

目次

1 序論：物質と測定 I-1

1.1 化学を学ぶ I-1

原子と分子の面からみた化学 I-1

なぜ化学を学ぶのか I-2

1.2 物質の分類 I-3

物質の状態 I-3

純物質 I-3

元素 I-4

化合物 I-5

混合物 I-6

1.3 物質の性質 I-6

1.4 単位と測定 I-7

SI 単位 I-7

温度 I-8

SI 誘導単位 I-9

体積 I-9

密度 I-9

1.5 測定の不確かさ I-10

精度と確度 I-10

有効数字 I-11

有効数字と計算 I-11

1.6 次元解析法 I-12

章のまとめとキーワード I-13

練習問題 I-14

▲ 化学の役割 化学と化学工業 I-4

2 原子，分子，イオン I-15

2.1 原子説 I-15

2.2 原子構造の発見 I-16

陰極線と電子 I-16

放射能 I-17

原子モデル I-18

2.3 現代の原子観 I-19

原子番号，質量数，同位体 I-20

2.4 原子量 I-21

2.5 周期表 I-21

2.6 分子と分子性化合物 I-22

分子と化学式 I-23

分子式と実験式 I-23

分子を描く I-23

2.7 イオンとイオン性化合物 I-24

イオンの電荷の推定 I-24

イオン性化合物 I-25

2.8 無機化合物の名称 I-25

イオン性化合物の名称と化学式 I-26

酸の名称と化学式 I-30

2 種の元素からなる分子性化合物の名称と化学式 I-30

2.9 簡単な有機化合物 I-31

アルカン I-31

アルカンのいくつかの誘導体 I-31

章のまとめとキーワード I-32

練習問題 I-33

▲ より深い理解のために 基本的な力 I-20

▲ より深い理解のために 質量分析法 I-20

▲ 化学と生命 必須元素 I-26

3 化学量論： 化学式に基づく計算 I-35

3.1 化学反応式 I-36

反応式をつり合わせる I-36

反応物と生成物の状態 I-36

3.2 単純な化学反応の型 I-37

化合と分解 I-37

燃 焼 I-37

3.3 式 量 I-37

式量と分子量 I-37

3.4 アボガドロ定数と物質質量 I-38

モル質量 I-39

質量, モルと粒子数の計算 I-39

3.5 元素分析から実験式を求める I-41

実験式から分子式を決める I-41

燃焼による元素分析 I-41

3.6 つり合った反応式から得られる量についての情報 I-43**3.7 制限反応物 I-44**

理論収量 I-44

章のまとめとキーワード I-46

練習問題 I-47

4 水溶液中の反応 I-49**4.1 水溶液の一般の性質 I-49**

電解質と非電解質 I-49

化合物の水への溶けかた I-51

水中の分子性化合物 I-51

強電解質と弱電解質 I-52

4.2 沈殿反応 I-53

イオン性化合物の溶解度に関する指針 I-54

イオン反応式と傍観イオン I-55

4.3 酸塩基と中和反応 I-56

酸 I-56

塩 基 I-57

強酸・強塩基と弱酸・弱塩基 I-57

強電解質と弱電解質の識別 I-57

中和反応と塩 I-57

気体の生成を伴う中和反応 I-58

4.4 酸化還元反応 I-60

酸化と還元 I-60

酸化数 I-60

酸や塩による金属の酸化 I-62

イオン化傾向 I-63

4.5 溶液の濃度 I-65

モル濃度 I-65

電解質の濃度 I-66

モル濃度, 物質質量および体積の相互換算 I-66

希 釈 I-67

4.6 水溶液中の反応の化学量論 I-68

滴 定 I-68

章のまとめとキーワード I-70

練習問題 I-71

5 熱化学 I-73**5.1 エネルギー I-73**

運動エネルギーとポテンシャルエネルギー I-74

エネルギーの単位 I-75

系と外界 I-76

エネルギーの移動: 仕事と熱 I-76

5.2 熱力学第一法則 I-77

内部エネルギー I-78

熱と仕事と ΔE の関係 I-78

発熱と吸熱 I-80

状態関数 I-80

5.3 エンタルピー I-82 PV 仕事 I-82

エンタルピー変化 I-83

5.4 反応におけるエンタルピー変化 I-84**5.5 熱量測定 I-86**

熱容量と比熱 I-86

定圧熱量計 I-88

ボンベ熱量計 I-88

5.6 ヘスの法則 I-90**5.7 生成エンタルピー I-93**

反応エンタルピー計算における生成エンタルピーの使い方 I-94

5.8 燃 料 I-97

化石燃料 I-97

その他のエネルギー I-97

章のまとめとキーワード I-100

練習問題 I-101

▲ 化学の役割 バイオ燃料 I-99

6 原子の電子構造 I-103

- 6.1 光の波動性 I-103
- 6.2 量子化されたエネルギーと光子 I-106
 - 高温物体とエネルギーの量子化 I-106
 - 光電効果と光子 I-107
- 6.3 輝線スペクトルとボーアモデル I-109
 - 原子の輝線スペクトル I-109
 - ボーアモデル I-110
 - 水素原子のエネルギー状態 I-111
 - ボーアモデルの限界 I-113
- 6.4 物質の波としての挙動 I-113
 - 物質波 I-113
 - 不確定性原理 I-114
- 6.5 量子力学と原子軌道 I-115
 - 軌道と量子数 I-116
- 6.6 軌道の表示 I-119
 - s 軌道 I-119
 - p 軌道 I-120
 - d 軌道と f 軌道 I-120
- 6.7 多電子原子 I-121
 - 軌道とエネルギー準位 I-121
 - 電子スピンとパウリの排他原理 I-122
- 6.8 電子配置 I-122
 - フントの規則 I-124
 - 電子配置の表示 I-125
 - 遷移金属 I-126
 - ランタノイドとアクチノイド I-126
- 6.9 電子配置と周期表 I-127
 - 電子配置の不規則性 I-129
 - 章のまとめとキーワード I-131
 - 練習問題 I-133
- ▲ 化学と生命 核磁気共鳴画像法 I-123

7 元素の周期的な性質 I-135

- 7.1 周期表の発展 I-135
- 7.2 有効核電荷 I-137
- 7.3 原子とイオンの大きさ I-139
 - 原子半径の周期的傾向 I-140
 - イオン半径の周期的傾向 I-142

