

# SPIS TREŚCI

1. Prawa, hipotezy i teorie w naukach przyrodniczych .....	14
2. Układ jednostek SI w chemii .....	16
3. Ogólne zasady nomenklatury związków nieorganicznych zalecane przez Polskie Towarzystwo Chemiczne od 1998 r. ....	20
4. Wykaz symboli wielkości fizycznych i chemicznych stosowanych w tekście ..	23
Tablica I. Liczby masowe izotopów .....	25
Tablica II. Struktury przestrzenne drobin. Przewidywanie budowy przestrzennej drobin metodą VSEPR .....	26
Tablica III. Ustalanie konfiguracji elektronowych atomów w stanie podstawowych .....	27
Tablica IV. Konfiguracje powłokowe pierwiastków bloków <i>d</i> i <i>f</i> .....	28
Tablica V. Promienie atomowe i jonowe. Konfiguracje podpowłokowe .....	29
Tablica VI. Okresowość konfiguracji elektronowych .....	30
Tablica VII. Rozpuszczalność soli i wodorotlenków w wodzie w temperaturze 293 K .....	31
Tablica VIII. Reakcje jonowe w roztworach wodnych .....	32
Tablica IX. Stopnie utlenienia pierwiastków. Właściwości chemiczne tlenków ..	33
Tablica X. Rok odkrycia, temperatura topnienia i wrzenia, gęstość, stan skupienia pierwiastków .....	34

## Część I. CHEMIA OGÓLNA

<b>Rozdział 0. Przypomnienie ważnych terminów poznanych w gimnazjum ..</b>	<b>35</b>
0.1. Dwa opisy przemian chemicznych .....	35
0.2. Notacja chemiczna .....	36
0.2.1. Symbole chemiczne pierwiastków .....	36
0.2.2. Wzory chemiczne .....	36
0.2.3. Równania chemiczne .....	38
0.3. Tablica Mendelejewa .....	39
0.3.1. Grupy i okresy .....	39
0.3.2. Masy atomowe i cząsteczkowe .....	40
0.4. Rodzaje materii .....	40
0.4.1. Podział materiałów .....	40
0.4.2. Właściwości substancji .....	41
0.5. Przemiany materii .....	42
0.5.1. Podział przemian materii .....	42
0.5.2. Zmiany stanów skupienia .....	43
0.5.3. Rodzaje reakcji chemicznych .....	45
0.6. Rodzaje związków chemicznych .....	47
0.6.1. Podział związków chemicznych .....	47
0.6.2. Kwasy, zasady, związki obojętne .....	48

<b>Rozdział 1. Budowa materii</b> .....	50
1.1. Składniki atomów .....	50
1.2. Izotopy .....	53
1.3. Klasyfikacja okresowa pierwiastków .....	56
1.4. Przemiany jądrowe .....	58
1.4.1. Rodzaje przemian jądrowych .....	58
1.4.2. Naturalne przemiany jądrowe .....	63
1.4.3. Sztuczne przemiany jądrowe .....	65
1.5. Pierwiastki promieniotwórcze .....	67
1.5.1. Okres półtrwania .....	67
1.5.2. Szeregi promieniotwórcze .....	70
1.5.3. Właściwości promieniowania jonizującego .....	72
1.5.4. Radioliza .....	74
1.5.5. Utrwalanie radiacyjne żywności .....	76
1.5.6. Ochrona radiologiczna .....	77
1.6. Dozymetria promieniowania jonizującego .....	78
1.7. Konfiguracje elektronowe atomów i jonów jednojądrowych .....	82
1.7.1. Przestrzenie orbitalne .....	82
1.7.2. Stany stacjonarne .....	84
1.7.3. Powłoki elektronowe .....	85
1.7.4. Konfiguracja powłokowa .....	86
1.7.5. Podpowłoki elektronowe .....	87
1.7.6. Konfiguracja podpowłokowa .....	89
1.7.7. Stany orbitalne .....	90
1.7.8. Konfiguracja orbitalna .....	92
1.7.9. Sekwencja energetyczna podpowłok .....	94
1.7.10. Bloki konfiguracyjne .....	96
1.7.11. Rdzeń atomowy i elektrony walencyjne .....	98
1.7.12. Konfiguracje jonów jednojądrowych .....	100
1.7.13. Budowa atomów a prawo okresowości .....	101
1.8. Widma emisyjne pierwiastków .....	102
1.9. Przekształcanie atomów w inne drobiny .....	109
1.9.1. Rodzaje drobin .....	109
1.9.2. Reguła helowca .....	109
1.9.3. Elektroujemność .....	110
1.9.4. Energia jonizacji .....	113
1.9.5. Powinowactwo elektronowe .....	115
1.10. Wiązania chemiczne .....	117
1.10.1. Wiązanie jonowe .....	117
1.10.2. Wiązanie kowalencyjne .....	119
1.10.3. Wiązanie metaliczne .....	120
1.10.4. Promienie atomowe i jonowe .....	120
1.10.5. Symbole Lewisa .....	122

