 21
Chlorhydrate d'ammoniaque. 21

Pages.
Sulfures alcalins 21
Ferrocyanure de potassium 21
Antimoniate de potasse 21
Hyperiodate de potasse 22
Liqueur ammoniaco-magnésienne 22
Réactifs spéciaux. 22
Papiers réactifs; — Tournesol 23
Curcuma; — Fernambouc, etc. 23

CHAPITRE III. — MARCHE GÉNÉRALE A SUIVRE DANS UNE ANALYSE PAR VOIE HUMIDE 24

I. — *Quantité de substance à employer* 24
II. — *Recherche des matières organiques*. 24
Matières organiques en petite quantité. 25
Matières organiques en grande quantité 25
III. — *Destruction des matières organiques* 26
Importance de cette destruction 26
Matières facilement fusibles 27
Matières facilement réductibles 27
IV. — *Recherche de l'eau et des matières volatiles* 27
Eau. 27
Sels ammoniacaux 28
Autres matières volatiles 28
Essai de la matière à analyser, par l'eau. 29

DEUXIÈME SECTION

MÉTHODES GÉNÉRALES POUR L'ANALYSE DES SUBSTANCES SALINES

CHAPITRE IV. — RECHERCHE DES BASES DANS LES SELS SOLUBLES DANS L'EAU. 30

I. — *Détermination de la nature de la base d'un sel minéral soluble dans l'eau* 30
Métaux précipitables par l'acide chlorhydrique 30
Métaux précipitables par l'acide sulfhydrique 31
Action du sulfhydrate d'ammoniaque sur les divers sulfures 31
Métaux dont les sulfures sont solubles dans les sulfures alcalins. . 33
Métaux dont les sulfures sont insolubles dans les sulfures alcalins . 33
Métaux précipitables par le sulfhydrate d'ammoniaque. 34
Oxydes précipitables par l'ammoniaque 35
Oxydes non précipitables par l'ammoniaque. 36
Métaux précipitables par le carbonate de potasse. 37
Métaux non précipitables par le carbonate de potasse. 37
Tableau synoptique résumant la marche à suivre pour la recherche d'une base. 38
II. — *Détermination de la nature des bases contenues dans un mélange d'un nombre quelconque de sels minéraux solubles dans l'eau* 41
Précipitation par voie d'entraînement 41

Pages.

Traitement par l'acide chlorhydrique. — Examen du mélange de chlorures 42
Traitement par l'acide sulfhydrique 43
Traitement des sulfures par le sulfhydrate d'ammoniaque 44
Sulfures solubles dans les sulfures alcalins et l'acide chlorhydrique. 44
Séparation de l'étain et de l'antimoine 45
Sulfures solubles dans les sulfures alcalins, insolubles dans l'acide chlorhydrique 45
Sulfures insolubles dans les sulfures alcalins, solubles dans l'acide chlorhydrique 46
Sulfures insolubles dans les sulfures alcalins, insolubles dans l'acide chlorhydrique 47
Métaux dont les sulfures, insolubles dans l'eau, se dissolvent dans les acides étendus 47
Oxydes précipitables par l'ammoniaque en présence des sels ammoniacaux, et solubles dans la potasse 48
Précautions à prendre avec le chrome 48
Recherche du chrome entraîné par le sesquioxyde de fer. . . . 48
Oxydes précipitables par l'ammoniaque en présence des sels ammoniacaux, mais insolubles dans la potasse 49
Métaux précipitables par le sulfhydrate d'ammoniaque. 50
Séparation du nickel d'avec le cobalt. 51
Métaux dont les sulfures sont solubles dans l'eau et dans les acides étendus 52
Métaux précipitables par les carbonates alcalins. 52
Séparation de la chaux, de la baryte et de la strontiane 53
Métaux dont les carbonates neutres sont solubles dans l'eau 54
Recherche directe de l'ammoniaque et des ammoniaques composées. 55
Recherche directe de la soude. 55
Tableaux synoptiques résumant la marche à suivre pour la recherche des bases contenues dans un mélange de sels solubles dans l'eau. . 57