7.4 イオン化エネルギー I-143

- 高次のイオン化エネルギーの傾向 I-143
- 第一イオン化エネルギーの周期的な変化 I-144
- イオンの電子配置 I-146

7.5 電子親和力 I-147

7.6 金属、非金属およびメタロイド I-148

- 金属 I-149
- 非金属 I-149
- メタロイド I-149

7.7 1 族と 2 族の金属 I-150

- アルカリ金属 I-150
- アルカリ土類金属 I-152

7.8 代表的な非金属元素 I-154

- 水素 I-154
- 16 族元素：酸素族 I-154
- 17 族：ハロゲン I-156
- 18 族：貴ガス I-157

章のまとめとキーワード I-159

練習問題 I-160

8 化学結合 I-161

8.1 ルイス記号とオクテット則 I-162

- オクテット則 I-162

8.2 イオン結合 I-162

- イオン結合形成のエネルギー I-163
- s および p ブロック元素のイオン電子配置 I-165
- 遷移金属イオン I-167

8.3 共有結合 I-167

- ルイス構造 I-168
- 多重結合 I-169

8.4 結合の極性 I-169

- 電気陰性度 I-170
- 電気陰性度と結合の極性 I-170
- 双極子モーメント I-171

8.5 ルイス構造の描き方 I-173

- 形式電荷とルイス構造の選択 I-174

8.6 共鳴 I-178

- ベンゼンにおける共鳴 I-179

8.7 オクテット則があてはまらない場合 I-180

奇数電子 I-180

オクテット未満の価電子 I-180

オクテット超過の価電子 I-181

8.8 共有結合の強さと結合エンタルピー I-182

結合エンタルピーと反応エンタルピー I-183

結合エンタルピーと結合距離 I-185

章のまとめとキーワード I-188

練習問題 I-189

▲ より深い理解のために 格子エネルギーの計算：ボルン-ハーバーサイクル I-166

▲ より深い理解のために 酸化数，形式電荷と実際の部分電荷 I-177

▲ 化学の役割 爆薬とアルフレッド・ノーベル I-186

9 分子の形と結合理論 I-191

9.1 分子の形 I-191

9.2 VSEPR モデル I-193

非結合電子対と多重結合が結合角に与える影響 I-196

8 個以上の価電子をもつ中心原子 I-197

大きな分子の形 I-199

9.3 分子の形と分子の極性 I-200

9.4 共有結合と軌道の重なり I-202

9.5 混成軌道 I-203

sp 混成 I-203

sp² および sp³ 混成 I-204

超原子価分子 I-205

混成軌道のまとめ I-206

9.6 多重結合 I-207

共鳴構造，非局在化と π 結合 I-210

σ 結合と π 結合についてのまとめ I-211

9.7 分子軌道 I-211

水素分子の分子軌道 I-213

結合次数 I-214

9.8 第二周期の二原子分子 I-215

Li₂ と Be₂ の分子軌道 I-215

2p 原子軌道からの分子軌道 I-215

B₂ から Ne₂ までの電子配置 I-218

電子配置と分子の性質 I-218

章のまとめとキーワード I-221

練習問題 I-223

▲ 化学と生命 視覚の化学 I-212

▲ より深い理解のために 原子軌道と分子軌道の位相 I-216

10 気 体 I-225

10.1 気体の特徴 I-225

10.2 圧 力 I-226

大気圧と気圧計 I-226

10.3 気体の法則 I-229

圧力と体積の関係：ボイルの法則 I-229

温度と体積の関係：シャルルの法則 I-231

物質の量と体積の関係：アボガドロの法則 I-231

10.4 理想気体の法則 I-232

理想気体の式と気体の法則 I-234

10.5 理想気体の法則の応用 I-235

気体の密度とモル質量 I-235