1.10.6.	Wzory Lewisa .....	123
1.10.7.	Wzory mezomeryczne .....	127
1.10.8.	Wiązania kowalencyjne spolaryzowane .....	128
1.10.9.	Moment dipolowy .....	129
1.10.10.	Udział wiązania jonowego w wiązaniu kowalencyjnym .....	132
1.10.11.	Trójkąt wiązań .....	133
1.10.12.	Wiązanie koordynacyjne .....	134
1.10.13.	Rodniki i dwurodniki .....	135
1.10.14.	Kierunkowość wiązań kowalencyjnych .....	136
1.10.15.	Wiązanie wodorowe .....	140
1.10.16.	Związki kompleksowe .....	142
1.10.17.	Właściwości substancji jonowych .....	143
1.10.18.	Właściwości substancji kowalencyjnych .....	147
1.10.19.	Właściwości materiałów metalicznych .....	148
1.11.	Przewidywanie budowy przestrzennej drobin metodą VSEPR .....	151
1.11.1.	Warunki zastosowania metody VSEPR .....	151
1.11.2.	Geometria drobin .....	153
1.11.3.	Reguły VSEPR .....	156
1.11.4.	Kolejność rozmieszczania par elektronowych .....	158
1.11.5.	Układy bipiramidalne .....	161
1.11.6.	Nieparzysta liczba elektronów – rodniki .....	163
1.11.7.	Wiązanie $\pi$ a budowa drobin .....	163
1.11.8.	Wolne pary elektronowe ligandów .....	165
1.11.9.	Ustalanie wzorów elektronowych .....	165
1.11.10.	Metoda liganda zastępczego .....	167
1.11.11.	Obliczanie liczby przestrzennej .....	169
1.11.12.	Co to jest hybrydyzacja orbitali atomowych? .....	170
<b>Rozdział 2. Stechiometria</b> .....		<b>172</b>
2.1.	Prawa stechiometryczne .....	172
2.1.1.	Chemiczna „składnikometria” .....	172
2.1.2.	Prawo zachowania masy .....	172
2.1.3.	Prawo stałości składu .....	172
2.2.	Liczność materii .....	175
2.2.1.	Mol – jednostka licznosci materii .....	175
2.2.2.	Masa mola i objętość mola .....	175
2.2.3.	Molowa interpretacja równań chemicznych .....	177
2.2.4.	Masa molowa i objętość molowa .....	177
2.3.	Stechiometria wzorów chemicznych .....	178
2.3.1.	Stosunki stechiometryczne .....	178
2.3.2.	Wzór elementarny i wzór rzeczywisty .....	179
2.4.	Zasada Avogadra .....	180
2.5.	Stechiometria równań chemicznych .....	182
2.5.1.	Stosunek stechiometryczny reagentów .....	182

