

# Spis treści

Wstęp .....	12
Wprowadzenie .....	13
1. CHARAKTER I RODZAJE WIĄZAŃ W ZWIĄZKACH ORGANICZNYCH .....	15
1.1. Czworwartościowość atomu węgla Hybrydyzacja orbitali atomowych .....	15
1.2. Wiązania w cząsteczkach związków organicznych .....	18
1.3. Zdelokalizowane orbitale molekularne .....	21
2. KLASYFIKACJA, NOMENKLATURA, REAKTYWNOŚĆ CHEMICZNA PODSTAWOWE TYPY PRZEMIAN ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH .....	25
2.1. Klasyfikacja i nomenklatura związków organicznych .....	25
2.2. Reaktywność chemiczna związków organicznych .....	27
2.2.1. Efekt indukcyjny .....	28
2.2.2. Efekt mezomeryczny .....	31
2.2.3. Efekt steryczny (przestrzenny) .....	33
2.3. Podstawowe typy przemian związków organicznych .....	34
2.3.1. Reakcje rodnikowe (homolityczne) .....	35
2.3.2. Reakcje jonów (heterolityczne) .....	36
2.3.3. Odczynniki elektrofilowe i nukleofilowe .....	39
2.4. Mechanizmy przemian chemicznych związków organicznych .....	40
2.4.1. Reakcje podstawiania (S) .....	41
2.4.1.1. Podstawianie rodnikowe (S <sub>R</sub> ) .....	41
2.4.1.2. Podstawianie elektrofilowe (S <sub>E</sub> ) .....	41
2.4.1.3. Podstawianie nukleofilowe (S <sub>N</sub> ) .....	43
2.4.2. Reakcje przyłączania (A) .....	44
2.4.2.1. Przyłączanie elektrofilowe rodnikowe (A <sub>R</sub> ) .....	44
2.4.2.2. Addycja elektrofilowa jonowa (A <sub>E</sub> ) .....	45
2.4.2.3. Przyłączanie nukleofilowe (A <sub>N</sub> ) .....	47
2.4.3. Reakcje eliminacji (odszczępienia) (E) .....	50
2.4.4. Reakcje utleniania i redukcji w chemii organicznej .....	52
3. WĘGLOWODORY .....	56
3.1. Alkany (parafiny) .....	56
3.1.1. Właściwości fizyczne .....	59
3.1.2. Właściwości chemiczne .....	59
3.1.3. Występowanie i zastosowanie .....	63
3.2. Węglowodory cykliczne .....	64

3.2.1. Nazewnictwo .....	64
3.2.2. Występowanie i właściwości cykloalkanów .....	67
3.2.3. Trwałość i konformacje pierścieni cykloalkanów .....	67
3.2.4. Steran, związki steroidowe .....	68
3.3. Alifatyczne węglowodory nienasycone .....	71
3.3.1. Alkeny .....	73
3.3.1.1. Otrzymywanie .....	76
3.3.1.2. Właściwości fizyczne .....	77
3.3.1.3. Właściwości chemiczne .....	77
3.3.1.3.1. Reakcje przyłączania .....	77
3.3.1.3.2. Utlenianie .....	79
3.3.1.3.3. Polimeryzacja .....	80
3.4. Alkadieny i polieny .....	82
3.4.1. Alkadieny i mezomeria (rezonans) w układach sprzężonych dienów .....	83
3.4.2. Właściwości chemiczne alkadienów .....	84
3.4.2.1. Reakcje addycji .....	84
3.4.2.2. Utlenianie alkadienów .....	85
3.4.2.3. Polimeryzacja alkadienów o sprzężonym układzie wiązań podwójnych.....	86
3.4.3. Izoprenoidy .....	88
3.4.3.1. Terpeny .....	88
3.4.3.1.1. Monoterpeny .....	88
3.4.3.1.2. Seskwiterpeny .....	89
3.4.3.1.3. Diterpeny i triterpeny .....	90
3.4.3.1.4. Tetraterpeny – karotenoidy .....	91
3.5. Alkiny .....	92
3.5.1. Struktura .....	92
3.5.2. Otrzymywanie .....	93
3.5.3. Właściwości fizyczne .....	93
3.5.4. Właściwości chemiczne .....	93
3.5.4.1. Reakcje przyłączania .....	94
3.5.4.2. Utlenianie .....	97
3.5.4.3. Polimeryzacja .....	97
4. WĘGLOWODORY AROMATYCZNE (ARENY) .....	99
4.1. Benzen – budowa .....	99
4.2. Nazewnictwo i właściwości fizyczne arenów .....	100
4.3. Właściwości chemiczne arenów .....	103
4.3.1. Nitrowanie .....	104
4.3.2. Sulfonowanie .....	104
4.3.3. Fluorowcowanie .....	105
4.3.4. Alkilowanie i acylowanie arenów .....	106
4.3.5. Efekty kierujące podstawników .....	107
4.3.6. Reakcje przyłączania do arenów .....	110
4.3.7. Utlenianie .....	112
4.3.8. Reakcje związków alkiloaromatycznych zachodzące w łańcuchu bocznym .....	113
5. UKŁADY AROMATYCZNE W ORGANIZMACH ŻYWYCH I PRODUKTACH NATURALNYCH .....	114
6. FLUOROWCOZWIĄZKI ORGANICZNE .....	115
6.1. Nomenklatura fluorowcozwiązków .....	115

