

# SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA DO WYDANIA PIĄTEGO .....	1
PRZEDMOWA DO WYDANIA SZÓSTEGO .....	2
1. PODSTAWOWE POJĘCIA CHEMII. MASA ATOMOWA I CZĄSTECZKOWA ...	3
1.1. Zadania i zakres chemii nieorganicznej .....	3
1.2. Wczesny rozwój teorii atomistycznej .....	4
1.3. Jądrowy model atomu .....	6
1.4. Masa atomowa i cząsteczkowa. Fizyczne metody wyznaczania masy atomowej .....	8
1.5. Zasady obliczeń stechiometrycznych .....	14
1.6. Stała Avogadra i objętość molowa gazu. Bezwzględna masa atomu i cząsteczki .....	16
1.7. Chemiczne metody wyznaczania mas atomowych .....	16
1.8. Rozpowszechnienie pierwiastków w skorupie ziemskiej .....	17
2. JĄDRO ATOMOWE .....	20
2.1. Nukleony jako składniki jądra atomowego. Izotopy .....	20
2.2. Energia wiązania nukleonów w jądrze .....	24
2.3. Samorzutne przemiany jądrowe .....	27
2.4. Szybkość rozpadu promieniotwórczego .....	29
2.5. Równowaga promieniotwórcza .....	31
2.6. Szeregi promieniotwórcze .....	32
2.7. Proste reakcje jądrowe .....	35
2.8. Sztuczna promieniotwórczość .....	38
2.9. Rozszczepienie jąder atomowych .....	39
2.10. Reakcje termojądrowe .....	43
2.11. Zastosowanie izotopów w badaniach chemicznych .....	45
2.12. Rozpowszechnienie i powstanie pierwiastków we Wszechświecie .....	47
3. ELEKTRONOWA STRUKTURA ATOMU .....	52
3.1. Dwoista natura światła i elektronów .....	52
3.2. Zasada nieoznaczoności Heisenberga .....	58
3.3. Funkcje falowe i równanie Schrödingera .....	61
3.4. Atom wodoru .....	63
3.5. Orbitale atomowe wodoru .....	67
3.6. Widmo emisyjne i absorpcyjne wodoru .....	79
3.7. Spin elektronowy .....	84
3.8. Orbitale w atomach wieloelektronowych .....	85

3.9.	Rozbudowa powłok elektronowych . . . . .	88
3.10.	Orbitalne i spinowe momenty magnetyczne . . . . .	100
3.11.	Termy atomowe . . . . .	102
3.12.	Energia termów atomowych . . . . .	107
3.13.	Właściwości magnetyczne atomów wieloelektronowych i powstających z nich prostych jonów . . . . .	111
3.14.	Efektywna liczba atomowa i ekranowanie elektronów w atomach wieloelektronowych . . . . .	116
4.	BUDOWA CZĄSTECZKI . . . . .	118
4.1.	Główne rodzaje wiązań chemicznych . . . . .	118
4.2.	Orbitale molekularne . . . . .	123
4.3.	Homojądrowe cząsteczki dwuatomowe. Orbitale molekularne $\sigma$ . . . . .	126
4.4.	Homojądrowe cząsteczki dwuatomowe zawierające orbitale molekularne $\sigma$ i $\pi$ : cząsteczki $N_2$ , $O_2$ , $F_2$ . . . . .	132
4.5.	Rząd wiązania . . . . .	136
4.6.	Heterojądrowe cząsteczki dwuatomowe . . . . .	139
4.7.	Wiązania pośrednie pomiędzy wiązaniami kowalencyjnymi a jonowymi. Elektroujemność . . . . .	142
4.8.	Cząsteczki wieloatomowe. Hybrydyzacja orbitali . . . . .	148
4.9.	Cząsteczki wieloatomowe z wiązaniami podwójnymi i potrójnymi. Cząsteczka etylenu i cząsteczka acetylenu . . . . .	156
4.10.	Promienie kowalencyjne, długość i energia wiązania. Orbitale zdelokalizowane . . . . .	159