2.5.2. Masowy stosunek stechiometryczny reagentów .....	183
2.5.3. Zasada stechiometrii .....	184
2.5.4. Molowy stosunek stechiometryczny reagentów .....	184
2.5.5. Prawo stosunków objętościowych .....	184
2.5.6. Objętościowy stosunek stechiometryczny reagentów gazowych .....	185
2.5.7. Optymalizacja obliczeń stechiometrycznych .....	185
2.5.8. Przebieg reakcji po zmieszaniu substratów w stosunku niestechiometrycznym .....	186
<b>Rozdział 3. Mieszaniny</b> .....	188
3.1. Klasyfikacja mieszanin .....	188
3.2. Sporządzanie mieszanin .....	192
3.2.1. Rozpuszczanie cieczy w cieczy .....	193
3.2.2. Rozpuszczanie gazu w cieczy .....	193
3.2.3. Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy .....	193
3.2.4. Rozpuszczalność .....	194
3.2.5. Otrzymywanie roztworów nasyconych .....	195
3.2.6. Otrzymywanie koloidów .....	196
3.2.7. Efekty towarzyszące rozpuszczaniu .....	197
3.3. Właściwości mieszanin .....	197
3.3.1. Składniki mieszanin .....	197
3.3.2. Właściwości koloidów .....	198
3.4. Rozdzielanie mieszanin .....	199
3.4.1. Chromatografia .....	199
3.4.2. Sączenie. Dekantacja. Sedymentacja .....	200
3.4.3. Krystalizacja. Rozwarstwianie. Desaturacja .....	201
3.5. Opis składu ilościowego mieszaniny .....	203
3.5.1. Procent masowy i objętościowy .....	203
3.5.2. Stężenie .....	203
3.5.3. Stężenie procentowe .....	204
3.5.4. Stężenie molowe .....	204
3.5.5. Zmiana stężenia roztworu .....	205
<b>Rozdział 4. Reakcje chemiczne</b> .....	206
4.1. Efekty energetyczne reakcji chemicznych .....	206
4.2. Szybkość reakcji chemicznych .....	209
4.3. Czynniki wpływające na szybkość reakcji chemicznych .....	211
4.3.1. Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznych .....	211
4.3.2. Wpływ stężenia na szybkość reakcji .....	213
4.3.3. Wpływ powierzchni międzyfazowej na szybkość reakcji heterofazowej .....	213
4.4. Katalizatory .....	214
4.5. Teoria kompleksu aktywnego .....	216
4.6. Stan równowagi chemicznej .....	221

4.7.	Reguła przekory	226
4.7.1.	Wpływ stężeń reagentów na stan równowagi	226
4.7.2.	Wpływ temperatury na stan równowagi	228
4.7.3.	Wpływ ciśnienia na stan równowagi	229
4.7.4.	Wpływ katalizatora na stan równowagi	230
4.7.5.	Wydajność reakcji	230
<b>Rozdział 5. Chemia roztworów wodnych</b>		232
5.1.	Dysocjacja jonowa	232
5.2.	Elektrolity mocne i elektrolity słabe	237
5.3.	Kwasy i zasady	241
5.3.1.	Definicje Arrheniusa	241
5.3.2.	Odczyn roztworu	243
5.3.3.	pH roztworu	244
5.3.4.	Indykatory alkacymetryczne	246
5.4.	Reakcje jonowe	246
5.5.	Hydroliza soli	252
5.6.	Reakcje redoks	255
5.6.1.	Stopień utlenienia	255
5.6.2.	Przemieszczenia elektronów w reakcjach chemicznych	258
5.6.3.	Metody bilansowania równań reakcji redoks	260
5.7.	Kwasy i zasady Brønsteda	266
5.8.	Ogniwa chemiczne	272
5.8.1.	Budowa ogniw	272
5.8.2.	Rodzaje półogniw	274
5.9.	Siła elektromotoryczna ogniwa	277
5.10.	Szereg napięciowy	281
5.11.	Przewidywanie kierunku reakcji redoks	286
5.12.	Korozja metali	293
5.13.	Elektroliza	295
5.13.1.	Zasada działania elektrolizera	295
5.13.2.	Przewidywanie produktów elektrolizy	297
5.13.3.	Prawa Faradaya	301
5.13.4.	Akumulatory	302

## Część II. CHEMIA NIEORGANICZNA

<b>Rozdział 6. Występowanie substancji nieorganicznych w przyrodzie</b>		304
6.1.	Pierwiastki na Ziemi i we wszechświecie	304
6.2.	Związki nieorganiczne w skorupie ziemskiej	305
6.3.	Krążenie pierwiastków w przyrodzie	306
<b>Rozdział 7. Związki nieorganiczne</b>		309
7.1.	Tlenki	309
7.1.1.	Skład, budowa, właściwości fizyczne	309

7.1.2.	Nazwy .....	310
7.1.3.	Otrzymywanie .....	311
7.1.4.	Podział .....	312
7.1.5.	Właściwości chemiczne .....	314
7.2.	Wodorki .....	315
7.2.1.	Skład, budowa, właściwości fizyczne .....	315
7.2.2.	Nazwy .....	316
7.2.3.	Otrzymywanie .....	316
7.2.4.	Podział .....	317
7.2.5.	Właściwości chemiczne .....	317
7.3.	Wodorotlenki .....	318
7.3.1.	Skład, budowa, właściwości fizyczne .....	318
7.3.2.	Nazwy .....	318
7.3.3.	Otrzymywanie .....	318
7.3.4.	Podział .....	319
7.3.5.	Właściwości chemiczne .....	319
7.4.	Oksokwasy .....	320
7.4.1.	Skład, budowa, właściwości fizyczne .....	320
7.4.2.	Nazwy .....	321
7.4.3.	Otrzymywanie .....	323
7.4.4.	Właściwości chemiczne .....	324
7.5.	Sole .....	325
7.5.1.	Skład, budowa, właściwości fizyczne .....	325
7.5.2.	Rodzaje .....	325
7.5.3.	Nazwy .....	326
7.5.4.	Otrzymywanie .....	328
7.5.5.	Właściwości chemiczne .....	329