6.2. Otrzymywanie fluorowcoalkanów .....	116
6.3. Właściwości chemiczne fluorowcoalkanów .....	118
6.3.1. Reakcje podstawiania nukleofilowego .....	118
6.3.2. Reakcje eliminacji .....	120
6.4. Fluorowcoalkeny i fluorowcoalkiny .....	121
6.4.1. Reakcje podstawiania nukleofilowego .....	121
6.5. Ważniejsze fluorowcozwiązki .....	122
7. HYDROKSYZWIĄZKI ORGANICZNE .....	126
7.1. Alkohole .....	126
7.1.1. Nomenklatura .....	126
7.1.2. Izomeria .....	127
7.1.3. Właściwości fizyczne .....	128
7.1.4. Właściwości chemiczne .....	129
7.1.4.1. Właściwości kwasowo-zasadowe .....	129
7.1.4.2. Grupy alkoksylowe .....	130
7.1.4.3. Utlenianie .....	131
7.1.4.4. Estryfikacja .....	132
7.1.4.5. Dehydratacja .....	132
7.1.5. Ważniejsze alkohole monowodorotlenowe .....	133
7.1.6. Alkohole poliwodorotlenowe .....	136
7.1.6.1. Diwodorotlenowe (diole) .....	136
7.1.6.2. Właściwości chemiczne alkoholi polihydroksylowych .....	137
7.1.6.3. Ważniejsze alkohole wielowodorotlenowe .....	139
7.2. Fenole .....	141
7.2.1. Nazewnictwo .....	141
7.2.2. Właściwości fizyczne i chemiczne .....	142
7.2.3. Fenole polihydroksylowe .....	145
7.3. Związki fenolowe roślin .....	146
7.3.1. Kwasy fenolowe .....	146
7.3.2. Flawonoidy .....	147
8. ETERY .....	150
8.1. Budowa i nomenklatura .....	150
8.2. Właściwości fizyczne i chemiczne .....	151
9. TIOLE I SULFIDY .....	154
9.1. Tiole – nazewnictwo – właściwości fizyczne – otrzymywanie .....	154
9.1.1. Właściwości chemiczne .....	155
9.2. Sulfidy .....	156
10. IZOMERIA OPTYCZNA .....	158
10.1. Asymetria cząsteczki i pojęcie chiralności .....	158
10.2. Określanie konfiguracji związków o jednym centrum chiralności .....	161
10.2.1. System D-L .....	161
10.2.2. Określanie konfiguracji absolutnej (bezwzględnej) system R-S .....	163
10.3. Związki z wieloma asymetrycznymi atomami węgla .....	165
10.4. Racematy .....	167
11. ZWIĄZKI KARBONYLOWE .....	168
11.1. Nomenklatura aldehydów i ketonów .....	168
11.2. Budowa grupy aldehydowej .....	171
11.3. Ważniejsze metody otrzymywania aldehydów i ketonów .....	172
11.4. Właściwości fizyczne aldehydów i ketonów .....	173