化学反応における気体の体積 I-236

10.6 混合気体と分圧 I-238

分圧とモル分率 I-238

10.7 気体分子運動論 I-240

速度の分布 I-241

分子運動論の気体の法則への応用 I-241

10.8 分子の噴散と拡散 I-242

グラハムの法則 I-243

平均自由行程 I-244

10.9 実在気体 I-245

ファンデルワールス式 I-247

章のまとめとキーワード I-249

練習問題 I-250

11 分子間力と液体 I-253

11.1 気体, 液体, 固体の微視的な比較 I-253

11.2 分子間力 I-255

分散力 I-256

双極子-双極子力 I-257

水素結合 I-258

イオン-双極子力 I-261

分子間力の比較 I-261

11.3 液体の代表的な性質 I-263

粘性 I-263

表面張力 I-264

毛管現象 I-265

11.4 相変化 I-266

相変化に伴うエネルギー変化 I-266

臨界温度と臨界圧力 I-267

超臨界流体 I-268

11.5 蒸気圧 I-269

揮発性 I-269

沸点 I-270

11.6 相図 I-270

水と二酸化炭素の相図 I-271

11.7 液晶 I-273

液晶の種類 I-274

章のまとめとキーワード I-276

練習問題 I-277

▲ 化学の役割 イオン液体 I-264

12 固体と先端材料 I-279

12.1 固体の分類 I-279

12.2 固体の構造 I-280

結晶と非晶質 I-280

単位格子と結晶格子 I-280

単位格子で空間を満たす I-283

12.3 金属性固体 I-284

金属の結晶構造 I-285

最密充填 I-285

合金 I-289

12.4 金属結合 I-291

電子の海モデル I-291

分子軌道モデル I-292

バンド構造 I-293

12.5 イオン性固体 I-294

イオン性固体の構造 I-295

12.6 分子性固体 I-299

12.7 共有結合性固体 I-299

半導体 I-300

半導体のドーピング I-302

12.8 ポリマー I-303

ポリマーの製造 I-305

12.9 ナノ材料 I-307

ナノ半導体 I-307

金属ナノ粒子 I-308

フラーレン, カーボンナノチューブ, グラフェン I-309

章のまとめとキーワード I-312

練習問題 I-314

▲ より深い理解のために X線回折 I-284

▲ 化学の役割 発光ダイオード I-304

13 溶液の性質 I-315

13.1 溶解の過程 I-315

混合に関する自然の傾向 I-315

溶液形成における分子間力の影響 I-316

溶液形成のエネルギー論 I-317

溶液形成と化学反応 I-318

13.2 飽和溶液と溶解度 I-318

13.3 溶解度に影響を及ぼす因子 I-319

溶質-溶媒相互作用 I-319

圧力の影響 I-322

温度の影響 I-324

13.4 濃度の表し方 I-324

質量百分率と ppm, ppb I-324

モル分率, モル濃度, 質量モル濃度 I-325

13.5 束一的性質 I-327

蒸気圧降下 I-327

沸点上昇 I-329

凝固点降下 I-330

浸 透 I-332

モル質量の決定 I-334

13.6 コロイド I-335

親水コロイドと疎水コロイド I-336

液体中のコロイドの動き I-338

章のまとめとキーワード I-339

練習問題 I-340

▲ より深い理解のために ファントホッフ係数
I-335

付 録

A 各種演算の方法 I-343

B 水の性質 I-348

C 物質の熱力学的性質 I-349

D 水溶液中の諸平衡定数 I-353

E 標準還元電位 I-355

練習問題解答 A-1

“考えてみよう” 解答 A-5

演習解答 A-8

クレジット一覧 A-10

索 引 A-11