

Spis treści

Wstęp	9
Stosowane skróty	10
1	
Podstawowe zasady pracy w laboratorium chemii organicznej	11
1.1. Niebezpieczne substancje chemiczne.....	11
1.1.1. Klasyfikacja i oznakowanie niebezpiecznych substancji chemicznych	13
1.1.2. Wykazy niebezpiecznych substancji i preparatów chemicznych	23
1.1.3. Sposób etykietowania substancji niebezpiecznych	24
1.1.4. Karty charakterystyki niebezpiecznych substancji i preparatów chemicznych	25
1.1.5. Dopuszczalne stężenia niebezpiecznych substancji chemicznych w laboratorium chemii organicznej	26
1.1.6. Zbieranie i eliminacja laboratoryjnych odpadów chemicznych	27
1.1.7. Niebezpieczne reakcje chemiczne	29
1.2. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium chemii organicznej	30
1.2.1. Podstawowe zasady pracy w laboratorium	30
1.2.2. Pożary	32
1.2.3. Oparzenia chemiczne	35
1.2.4. Zatrucia	36
1.2.5. Inne wypadki przy pracy w laboratorium chemicznym	37
2	
Szkło, aparatura i podstawowy sprzęt laboratoryjny	39
2.1. Gatunki szkła laboratoryjnego	39
2.2. Połączenia szlifowe	41
2.2.1. Szlify stożkowe	41
2.2.2. Szlify kuliste, cylindryczne i płaskie	43
2.2.3. Ogólne zasady postępowania z połączeniami szlifowymi	45
2.3. Szkło i naczynia laboratoryjne	45
2.3.1. Zlewki i kolby płaskodenne	45
2.3.2. Kolby okrągłodenne	46
2.3.3. Kolby destylacyjne	46
2.3.4. Chłodnice	47
2.3.5. Złącza, przedłużacze i nasadki	49
2.3.6. Lejki	51

2.3.7. Rozdzielacze i wkraplacze	51
2.3.8. Szkło miarowe	52
2.3.9. Pomocniczy sprzęt laboratoryjny	53
2.3.10. Sprzęt metalowy	54
2.4. Mycie i suszenie szkła laboratoryjnego	55

3

Podstawowe techniki laboratoryjne	57
3.1. Ogrzewanie i chłodzenie	57
3.1.1. Ogrzewanie	57
3.1.2. Chłodzenie	60
3.1.3. Pomiar temperatury	61
3.2. Mieszanie i wstrząsanie	62
3.3. Dozowanie reagentów	65
3.3.1. Dozowanie ciał stałych i cieczy	65
3.3.2. Dozowanie i odprowadzanie gazów	66
3.4. Praca pod podwyższonym ciśnieniem	67
3.5. Praca pod obniżonym ciśnieniem	68
3.6. Sączenie, wirowanie i dekantacja	70
3.6.1. Sączenie	70
3.6.2. Wirowanie i dekantacja	73
3.7. Suszenie	74
3.7.1. Suszenie substancji gazowych	75
3.7.2. Suszenie ciekłych związków organicznych	76
3.7.3. Suszenie ciał stałych	76

4

Metody rozdzielania i oczyszczania związków organicznych	78
4.1. Krystalizacja	78
4.2. Sublimacja	83
4.3. Destylacja	86
4.3.1. Destylacja prosta	88
4.3.2. Destylacja frakcjonowana	90
4.3.3. Destylacja pod obniżonym ciśnieniem	93
4.3.4. Destylacja azeotropowa	96
4.3.5. Destylacja z parą wodną	98
4.4. Ekstrakcja	102
4.4.1. Ekstrakcja periodyczna	104
4.4.2. Ekstrakcja ciągła roztworów	105
4.4.3. Ekstrakcja ciał stałych	107
4.5. Chromatografia	109
4.5.1. Adsorbenty stosowane w chromatografii adsorpcyjnej	110
4.5.2. Eluenty (rozpuszczalniki) stosowane w chromatografii adsorpcyjnej	111
4.5.3. Chromatografia cienkowarstwowa	113
4.5.4. Adsorpcyjna chromatografia kolumnowa	117

5

Oznaczanie właściwości fizycznych związków organicznych	120
5.1. Temperatura topnienia i krzepnięcia	120
5.2. Temperatura wrzenia	124
5.3. Gęstość	126
5.4. Współczynnik załamania światła	128