CHAPITRE V. — RECHERCHE DES ACIDES DANS LES SELS SOLUBLES DANS L'EAU. 65

I. — *Détermination de la nature de l'acide d'un sel métallique dissous dans l'eau* 65
Transformation du sel en un sel alcalin 65
Acides précipitables par l'hydrogène sulfuré. 66
Précipité de sulfures 67
Précipité de soufre 67
Précipité d'iode 67
Acide donnant avec l'azotate de baryte un précipité insoluble dans l'eau et l'acide chlorhydrique 68
Acide donnant avec l'azotate de baryte un précipité insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide chlorhydrique 68
Acides donnant avec le nitrate d'argent un précipité insoluble dans l'eau 70
Précipité noir 70
Précipité blanc ou coloré 71
Acides ne précipitant ni par l'acide sulfhydrique, ni par les nitrates de baryte ou d'argent. 72

Pages.

Recherche de l'acide carbonique. 72
Tableaux synoptiques résumant la marche suivie pour rechercher l'acide d'un sel métallique en dissolution. 74

II. — *Détermination de la nature des acides contenus dans un mélange d'un nombre quelconque de sels métalliques solubles dans l'eau.* . . 79

Transformation des sels en sels alcalins. 79
Acides qui précipitent par l'hydrogène sulfuré. 79
Acides qui précipitent par le sulfhydrate d'ammoniaque 80
Acides donnant avec le nitrate de baryte un précipité. 81
Soluble dans le nitrate d'ammoniaque 81
Insoluble dans le nitrate d'ammoniaque et dans l'acide chlorhydrique. 82
Insoluble dans le nitrate d'ammoniaque, mais soluble dans l'acide chlorhydrique 82
Acides donnant avec le nitrate d'argent un précipité. 83
Acides ne donnant pas de précipité avec le nitrate d'argent 85
Recherche directe de l'acide carbonique. 86
Recherche directe de l'acide azotique 86
Tableaux synoptiques résumant la méthode suivie dans la détermination des acides d'un mélange de sels métalliques solubles dans l'eau 88

CHAPITRE VI. — RECHERCHE DE LA NATURE D'UNE SUBSTANCE OU D'UN MÉLANGE DE SUBSTANCES MINÉRALES INSOLUBLES DANS L'EAU. 94

Traitement de la matière insoluble par les dissolvants 94
Eau. 94
Acide chlorhydrique 95
Acide azotique. 95
Eau régale. 95
Inconvénients du traitement par les acides 95
Traitement par le carbonate de soude 96
Traitement par le mélange d'un carbonate et d'un azotate alcalins. . . . 98
Traitement par le bisulfate de potasse 98
Examen d'une matière partiellement soluble dans l'eau 99

CHAPITRE VII. — CARACTÈRES DISTINCTIFS DES DIFFÉRENTS CORPS 99

I. — *Réactions principales des différentes espèces de sels*. 99

Sels de Potassium 99
Sels de Sodium 100
Sels de Rubidium et de Césium. 101
Sels de Lithium 101
Sels d'Ammonium 101
Sels de Thallium. 102
Sels de Baryum 102
Sels de Strontium 103
Sels de Calcium 103
Sels de Magnésium. 104
Sels de Manganèse. 105
Sels de protoxyde. 105

Pages.
Sels de sesquioxyde 105
Sels d'Uranium. 106
Sels de protoxyde 106
Sels de sesquioxyde 106
Sels de Fer 107
Sels de protoxyde 107
Sels de sesquioxyde 107
Sels de Nickel 108
Sels de Cobalt 108
Sels de Zinc 109
Sels d'Indium 110
Sels d'Aluminium. 110
Sels de Glucinium 111
Sels de Zirconium 111
Sels de Cérium, Lanthane et Didyme. 112
Sels de Thorium 112
Sels d'Yttrium et des métaux congénères 112
Sels de Chrome 112
Sels de protoxyde. 112
Sels de sesquioxyde. 113
Sels de Plomb 113
Sels de Bismuth 114
Sels de Mercure 115
Sels mercureux 115
Sels mercuriques 115
Sels d'Argent 116
Sels de Cuivre (cuivriques) 117
Sels de Cadmium 118
Sels de Platine (bioxyde) 118
Sels de Palladium (protoxyde) 118
Sels d'Iridium (bioxyde). 119
Sels de Rhodium (sesquioxyde) 119
Sels de Ruthénium (sesquioxyde) 120
Sels d'Or. 120
Sels d'Étain 121
Sels de protoxyde. 121
Sels de bioxyde 121
Sels d'Antimoine 122
Sels donnés par l'acide antimonique. 122