## **Rozdział 8. Charakterystyka pierwiastków w blokach konfiguracyjnych tablicy Mendelejewa**

	<b>konfiguracyjnych tablicy Mendelejewa</b> .....	330
8.1.	Blok <i>s</i> .....	330
8.1.1.	Wodór .....	330
8.1.2.	Metale bloku <i>s</i> .....	331
8.2.	Blok <i>p</i> .....	332
8.2.1.	Ogólna charakterystyka pierwiastków bloku <i>p</i> .....	332
8.2.2.	Helowce .....	336
8.2.3.	Fluorowce .....	336
8.2.4.	Tlenowce .....	338
8.2.5.	Azotowce .....	340
8.2.6.	Węglowce .....	341
8.2.7.	Borowce .....	344
8.3.	Blok <i>d</i> .....	345
8.4.	Blok <i>f</i> .....	348

<b>Rozdział 9. Reakcje pierwiastków</b> .....	349
9.1. Reakcje z tlenem .....	349
9.2. Reakcje z wodorem .....	349
9.3. Reakcje z wodą .....	350
9.4. Reakcje metali z niemetalami .....	351
9.5. Reakcje metali z kwasami .....	351

<b>Rozdział 10. Użyteczne substancje nieorganiczne</b> – wykorzystanie i otrzymywanie .....	353
10.1. Wodór i jego związki .....	353
10.2. Metale bloku s .....	353
10.3. Wybrane niemetale .....	357
10.4. Wybrane metale .....	362

### Część III. CHEMIA ORGANICZNA

<b>Rozdział 11. Specyficzny charakter związków organicznych</b> .....	364
11.1. Cechy wspólne związków organicznych .....	364
11.2. Prawidłowości strukturalne w związkach organicznych .....	366
11.3. Podział związków organicznych .....	367
11.4. Sposoby przedstawiania budowy związków organicznych .....	368
11.4.1. Modele .....	368
11.4.2. Wzory konstytucyjne .....	370
11.4.3. Wzory umowne .....	370
11.4.4. Wzory stereochemiczne .....	371
11.5. Izomeria .....	374
11.5.1. Rodzaje izomerii .....	374
11.5.2. Izomeria konstytucyjna .....	374
11.5.3. Izomeria przestrzenna (stereoizomeria) .....	376
11.6. Nomenklatura związków organicznych .....	381
11.6.1. Zasady ogólne .....	381
11.6.2. Alkany nierozgałęzione .....	382
11.6.3. Alkany rozgałęzione .....	383
11.6.4. Grupy alkilowe i rzędowość węgla .....	385
11.6.5. Cykloalkany .....	387
11.6.6. Alkeny .....	388
11.6.7. Dieny (alkadieny) .....	389
11.6.8. Alkiny .....	389
11.6.9. Węglowodory aromatyczne (areny) .....	390
11.6.10. Fluorowc pochodne .....	394
11.6.11. Alkohole i fenole .....	395
11.6.12. Aldehydy i ketony .....	398
11.6.13. Kwasy karboksylowe i ich sole .....	400
11.6.14. Estry .....	402
11.6.15. Aminy .....	403