11.5. Właściwości chemiczne aldehydów i ketonów .....	174
11.5.1. Reaktywność grupy karbonylowej .....	174
11.5.2. Reakcje nukleofilowej addycji .....	175
11.5.3. Acetale i ketale .....	177
11.5.4. Reakcje kondensacji aldehydów i ketonów ze związkami typu R-NH <sub>2</sub> .....	178
11.5.5. Addycja aldolowa (dimeryzacja aldolowa) .....	180
11.5.6. Dysproporcjonowanie aldehydów (reakcja Cannizzaro) .....	182
11.5.7. Fluorowcowanie aldehydów i ketonów .....	182
11.5.8. Polimeryzacja .....	183
11.5.9. Tautomeria ketonowo-enolowa .....	184
11.5.10. Redukcja aldehydów i ketonów .....	185
11.5.11. Odróżnianie aldehydów od ketonów .....	186
12. KWASY KARBOKSYLOWE I ICH POCHODNE .....	188
12.1. Podział i nomenklatura .....	189
12.2. Budowa grupy karboksylowej .....	193
12.3. Właściwości fizyczne .....	194
12.4. Właściwości chemiczne .....	194
12.4.1. Reakcje z rozszczepieniem wiązania O-H .....	195
12.4.2. Przyłączanie nukleofilowe do grupy =C=O i następujące po nim zmiany .....	196
12.4.3. Reakcje dekarboksylacji .....	198
12.4.4. Reakcje zachodzące na α-atomie węgla .....	199
12.4.5. Ważniejsze kwasy karboksylowe .....	200
12.5. Nasycone kwasy dikarboksylowe .....	202
12.5.1. Występowanie i ogólne właściwości .....	202
12.5.2. Zachowanie się kwasów podczas ogrzewania .....	203
12.6. Kwasy nienasycone .....	204
12.6.1. Nienasycone kwasy monokarboksylowe .....	204
12.6.2. Nienasycone kwasy dikarboksylowe .....	207
12.7. Pochodne kwasów karboksylowych .....	208
12.7.1. Halogenki kwasowe .....	209
12.7.2. Bezwodniki kwasowe .....	210
12.7.3. Estry .....	211
12.7.3.1. Nazewnictwo .....	211
12.7.3.2. Występowanie i właściwości fizyczne .....	213
12.7.3.3. Właściwości chemiczne estrów .....	214
12.8. Lipidy (tłuszczowce) .....	217
12.8.1. Tłuszcze właściwe .....	217
12.8.1.1. Właściwości tłuszczów właściwych .....	219
12.8.1.2. Utwardzanie tłuszczów .....	220
12.8.1.3. Psucie się tłuszczów .....	221
12.8.1.4. Liczby charakteryzujące tłuszcze .....	224
12.8.2. Fosfolipidy .....	224
12.8.2.1. Fosfoglicerydy .....	225
12.8.2.2. Sfingofosfatydy – sfingomielina .....	227
12.8.3. Glikolipidy .....	227
12.9. Hydroksykwaszy .....	228
12.9.1. Podział i właściwości .....	228