6

Oczyszczanie i właściwości podstawowych rozpuszczalników organicznych oraz ważniejszych substancji pomocniczych	132
6.1. Rozpuszczalniki organiczne	132
6.1.1. Węglowodory	133
6.1.2. Chlorowcopochodne węglowodorów	135
6.1.3. Alkohole	136
6.1.4. Estry	139
6.1.5. Etery	140
6.1.6. Aldehydy i ketony	141
6.1.7. Kwasy karboksylowe i bezwodniki kwasowe	143
6.1.8. Związki zawierające azot	144
6.1.9. Związki zawierające siarkę	146
6.2. Właściwości ważniejszych substancji pomocniczych	146

7

Obliczenia chemiczne	156
7.1. Obliczanie stężeń roztworów	156
7.1.1. Stężenie procentowe	156
7.1.2. Stężenie molowe	157
7.1.3. Przeliczanie stężenia procentowego na molowe	158
7.1.4. Mieszanie roztworów o różnych stężeniach procentowych	159
7.1.5. Mieszanie roztworów o różnych stężeniach molowych	161
7.2. Obliczenia w chemii organicznej	163
7.2.1. Wzór empiryczny i sumaryczny (cząsteczkowy)	163
7.2.2. Obliczenia wydajności reakcji	164

8

Dodatek	171
Tabela 8.1. Opis kategorii, symboli i znaków zagrożeń substancji niebezpiecznych	171
Tabela 8.2. Numery klas substancji organicznych	173
Tabela 8.3. Klasyfikacja i znakowanie wybranych niebezpiecznych substancji organicznych	174
Tabela 8.4. Klasyfikacja wybranych prostych mieszanin (preparatów) organicznych w zależności od stężenia substancji w mieszaninie	185
Tabela 8.5. Klasyfikacja i znakowanie wybranych niebezpiecznych substancji nieorganicznych stosowanych w laboratorium chemii organicznej	187
Tabela 8.6. Klasyfikacja wybranych niebezpiecznych prostych mieszanin (preparatów) nieorganicznych w zależności od stężenia substancji w mieszaninie	192
Tabela 8.7. Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń dla wybranych substancji chemicznych	193
Tabela 8.8. Niebezpieczne reakcje chemiczne (wg danych z Systemu iChem)	198
Tabela 8.9. Właściwości fizykochemiczne częściej stosowanych rozpuszczalników	204
Tabela 8.10. Gęstość wodnych roztworów kwasu mrówkowego w temp. 20°C	206
Tabela 8.11. Gęstość wodnych roztworów kwasu octowego w temp. 20°C	206
Tabela 8.12. Gęstość wodnych roztworów aldehydu mrówkowego w temp. 18°C	207
Tabela 8.13. Gęstość wodnych roztworów amoniaku w temp. 20°C	207
Tabela 8.14. Gęstość wodnych roztworów kwasu azotowego(V) w temp. 20°C	208
Tabela 8.15. Gęstość wodnych roztworów kwasu ortofosforowego(V) w temp. 20°C	209
Tabela 8.16. Gęstość wodnych roztworów kwasu siarkowego(VI) w temp. 20°C	210
Tabela 8.17. Gęstość wodnych roztworów kwasu solnego w temp. 20°C	211

Tabela 8.18. Gęstość wodnych roztworów nadtlenu wodoru w temp. 18°C	211
Tabela 8.19. Gęstość oleum ($\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$) w temp. 15°C	211
Tabela 8.20. Gęstość wodnych roztworów wodorotlenku potasu w temp. 20°C	212
Tabela 8.21. Gęstość wodnych roztworów wodorotlenku sodu w temp. 20°C	212
Tabela 8.22. Masy atomowe wybranych pierwiastków i ich wielokrotności	213
Wykaz 8.1. Zwroty R określające rodzaj zagrożenia ze strony niebezpiecznych substancji i preparatów chemicznych	214
Wykaz 8.2. Zwroty S określające zasady prawidłowego postępowania z niebezpieczną substancją chemiczną	219
Wykaz 8.3. Znaki ochrony i higieny pracy	222
Przykład 8.1A. Karta charakterystyki chlorobenzenu	223
Przykład 8.1B. Karta charakterystyki chlorobenzenu Mercka	227
Przykład 8.2. Wzory sprawozdań	232

Literatura	236
-------------------------	------------

Skorowidz	239
------------------------	------------