5.	SYMETRIA CZĄSTECZEK . . . . .	166
5.1.	Elementy i operacje symetrii . . . . .	166
5.2.	Punktowe grupy symetrii . . . . .	169
5.3.	Reprezentacje grup symetrii . . . . .	177
5.4.	Charaktery reprezentacji grup symetrii . . . . .	182
5.5.	Hybrydyzacja orbitali a symetria cząsteczek . . . . .	188
6.	GAZ DOSKONAŁY I GAZY RZECZYWISTE. SIŁY MIĘDZYCZĄSTECZKOWE . . . . .	195
6.1.	Ogólna charakterystyka stanów skupienia . . . . .	195
6.2.	Równanie stanu gazu doskonałego . . . . .	195
6.3.	Kinetyczna teoria gazów . . . . .	199
6.4.	Gazy rzeczywiste i równanie van der Waalsa . . . . .	203
6.5.	Siły międzycząsteczkowe . . . . .	205
7.	CIAŁO STAŁE . . . . .	210
7.1.	Ciała anizotropowe i izotropowe . . . . .	210
7.2.	Symetria kryształów . . . . .	211
7.3.	Sieć przestrzenna . . . . .	213
7.4.	Prawo wymiennych wskaźników . . . . .	217
7.5.	Rentgenograficzne metody badania struktury kryształów . . . . .	219
7.6.	Wiązania w sieci przestrzennej kryształów . . . . .	223
7.7.	Promienie atomowe i jonowe . . . . .	225
7.8.	Sieci przestrzenne: regularna ściennie centrowana, regularna przestrzennie centrowana oraz heksagonalna o najgęstszym ułożeniu atomów . . . . .	228
7.9.	Sieci przestrzenne kryształów jonowych . . . . .	231
7.10.	Sieci przestrzenne soli kwasów tlenowych i związków kompleksowych . . . . .	234
7.11.	Energia sieciowa kryształów jonowych . . . . .	236
7.12.	Teoria pasmowa ciała stałego. Metale, półprzewodniki i izolatory . . . . .	237

7.13.	Związki chemiczne o niestechiometrycznym składzie . . . . .	245
7.14.	Izomorfizm i polimorfizm . . . . .	250
7.15.	Wybrane metody badania struktury powierzchni ciał stałych . . . . .	251
7.15.1.	Skaningowa mikroskopia elektronowa . . . . .	252
7.15.2.	Skaningowy mikroskop tunelowy . . . . .	254
<b>8.</b>	<b>SPEKTROSKOPOWE METODY BADANIA STRUKTURY CZĄSTECZEK . . . . .</b>	<b>256</b>
8.1.	Fizyczne metody badania struktury cząsteczek . . . . .	256
8.2.	Ogólna charakterystyka metod i zakresu spektroskopii molekularnej . . . . .	257
8.3.	Widma rotacyjne . . . . .	260
8.4.	Widma oscylacyjne cząsteczek dwuatomowych . . . . .	265
8.5.	Widma oscylacyjne cząsteczek wieloatomowych . . . . .	269
8.6.	Widma oscylacyjne a symetria cząsteczek . . . . .	272
8.7.	Widma oscylacyjno-rotacyjne . . . . .	278
8.8.	Spektroskopia cząsteczek wody . . . . .	280
8.9.	Widma elektronowe cząsteczek . . . . .	281
8.10.	Spektroskopia fotoelektronów . . . . .	283
8.11.	Elektronowy rezonans paramagnetyczny (EPR) . . . . .	287
8.12.	Magnetyczny rezonans jądrowy (NMR) . . . . .	293
<b>9.</b>	<b>TERMOCHEMIA . . . . .</b>	<b>298</b>
9.1.	Wstęp . . . . .	298
9.2.	Pierwsza zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna . . . . .	299
9.3.	Ciepło reakcji chemicznej, entalpia, prawo Hessa . . . . .	302
9.4.	Równania termochemiczne . . . . .	304
9.5.	Standardowe entalpie tworzenia związków chemicznych . . . . .	306
9.6.	Entalpie wiązań chemicznych . . . . .	308