II. — *Réactions principales des différents genres de sels* 123

Arsénites 123
Arséniates. 123
Chromates 124
Manganates 124
Permanganates. 124
Iodates. 125
Tungstates. 125
Molybdates. 125
Sulfates. 126
Séléniates 126

Pages.
Hyposulfites 126
Silicates. 127
Carbonates. 127
Sulfites 128
Fluorures 128
Borates 128
Phosphates. 129
Métaphosphates. 129
Pyrophosphates. 129
Phosphates ordinaires. 129
Oxalates. 130
Hypophosphites. 130
Sulfures. 130
Préparation des nitro-prussiates alcalins. 131
Séléniures 131
Chlorures 131
Bromures 132
Iodures 132
Cyanures. 133
Sulfocyanures 134
Bromates. 134
Chlorates. 135
Perchlorates 135
Azotates 135
Hyposulfates 136

TROISIÈME SECTION

ANALYSE QUALITATIVE D'UN CERTAIN NOMBRE DE SUBSTANCES POUR LESQUELLES IL PEUT ÊTRE AVANTAGEUX DE SUIVRE UNE MARCHE PARTICULIÈRE.

CHAPITRE VIII. — ALLIAGES 137
Recherche des métaux volatils 137
Dissolution de l'alliage 138
I. — *Fontes, aciers, fers* 139
Méthode d'analyse de M. Schlœsing. — Description de l'appareil. — Manière d'opérer 139
Recherche du soufre 142
Recherche du silicium 143
Recherche du phosphore et de l'arsenic 143
Recherche du manganèse 143
Procédé de Hoppe-Seyler 143
Recherche du charbon 143
Recherche du chrome. 144
Recherche du tungstène, du titane et de l'aluminium. 144
Recherche de l'azote dans les fontes et dans les aciers. 145
Attaque de la fonte par l'iode ou chlorure de cuivre 145
Recherche du charbon et du silicium 146

Pages.
Attaque de la fonte par le brome 146
Préparation du chlore pur et en courant continu 147

II. — *Fers météoriques* 147
Recherche du nickel et du cobalt. 148
Recherche du phosphore 148
Recherche du chrome et du silicium. 149
Recherche de la magnésie. 149
Recherche du graphite 149

III. — *Bronzes et laitons* 149
Recherche de l'étain et du silicium 150
Recherche du plomb. 150
Recherche du cuivre, du fer et du zinc 150

IV. — *Maillechort*. 151
Recherche de l'étain, du silicium et du plomb 151
Recherche du fer, du zinc et du nickel 151

V. — *Métaux du commerce*. 151
Nickel. 151
Recherche de l'arsenic 152
Recherche du cuivre, du fer et du cobalt 152
Zinc. 153
Recherche de l'arsenic, du plomb, du fer et du silicium. 153
Cuivre 154
Recherche du plomb et du fer 154
Etain 154
Recherche du plomb et de l'arsenic. 154
Recherche de l'antimoine. 154
Caractères d'imprimerie, plombs de chasse, soudure, etc. 155
Aluminium 155
Recherche du silicium et du fer. 155
Métaux alcalins. 155
Potassium et sodium 155
Magnésium. 155

VI. — *Alliages d'or, d'argent et de cuivre*. 155
Alliage contenant plus de 75 centièmes d'or 155
Alliage contenant moins de 20 centièmes d'or 156
Alliage contenant entre 20 et 75 centièmes d'or 156

CHAPITRE IX. — MATIÈRES CALCAIRES. 156
Calcaires de toute nature; pierres à chaux, marbres, etc. 156
Recherche des matières bitumineuses et de l'eau 157
Recherche des alcalis. 157
Recherche de la pyrite 158
Recherche de la magnésie, du fer et du manganèse 159
Recherche des silicates. 159
Recherche de la chaux libre dans les ciments 160

Pages.
Chaux hydrauliques 160
Procédé pratique pour reconnaître le degré d'hydraulicité d'une chaux. . 161
Essai des matériaux hydrauliques dans l'eau de mer 161
Pierres gélives. 161
Essai d'une pierre tendant à reconnaître si elle est gélive ou non 162
Essai des briques, poteries, mortiers, etc., à ce point de vue 163