11.6.16. Amidy kwasowe .....	404
11.6.17. Związki wielofunkcyjne .....	404
<b>11.7. Szeregi homologiczne .....</b>	<b>407</b>
11.7.1. Prawidłowości strukturalne w szeregach homologicznych ...	407
11.7.2. Zmiany właściwości w szeregach homologicznych .....	409
<b>11.8. Typowe reakcje związków organicznych .....</b>	<b>410</b>
11.8.1. Reakcje substytucji .....	410
11.8.2. Reakcje addycji .....	410
11.8.3. Reakcje eliminacji .....	411
11.8.4. Reakcje izomeryzacji .....	411
11.8.5. Reakcje polimeryzacji i polikondensacji .....	411
<b>Rozdział 12. Otrzymywanie i właściwości węglowodorów .....</b>	<b>414</b>
<b>12.1. Węglowodory alifatyczne .....</b>	<b>414</b>
12.1.1. Węglowodory nasycone .....	414
12.1.2. Węglowodory nienasycone .....	419
<b>12.2. Węglowodory aromatyczne .....</b>	<b>422</b>
<b>Rozdział 13. Otrzymywanie i właściwości związków jednofunkcyjnych ..</b>	<b>426</b>
<b>13.1. Fluorowc pochodne .....</b>	<b>426</b>
<b>13.2. Alkohole i fenole .....</b>	<b>427</b>
<b>13.3. Aldehydy i ketony .....</b>	<b>430</b>
<b>13.4. Kwasy karboksylowe .....</b>	<b>432</b>
<b>13.5. Estry .....</b>	<b>434</b>
<b>13.6. Jednofunkcyjne związki zawierające azot. Amidy. Aminy. Nitrozwiązki .....</b>	<b>436</b>
<b>Rozdział 14. Otrzymywanie i właściwości związków wielofunkcyjnych ...</b>	<b>439</b>
<b>14.1. Hydroksykwasy .....</b>	<b>439</b>
<b>14.2. Aminokwasz y .....</b>	<b>441</b>
<b>14.3. Białka .....</b>	<b>443</b>
14.3.1. Aminokwasz y białkowe .....	443
14.3.2. Struktura białek .....	444
<b>14.4. Cukry .....</b>	<b>446</b>
14.4.1. Podział cukrów oraz ich rola w przyrodzie i gospodarce .....	446
14.4.2. Monocukry .....	449
14.4.3. Dwocukry .....	459
14.4.4. Wielocukry .....	461

## Część IV. CZYNNOŚCI LABORATORYJNE

<b>Rozdział 15. Zasady ogólne .....</b>	<b>464</b>
<b>15.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy w laboratorium chemicznym .....</b>	<b>464</b>
<b>15.2. Sprzęt laboratoryjny .....</b>	<b>465</b>
<b>15.3. Rodzaje czynności laboratoryjnych .....</b>	<b>468</b>
<b>15.4. Sporządzanie mieszanin .....</b>	<b>468</b>



15.4.1.	Sporządzanie ciekłego roztworu substancji stałej (doświadczenie 1 na DVD) .....	468
15.4.2.	Sporządzanie zawiesiny (doświadczenie 2 na DVD) .....	468
15.4.3.	Zatężanie roztworu (doświadczenie 3 na DVD) .....	469
15.4.4.	Rozcieńczanie roztworu .....	469
15.4.5.	Rozpuszczanie gazu w cieczy (doświadczenie 4 na DVD) ...	469
15.4.6.	Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy (doświadczenie 5 na DVD) .....	470
15.4.7.	Roztwarzanie (doświadczenia 6 i 7 na DVD) .....	470
15.4.8.	Strącanie (doświadczenie 8 na DVD) .....	471
15.5.	Rozdzielanie mieszanin .....	471
15.5.1.	Metody chromatograficzne .....	471
15.5.2.	Chromatografia kolumnowa .....	471
15.5.3.	Chromatografia bibułowa (doświadczenie 9 na DVD) .....	472
15.5.4.	Destylacja (doświadczenie 10 na DVD) .....	473
15.5.5.	Sublimacja .....	473
15.5.6.	Sączenie (doświadczenie 11 na DVD) .....	473
15.5.7.	Sedymentacja (doświadczenie 12 na DVD) .....	474
15.5.8.	Dekantacja (patrz doświadczenie 2 na DVD) .....	474
15.5.9.	Krystalizacja (doświadczenia 13 i 14 na DVD) .....	474
15.5.10.	Ekstrakcja i rozwarstwienie .....	475
15.5.11.	Elektroliza (doświadczenie 15 na DVD) .....	475
15.5.12.	Suszenie .....	476
15.5.13.	Sorpcja (doświadczenia 16 i 17 na DVD) .....	476
15.6.	Pomiary wielkości fizykochemicznych .....	476
15.6.1.	Pomiar pH (doświadczenie 18 na DVD) .....	476
15.6.2.	Miareczkowanie (doświadczenie 19 na DVD) .....	476
15.6.3.	Pomiar SEM ogniwa (doświadczenie 20 na DVD) .....	477
15.6.4.	Pomiar przewodnictwa elektrycznego cieczy (doświadczenie 21 na DVD) .....	477
	<b>Skorowidz rzeczowy (polsko-angielski) .....</b>	<b>478</b>