<b>10.</b>	<b>RÓWNOWAGI CHEMICZNE I RÓWNOWAGI FAZOWE . . . . .</b>	<b>311</b>
10.1.	Układy heterogeniczne i układy homogeniczne . . . . .	311
10.2.	Entalpia swobodna układu i prawo działania mas . . . . .	312
10.3.	Prawo działania mas w zastosowaniu do równowag chemicznych w układach homogenicznych . . . . .	319
10.4.	Prawo działania mas w zastosowaniu do równowag chemicznych w układach heterogenicznych . . . . .	321
10.5.	Entropia . . . . .	323
10.6.	Molekularna interpretacja entropii . . . . .	326
10.7.	Zależność położenia stanu równowagi od temperatury i ciśnienia. Reguła przekory . . . . .	327
10.8.	Równowagi fazowe w układach jednoskładnikowych . . . . .	329
10.8.1.	Równowaga ciecz–para i ciało stałe–para . . . . .	329
10.8.2.	Diagram fazowy wody . . . . .	333
10.8.3.	Równowagi odmian polimorficznych . . . . .	335
10.9.	Reguła faz . . . . .	337
10.10.	Roztwory gazów w cieczach . . . . .	339
10.11.	Roztwory ciał stałych w cieczach . . . . .	340
10.12.	Prężność pary nasyconej nad roztworami. Temperatura wrzenia i krzepnięcia roztworów . . . . .	343
<b>11.</b>	<b>RÓWNOWAGI W WODNYCH I NIEWODNYCH ROZTWORACH ELEKTROLITÓW. KWASY I ZASADY . . . . .</b>	<b>346</b>
11.1.	Wstęp . . . . .	346
11.2.	Solvatacja jonów . . . . .	347

11.3.	Kwasy i zasady według Brønsteda . . . . .	352
11.4.	Dysocjacja wody i pH . . . . .	354
11.5.	Dysocjacja kwasów i zasad w roztworach wodnych . . . . .	356
11.5.1.	Zastosowanie prawa działania mas do dysocjacji kwasów i zasad . . . . .	356
11.5.2.	Czynniki decydujące o mocy kwasów . . . . .	359
11.6.	Wodne roztwory soli . . . . .	363
11.7.	Roztwory buforowe . . . . .	365
11.8.	Iloczyn rozpuszczalności . . . . .	366
11.9.	Aktywność elektrolitów . . . . .	369
11.10.	Reakcje kwasowo-zasadowe w protonowych rozpuszczalnikach niewodnych . . . . .	371
11.11.	Kwasy i zasady według Lewisa . . . . .	374
11.12.	Twarde i miękkie kwasy i zasady . . . . .	376
12.	UTLENIANIE I REDUKCJA . . . . .	380
12.1.	Utlenianie i redukcja jako proces wymiany elektronów . . . . .	380
12.2.	Stopień utlenienia . . . . .	382
12.3.	Ogniwa elektrochemiczne. Elektrody redoks . . . . .	384
12.4.	Elektrody metaliczne i elektrody gazowe . . . . .	388
12.5.	Potencjały standardowe i szereg napięciowy metali . . . . .	391
12.6.	Termodynamika ogniw elektrochemicznych . . . . .	396
12.7.	Czynniki decydujące o wartości potencjałów standardowych metali . . . . .	398
12.8.	Diagramy Frosta i Ebswortha . . . . .	400
12.9.	Ogniwa paliwowe . . . . .	407
13.	ZJAWISKA POWIERZCHNIOWE I UKŁADY DYSPERSYJNE . . . . .	410
13.1.	Energia powierzchniowa . . . . .	410
13.2.	Adsorpcja gazów na powierzchni ciała stałego . . . . .	412
13.2.1.	Uwagi wstępne . . . . .	412
13.2.2.	Izotermie adsorpcji . . . . .	413
13.2.3.	Powierzchnia adsorbentu . . . . .	416
13.3.	Adsorpcja z roztworów na powierzchni ciał stałych . . . . .	417
13.4.	Chromatografia . . . . .	418