CHAPITRE X. — ANALYSE DES MATIÈRES SILICATÉES 163

Transformation de la matière en un verre attaquable par les acides. . 163
Attaque du verre par l'acide azotique 164
Recherche du fer, du manganèse et de la silice 165
Recherche des terres et des alcalis 165
Recherche de l'eau. 165
Recherche du fluor. 165
Recherche du bore. 166
Lampe-forge de M. H. Sainte-Claire Deville 166
Four Leclercq et Forquignon 168

CHAPITRE XI. — ARGILES ET KAOLINS. — PHOSPHATES 169

Argiles. 169
Recherche de l'eau. 170
Recherche des carbonates de chaux et de magnésie 170
Recherche du phosphate de chaux. 170
Attaque de l'argile par l'acide sulfurique. 171
Recherche de la pyrite. 171
Recherche du vanadium 172
Extraction du vanadium 172
Calcaire argileux. — Marnes 173
Phosphates de chaux naturels, coprolithes, os calcinés, cendres de noir animal. 173
Recherche des carbonates. 173
Recherche du phosphate de chaux. 173
Recherche des phosphates de fer et d'alumine. 174
Recherche de la pyrite et de la silice 175

CHAPITRE XII. — TERRE ARABLE. 175

Formation d'un échantillon du sol ou du sous-sol. 175
Recherche des alcalis. 175
Analyse de la partie soluble dans les acides 176
Analyse de la portion insoluble dans les acides. 176
Recherche de l'ammoniaque. 176
Recherche de l'acide azotique. 177
Recherche de l'arsenic 177
Matières nuisibles à la fertilité des sols.. 178

CHAPITRE XIII. — CENDRES DES VÉGÉTAUX. 178

Incinération des graines, herbes, bois, etc. 178
Éléments contenus dans les cendres. 179
Analyse de la partie soluble dans les acides. 180
Analyse de la partie insoluble dans les acides 180

Pages.

CHAPITRE XIV. — ANALYSE DE QUELQUES MINERAIS. 180

Minéraux sulfurés. — Pyrites, blendes, galènes, etc 180

Traitement par l'acide hypochloreux. 181
Minéraux sulfo-arséniés, mispickel, argent rouge, etc. 181

Minerais de platine. 182

Recherche de l'or. 182
Recherche du palladium (bioxyde), du platine et de l'iridium 182
Recherche du rhodium 183
Recherche du fer, du cuivre et du palladium (protoxyde) 183
Pulvérisation de l'osmiure d'iridium, attaque de ce minerai 183
Recherche du ruthénium et de l'osmium 184
Recherche du sable quartzeux dans le minerai. 184

Minerais de soufre; soufres natifs. 184

Recherche du carbonate de chaux. 185
Recherche des sulfates de chaux et de strontiane. 185
Recherche du sélénium. 186

Bioxyde de manganèse naturel 186

Recherche des matières solubles dans l'eau. 186
Recherche des substances solubles dans les acides étendus. 187
Recherche du fluor et de l'argile 187
Recherche du sulfate de baryte et du quartz 188

CHAPITRE XV. — ANALYSE DE QUELQUES SUBSTANCES SALINES. 188

Azotate de soude naturel 188

Recherche du chlore et de l'iode 188
Recherche des sulfates et des nitrates de potasse et de magnésie . . . 189

Azotate de potasse 189

Recherche des sels étrangers 189

Sel marin brut 190

Recherche des sulfates et de la chaux 190
Recherche des bromures et des iodures 190
Recherche de la potasse et du rubidium 191
Matières insolubles dans l'eau. 191

Sulfate de chaux, gypse, plâtres 191

Recherche du sable. 191
Recherche du fer, de l'alumine et de la magnésie. 192
Recherche des alcalis. 192
Essai des qualités plastiques des plâtres. 193

Carbonates alcalins. 193

Examen de la partie insoluble dans l'eau. 193

Acide borique. 194

Recherche des matières insolubles dans l'eau. 194
Recherche des matières organiques. 194