12.9.2. Ważniejsze hydroksykwasy .....	230
12.10. Oksokwasy .....	234
12.10.1. Podział oksokwasów .....	234
12.10.2. Ważniejsze oksokwasy .....	234
13. AZOTOWE ZWIĄZKI ORGANICZNE .....	236
13.1. Aminy .....	236
13.1.1. Klasyfikacja i nomenklatura .....	236
13.1.2. Otrzymywanie .....	238
13.1.3. Właściwości fizyczne .....	240
13.1.4. Właściwości chemiczne .....	240
13.2. Amidy .....	244
13.2.1. Struktura, podział, otrzymywanie, nazewnictwo .....	244
13.2.2. Właściwości chemiczne .....	246
13.2.3. Amidy kwasu węglowego .....	247
13.2.3.1. Pochodne kwasu karbaminowego .....	247
13.2.3.2. Mocznik .....	248
14. AMINOKWASY, PEPTYDY, BIAŁKA .....	251
14.1. Aminokwasz .....	251
14.1.1. Systematyka, nazewnictwo, struktura .....	251
14.1.2. Właściwości fizyczne .....	257
14.1.3. Właściwości chemiczne .....	258
14.1.4. Aminokwasz egz- i endogenne .....	263
14.1.5. Otrzymywanie .....	264
14.2. Peptydy .....	265
14.3. Białka .....	267
14.3.1. Klasyfikacja .....	267
14.3.1.1. Białka fibrylarne .....	268
14.3.1.2. Białka globularne .....	268
14.3.2. Rodzaje wiązań .....	270
14.3.3. Struktura .....	273
14.3.4. Ogólne właściwości .....	275
15. CUKRY (SACHARYDY, WĘGLOWODANY) .....	277
15.1. Monosacharydy (cukry proste) .....	278
15.1.1. Formy cykliczne monosacharydów .....	281
15.1.2. Mutarotacja .....	283
15.1.3. Deoksymonosacharydy .....	284
15.1.4. Produkty redukcji monosacharydów .....	285
15.1.5. Utlenianie monosacharydów .....	287
15.1.6. Glikozydy .....	289
15.1.7. Reakcja z fenylohydrazyną .....	291
15.1.8. Pochodne estrowe sacharydów .....	292
15.1.9. Epimeryzacja .....	295
15.1.10. Reakcje z kwasami .....	296
15.1.11. Najważniejsze monosacharydy .....	296
15.1.12. Aminodeoksosacharydy .....	301
15.2. Disacharydy .....	302
15.2.1. Disacharydy redukujące .....	303
15.2.2. Disacharydy nieredukujące .....	306
15.3. Trisacharydy .....	308

15.4. Polisacharydy .....	309
15.4.1. Skrobia .....	310
15.4.2. Glikogen .....	312
15.4.3. Celuloza .....	312
15.4.3.1. Estryfikacja celulozy .....	313
15.4.4. Chityna .....	315
15.4.5. Inulina .....	315
15.4.6. Pektyny .....	316
16. ZWIĄZKI HETEROCYKLICZNE .....	317
16.1. Związki zawierające pięciocłonowe pierścienie heterocykliczne .....	319
16.1.1. Układy pierścieniowe z jednym heteroatomem .....	319
16.1.2. Układy pierścieniowe z dwoma heteroatomami .....	323
16.2. Związki zawierające sześciocłonowe pierścienie heterocykliczne .....	324
16.2.1. Układy pierścieniowe z dwoma heteroatomami .....	326
16.3. Związki heterocykliczne o pierścieniach skondensowanych .....	328
16.3.1. Pochodne indolu .....	329
16.3.2. Pochodne puryny .....	331
16.4. Nukleozydy i nukleotydy .....	333
16.4.1. Kwasy nukleinowe .....	338
16.4.2. Kwasy deoksyrybonukleinowe (DNA) .....	340
16.4.3. Kwasy rybonukleinowe (RNA) .....	343
17. WITAMINY .....	345
17.1. Systematyka i nazewnictwo .....	345
17.1.1. Witaminy rozpuszczalne w wodzie .....	347
17.1.1.1. Tiamina (witamina B <sub>1</sub> ) .....	347
17.1.1.2. Ryboflawina .....	348
17.1.1.3. Kwas nikotynowy i jego amid .....	351
17.1.1.4. Pirydoksyna (witamina B <sub>6</sub> ) .....	352
17.1.1.5. Kwas pantotenowy (witamina B <sub>5</sub> ) .....	352
17.1.1.6. Kwas foliowy (witamina B <sub>9</sub> , witamina M) .....	353
17.1.1.7. Biotyna (witamina H) .....	354
17.1.1.8. Cyjanokobalamina (witamina B <sub>12</sub> ) .....	355
17.1.1.9. Witamina C (kwas L-askorbinowy) .....	357
17.1.2. Witaminy rozpuszczalne w tłuszczach .....	358
17.1.2.1. Witamina A .....	358
17.1.2.2. Witamina D .....	359
17.1.2.3. Witamina E .....	361
17.1.2.4. Witamina K .....	362
17.1.3. Substancje biologicznie czynne o działaniu zbliżonym do witamin .....	364
17.1.3.1. Niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) .....	364
17.1.3.2. Bioflawonoidy .....	364
PIŚMIENNICTWO .....	365
SKOROWIDZ RZECZOWY .....	366