13.5.	Układy dyspersyjne . . . . .	419
13.6.	Roztwory koloidalne . . . . .	420
13.6.1.	Właściwości fizyczne roztworów koloidalnych . . . . .	420
13.6.2.	Otrzymywanie i oczyszczanie koloidów . . . . .	421
13.6.3.	Koloidy hydrofobowe i hydrofilowe. Koagulacja i peptyzacja koloidów . . . . .	423
13.7.	Żele i inne spójne układy dyspersyjne . . . . .	425
14.	KINETYKA I MECHANIZM REAKCJI CHEMICZNYCH . . . . .	427
14.1.	Rząd reakcji . . . . .	427
14.2.	Proste reakcje jedno-, dwu- i trójcząsteczkowe w fazie gazowej . . . . .	432
14.3.	Szybkość reakcji odwracalnych . . . . .	434
14.4.	Zależność szybkości reakcji od temperatury. Teoria zderzeń i teoria stanu przejściowego . . . . .	435
14.5.	Mechanizm reakcji w roztworach . . . . .	441
14.6.	Reakcje łańcuchowe . . . . .	442
14.7.	Reakcje szybkie . . . . .	446
14.8.	Reaktywność a struktura elektronowa cząsteczek . . . . .	450
14.9.	Reakcje w układach heterogenicznych . . . . .	454

14.9.1. Ogólna charakterystyka reakcji w układach heterogenicznych. Metody badania reakcji ciał stałych . . . . .	454
14.9.2. Rozkład ciał stałych . . . . .	457
14.9.3. Utlenianie metali . . . . .	459
14.9.4. Reakcje przebiegające wyłącznie z udziałem ciał stałych . . . . .	461
14.10. Reakcje katalityczne . . . . .	463
14.10.1. Pojęcia podstawowe . . . . .	463
14.10.2. Kataliza homogeniczna . . . . .	465
14.10.3. Kataliza heterogeniczna . . . . .	467
<b>15. ZWIĄZKI KOORDYNACYJNE . . . . .</b>	<b>469</b>
15.1. Pojęcia podstawowe . . . . .	469
15.2. Nomenklatura związków kompleksowych . . . . .	474
15.3. Izomeria związków kompleksowych . . . . .	475
15.4. Równowagi w roztworach związków kompleksowych . . . . .	480
15.5. Stałe trwałości kompleksów w roztworach wodnych . . . . .	483
15.6. Empiryczne korelacje dotyczące trwałości kompleksów . . . . .	485
15.7. Trwałość kompleksów chelatowych . . . . .	487
15.8. Kinetyka i mechanizm wymiany ligandów w kompleksach . . . . .	488
15.9. Wymiana ligandów w kompleksach oktaedrycznych . . . . .	490
15.10. Wymiana ligandów w kompleksach kwadratowych . . . . .	493
15.11. Reakcje utleniania i redukcji związków kompleksowych . . . . .	495
15.12. Kondensacja akwa- i oksojonów w roztworach wodnych . . . . .	497
15.13. Zastosowanie teorii pola krystalicznego w chemii koordynacyjnej . . . . .	502
15.13.1. Teoria pola krystalicznego: kompleksy oktaedryczne . . . . .	502
15.13.2. Teoria pola krystalicznego: kompleksy tetraedryczne . . . . .	511
15.13.3. Teoria pola krystalicznego: kompleksy tetragonalne i kwadratowe. Efekt Jahn–Tellera . . . . .	513
15.13.4. Widma absorpcyjne kompleksów metali przejściowych . . . . .	516
15.14. Zastosowanie teorii orbitali molekularnych w chemii koordynacyjnej . . . . .	522
15.14.1. Kompleksy oktaedryczne ze zdelocalizowanymi orbitalami cząsteczkowymi typu $\sigma$ . . . . .	522
15.14.2. Orbitale $\pi$ w kompleksach oktaedrycznych . . . . .	528
<b>SKOROWIDZ . . . . .</b>	<b>S1</b>