Borax. 194

Pages.
Acide arsénieux 195
Céruse 195
Recherche des sulfates de baryte, de chaux, de plomb. 195
Recherche du carbonate de chaux. 195
Minium 196
Chromate de plomb. 196
Recherche des sulfates de baryte, de plomb, de chaux. 196
Recherche du carbonate de chaux; de la terre de pipe 197
Sous-nitrate de bismuth 197
Recherche du plomb. 197
Oxyde de zinc. 198
Cinabre; vermillon 198
Recherche du plomb, du fer et de l'arsenic. 198
Recherche du kaolin et de la brique. 198

CHAPITRE XVI. — ANALYSE DES EAUX. — EAUX COMMUNES, FLUVIALES, MINÉRALES, EAUX DE MER. 199

Matières communes. 199
Évaporation de l'eau; séparation des matières qui se déposent. 199
Examen du premier dépôt 199
Examen du second dépôt. 200
Examen du troisième dépôt. 200
Matières rares. 201
Acide nitrique et nitrates. 201
Azotites. 201
Préparation du réactif de Trommsdorff. 201
Acide phosphorique 202
Acide borique et borates. 202
Fluor. 202
Rubidium, césium, lithium, strontium 203
Arsenic 203
Iode et brome. 203
Recherche de l'iode dans les eaux pluviales. (Procédé de M. Chatin). . 203
Ammoniaque. 204
Matières gazeuses. 204
Essais propres à reconnaître si une eau est potable ou non. 205
Caractères d'une eau potable. — Manière d'opérer 205
Recherche des chlorures 206
Recherche du sulfate de chaux 206
Recherche du carbonate de chaux 206
Recherche de la chaux totale 207
Recherche des matières organiques. 207
Recherche des matières gazeuses dissoutes. 208

QUATRIÈME SECTION

RECHERCHE QUALITATIVE DE QUELQUES SUBSTANCES QUI PEUVENT SE RENCONTRER LE PLUS FRÉQUEMMENT DANS LES CAS D'EMPOISONNEMENT.

Pages.

CHAPITRE XVII. — POISONS DÉRIVÉS DES MÉTAUX. 209

Mercure 209

Destruction des matières organiques. 209
Recherche du mercure par l'hydrogène sulfuré. 210
Recherche du mercure à l'aide de la pile de Smée 210
Recherche du mercure à l'aide de la pile de Smithson. 211

Plomb. 212

Destruction des matières organiques. 212

Cuivre 213

Séparation du cuivre à l'état métallique. 213

Recherche des poisons métalliques en général. 213

Destruction des matières organiques. 214
Séparation du métal à l'état de sulfure. 214

CHAPITRE XVIII. — POISONS DÉRIVÉS DES MÉTALLOÏDES. 215

Phosphore. 215

Essai préalable 216
Méthode de Mitscherlich. — Appareil employé. 217
Manière d'opérer. — Précautions à prendre. 217
Recherche du phosphore avec le soufre 218
Recherche du phosphore avec la flamme de l'hydrogène. 218

Arsenic. 219

Recherche de l'acide arsénieux en fragments ou en poudre 219
Caractères de cet acide arsénieux 219
Recherche de l'arsenic intimement mélangé à des substances organiques. 221
Destruction des matières organiques. 221
Méthode de Frésénius et Babo. 221
Méthode de Flandin et Danger. 222
Méthode de Schneider et Fyfe. 222
Méthode de Wöhler. 223
Traitement de la liqueur arsenicale par l'hydrogène sulfuré. 223
Traitement du sulfure d'arsenic 224
Appareil de Marsh. — Description 224
Manière d'opérer. — Essai des réactifs. 225
Formation de l'anneau et des taches. 226
Taches et anneau d'antimoine. 227
Caractères distinctifs de l'antimoine et de l'arsenic. 228
Recherche de l'arsenic longtemps après la mort. 231
Destruction des matières organiques 231
Examen de la terre qui avoisine le cadavre. 232

Pages.
Taches de zinc. 233
Taches charbonneuses. 233
Acide cyanhydrique et cyanures alcalins. 233
Distillation des matières empoisonnées. 233
Caractères de l'acide cyanhydrique. 234

CINQUIÈME SECTION

ANALYSE QUALITATIVE DES GAZ ET DES MÉLANGES GAZEUX

CHAPITRE XIX. — MANIÈRE D'OPÉRER SUR LES GAZ. 236
Réactifs. — Tubes d'essai. 236
Manière d'employer successivement des réactifs divers. 237
Pipette de Ettling. 237
Pipette de Doyère 238

CHAPITRE XX. — RECHERCHE DE LA NATURE D'UN GAZ UNIQUE. 239
Le gaz est complètement absorbé par la potasse et inflammable. 240
Le gaz est complètement absorbé par la potasse et non combustible. . . 240
Le gaz est inflammable et non absorbé par la potasse. 241
Le gaz est incombustible et n'est pas absorbable par la potasse. 242
Tableau résumant la recherche de la nature d'un gaz 244

CHAPITRE XXI. — RECHERCHE DE LA NATURE DES GAZ CONTENUS DANS UN MÉLANGE. 246
Gaz non absorbables par la potasse. 246
Gaz absorbables par la potasse. 248
Tableau résumant la recherche de la nature d'un mélange de gaz. . . . 249

CHAPITRE XXII. — ANALYSE DE QUELQUES MÉLANGES GAZEUX. 250
Air atmosphérique. 250
Recherche de l'acide carbonique. 250
— de l'ammoniaque. 250
— des carbures d'hydrogène. 250
— de l'ozone. 251
— de la vapeur d'eau. 251
— des matières organiques volatiles. 251
— de l'azotate d'ammoniaque. 252
— des matières solides en suspension. 252
Méthode de M. Pasteur. 252
Substances salines 253
Substances minérales. 253
Matières végétales 254
Matières animales 254

Pages.
Fumerolles et émanations volcaniques 254
Gaz solubles dans l'eau 255
Gaz insolubles dans l'eau 255
Gaz d'éclairage 256
Gaz absorbables par la potasse 256
Gaz absorbables par le chlorure de cuivre ammoniacal 256
Résidu non absorbé par les réactifs 256
Produits de la combustion dans les foyers 257
Manière de recueillir ces produits gazeux 258
Gaz intestinaux 259
Gaz qui se dégage de la vase des étangs 260
Gaz des poumons, du sang, etc. 260
Recherche du grisou 260
Lampe de sûreté 261
Procédé de MM. Mallard et Le Chatelier 261
Appareils grisoumètres 261

CHAPITRE XXIII. — CARACTÈRES PRINCIPAUX DES DIFFÉRENTS GAZ 262

Acide sulfhydrique 262
Acide sélénhydrique 263
Acide tellurhydrique 263
Cyanogène 263
Anhydride carbonique 263
Chlore 263
Anhydride sulfureux 264
Ammoniac 264
Acide chlorhydrique 264
Acide bromhydrique 265
Acide iodhydrique 265
Fluorure de silicium 265
Fluorure de bore 265
Hydrogène phosphoré 266
Hydrogène arsénié 266
Hydrogène 266
Bicarbure d'hydrogène 266
Protocarbure d'hydrogène 267
Acétylène 267
Oxyde de carbone 267
Azote 268
Protoxyde d'azote 268
Bioxyde d'azote 268
Oxygène 268
Ozone 269
Papiers ozonoscopiques 269

LIVRE DEUXIÈME

ANALYSE PAR VOIE SÈCHE

Pages.

CHAPITRE PREMIER. — GÉNÉRALITÉS 271

Emploi de la voie sèche. 271

De la flamme. 272

Nature d'une flamme 272
Flamme hétérogène. 272
Flamme homogène 272
Constitution d'une flamme hétérogène. — Section horizontale. 273
Section verticale 273
Forme générale de la flamme 274
Longueur de la flamme 275
Température et éclat des diverses parties de la flamme 276

Du chalumeau 277

Chalumeau complet 277
Chalumeau simple 277
Constitution du dard de la flamme. — Feu oxydant. — Feu réducteur. . . 278

Des supports. 280

Charbon 280
Coupelles 280
Tubes fermés. 281
Tubes ouverts 281
Ustensiles de platine 281

Sources de chaleur 282

Lampe de Plattner 282

CHAPITRE II. — RÉACTIFS EMPLOYÉS DANS LA VOIE SÈCHE 283

Carbonate de soude. 283
Cyanure de potassium. 283
Phosphate de soude et d'ammoniaque. 283
Borax 284
Bisulfate de potasse. 284
Nitrate de potasse. 284
Nitrate de cobalt. 284
Silice 285
Spathfluor 285
Oxyde de cuivre. 285

CHAPITRE III. — MARCHE GÉNÉRALE A SUIVRE DANS UNE ANALYSE AU CHALUMEAU. 285

Essai au tube fermé 285

Changements d'état. 286
Changements de couleur. 286
Dégagement d'eau 286
Dégagement de matières gazeuses 286

Pages.
Dégagement de produits volatils 287
Calcination avec du bisulfate de potasse 287

Grillage dans le tube ouvert. 287

Dégagement de matières gazeuses. 288
Dégagement de produits volatils. 288

Action d'une température élevée 288

Fusibilité de la matière. 289
Dégagement de lumière 289
Changements de couleur 290
Coloration de la flamme. 290

Modifications chimiques que subissent certaines substances dans la flamme 291

Oxydations. — Enduits, auréoles. 291
Réductions. 291

Essai au carbonate de soude. 292

Oxydations. 293
Réductions. 293
Le réactif n'exerce aucune action 293

Essai au sel de phosphore 293

Formation de perles transparentes ou opaques 294
Perles au feu oxydant. 294
Perles au feu réducteur 295

Essai au borax. 295

Formation de perles, incolores ou colorées. 295

Essais à l'aide de quelques réactifs spéciaux. 296

Azotate de cobalt 296
Spath fluor. 296

Essai au barreau aimanté. 296

CHAPITRE IV. — DÉTERMINATION DE LA NATURE DE LA BASE D'UN SEL. . . . 297

Traitement avec le carbonate de soude et le cyanure de potassium. . . . 297
Formation de globules métalliques. 297
Métal inoxydable. 297
Métal oxydable 298
Absence de globules métalliques 298
Formation d'une auréole. 298
Absence d'auréole 299
Traitement avec le borax ou le sel de phosphore. 299
Production de perles colorées. 299
Production de perles incolores. 300
Examen de la couleur de la flamme 300
Tableau résumant la méthode de détermination de la base d'un sel . . . 301

CHAPITRE V. — DÉTERMINATION DE L'ACIDE D'UN SEL 303

Traitement au carbonate de soude. 303

Pages.
Dégagement de vapeurs arsenicales. 303
Dégagement de vapeurs sulfureuses 303
Traitement avec le charbon incandescent et les fondants vitreux. . . . 304
Déflagration sur le charbon rouge 304
Absence de déflagration 305
Essai avec le sel de phosphore et l'oxyde de cuivre 305
Recherche des acides borique et phosphorique. 306
Tableau résumant la méthode de détermination de l'acide d'un sel. . . 307

CHAPITRE VI. — RÉACTIONS PRINCIPALES QUE PRÉSENTENT LES DIFFÉRENTS CORPS A LA VOIE SÈCHE. 308

Caractères principaux des métaux et des bases 308

Or 308
Argent 308
Cuivre 308
Étain. 308
Antimoine. 309
Bismuth. 309
Plomb 310
Tellure 310
Zinc 310
Cadmium 311
Platine 311
Fer. 311
Nickel 311
Cobalt 312
Tungstène. 312
Molybdène 312
Titane. 313
Mercure. 313
Uranium 313
Cérium 313
Chrome. 314
Vanadium. 314
Manganèse 314
Aluminium 314
Magnésium 315
Glucinium 315
Baryum. 315
Strontium. 315
Calcium. 316
Métaux alcalins 316
Ammonium 316

Caractères principaux des métalloïdes et des acides. 316

Soufre 316
Sélénium 317
Azote. 317
Phosphore 317
Arsenic. 317

Pages.
Chlore 318
Brome 318
Iode 318
Fluor 318
Bore 319
Silicium 319

CHAPITRE VII. — ANALYSE D'UNE MATIÈRE COMPLEXE. 320
Mélanges d'oxydes de nickel et de cobalt 320

LIVRE TROISIÈME

ANALYSE SPECTRALE

CHAPITRE PREMIER. — GÉNÉRALITÉS. 323
De la coloration des flammes. 323
Séparation des diverses couleurs à l'aide du prisme. 324
Études des spectres antérieures aux expériences de Kirchhoff et Bunsen. . . 324
Expériences de Herschell, Brewster, Talbot 324
Expériences de Foucault, Masson, Swan. 325
Expériences de Kirchhoff et Bunsen. 326
Raies du spectre solaire. 326
Raies de Fraunhofer 327

CHAPITRE II. — SPECTROSCOPES ET MANIÈRE D'OPÉRER 328
Spectroscope ordinaire. — Pièces qui le constituent. 328
Disposition de la fente. 329
Réglage du micromètre 329
Manière d'opérer. 329
Réglage du spectroscope 330
Comparaison des observations faites avec des spectroscopes différents. 331
Détermination de la largeur de la fente 332
Éclairage du micromètre 333
Introduction de la substance à étudier. 333
Sources de lumière. 333
Brûleur de Bunsen. 333
Brûleur de Debray 334
Appareil de Mitscherlich 335
Appareil de M. Salet. 335
Superposition des spectres à l'aide du prisme à réflexion totale. 336
Disposition du prisme devant la fente du collimateur. 336
Appareil de MM. Delachanal et Mermet. 337

CHAPITRE III. — PROPRIÉTÉS DES SPECTRES. 338
Spectres des composés. — Influence des métalloïdes 338
Expériences de M. A. Mitscherlich. 338
Expériences de Diacon 339
Expériences de Kirchhoff. 340
Spectres métalliques 340

Pages.
Influence de la température sur l'aspect des spectres métalliques . . . 341
Variation du nombre et de l'intensité des raies. 341
Spectres des métalloïdes 342
Spectres primaires ou de premier ordre 342
Spectres secondaires ou de second ordre. 343
Variabilité des spectres avec la pression 343
Des spectres d'absorption 344
Manière de les observer. 344
Renversement des raies des spectres 345
Expériences de Foucault 345
Expériences de Kirchhoff et Bunsen 345
Explication des spectres renversés. 346
Comparaison du spectre solaire aux spectres des corps simples 348
Conséquences relatives à la constitution physique du soleil 348

CHAPITRE IV. — CARACTÈRES DES CORPS SIMPLES AU SPECTROSCOPE; PRINCIPALES RAIES BRILLANTES DE LEURS SPECTRES 349

Position du micromètre par rapport aux raies de Fraunhofer 349
Disposition des planches spectrales 350
Intervalles occupés par les différentes couleurs. 350
Caractères des métaux 350
Potassium 352
Sodium 352
Lithium 352
Césium 352
Rubidium 352
Baryum 352
Strontium 352
Calcium 352
Magnésium. 353
Aluminium. 353
Zirconium 354
Manganèse. 354
Fer. 354
Chrome 354
Cobalt. 356
Nickel. 356
Zinc. 357
Cadmium. 357
Indium 357
Plomb. 357
Thallium. 358
Bismuth. 358
Cuivre. 358
Mercure 358
Or. 359
Argent. 359
Platine. 359
Étain 359
Antimoine 360

Pages.
Caractères des métalloïdes 361
Oxygène 361
Soufre 361
Sélénium 362
Tellure 362
Azote 362
Phosphore 363
Arsenic 363
Chlore 363
Brome 364
Iode 364
Fluor 364
Hydrogène 364
Carbone 365
Bore 365
Silicium 366

LIVRE QUATRIÈME

ANALYSE MICROCHIMIQUE

Utilité de l'analyse microchimique 367
Préparation de la matière à examiner 367
Méthodes de séparation mécanique des éléments 368
Désagrégation de la matière sous le microscope 368
Attaque de la substance 368
Attaque sous le microscope 369
Analyse proprement dite 370
Formation des cristaux 370
Élimination des substances étrangères 370
Caractères microchimiques de quelques dissolutions métalliques 371
Potassium 371
Chloroplatinate 371
Fluosilicate 372
Carbonate 373
Azotate 373
Alun 373
Sodium 373
Fluosilicate 373
Carbonate 374
Acétate double de sodium et d'uranium 374
Baryum 374
Oxalate 375

Pages.

Strontium 375

Oxalate. 375

Calcium. 376

Oxalate. 376

Sulfate anhydre. 376

Sulfate hydraté 376

Magnésium 377

Phosphate ammoniaco magnésien. 377

Cobalt. 377

Azotite double de cobalt et de potasse. 377

Chlorure chloropurpuréocobaltique 378

Argent 378

Chlorure 378

Phosphate et arséniate. 379

Mercure. 379

Iodure 379

Molybdène. 380

Phosphomolybdate de potasse. 380