

Spis treści

Przedmowa	XI
Od Autorów	XV
Wstęp	XVII
Symbole i skróty stosowane w tekście	XXIII
1. Budowa cząsteczek oraz podstawowe pojęcia chemii organicznej	1
1.1. Struktura elektronowa atomów pierwiastków drugiego okresu	2
1.2. Związki organiczne jako pochodne węglowodorów. Podstawowe zasady nomenklatury	4
1.3. Wiązania chemiczne w związkach organicznych	9
1.3.1. Związki nasycone	12
1.3.2. Związki nienasycone	14
1.3.3. Stereoizomeria	17
1.4. Budowa a właściwości fizyczne związków chemicznych	22
1.5. Wybrane problemy z termodynamiki i kinetyki chemicznej	26
1.6. Cząstki reaktywne	32
1.7. Kwasy i zasady w chemii organicznej	33
1.8. Ustalanie struktury związków organicznych. Metody spektrometryczne	36
1.8.1. Spektrometria UV	39
1.8.2. Spektrometria IR	41
1.8.3. Spektrometria magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR)	44
1.8.3.1. Spektrometria ^1H NMR	44
1.8.3.2. Spektrometria ^{13}C NMR	51
1.8.4. Spektrometria mas i dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego	54
Zadania	56
2. Węglowodory	59
2.1. Węglowodory nasycone – alkanany	60
2.1.1. Budowa przestrzenna alkanów	60
2.1.2. Cykloalkany	62
2.1.3. Właściwości i reakcje alkanów	66
2.1.4. Otrzymywanie i występowanie węglowodorów nasyconych	68
2.1.5. Właściwości spektrometryczne alkanów	69

2.2. Węglowodory nienasycone – alkeny i alkiny	69
2.2.1. Budowa przestrzenna węglowodorów nienasyconych	69
2.2.2. Metody otrzymywania węglowodorów nienasyconych	72
2.2.3. Reakcje przyłączania elektrofilowego	73
2.2.4. Reakcje przyłączania rodnikowego	77
2.2.5. Reakcje przyłączania karbenów	78
2.2.6. Reakcje utleniania i uwodornienia węglowodorów nienasyconych	78
2.2.7. Reakcje regioselektywne i stereoselektywne	81
2.2.8. Reakcje polimeryzacji	81
2.2.9. Otrzymywanie i reakcje acetylenków	82
2.2.10. Właściwości spektrometryczne węglowodorów nienasyconych	83
2.3. Dieny	83
2.3.1. Nomenklatura	83
2.3.2. Reakcje przyłączania 1,2 i 1,4	83
2.3.3. Polimeryzacja dienów	86
2.3.4. Reakcje Dielsa-Aldera	87
2.3.5. Reakcje pericykliczne	88
2.4. Węglowodory aromatyczne	89
2.4.1. Budowa cząsteczki benzenu	89
2.4.2. Nomenklatura związków aromatycznych	93
2.4.3. Węglowodory skondensowane	95
2.4.4. Właściwości biologiczne węglowodorów aromatycznych	97
2.4.5. Otrzymywanie węglowodorów aromatycznych	97
2.4.6. Reakcje podstawienia elektrofilowego w związkach aromatycznych	98
2.4.7. Efekty kierujące w reakcjach elektrofilowego podstawienia aromatycznego	100
2.4.8. Węglowodory alifatyczno-aromatyczne	103
2.4.9. Właściwości spektrometryczne węglowodorów aromatycznych	104
Zadania	105
3. Alkohole i fenole	109
3.1. Alkohole	110
3.1.1. Budowa, klasyfikacja, nomenklatura i właściwości fizyczne	110
3.1.2. Występowanie i otrzymywanie alkoholi	114
3.1.2.1. Otrzymywanie alkoholi z alkenów	114
3.1.2.2. Redukcja związków karbonylowych i karboksylowych	116
3.1.2.3. Otrzymywanie alkoholi ze związków magnezoorganicznych. Syntezy Grignarda	117
3.1.2.4. Reakcje hydrolizy halogenków alkilowych	118
3.1.2.5. Inne reakcje	119
3.1.2.6. Otrzymywanie dioli	119
3.1.2.7. Przemysłowe metody syntezy alkoholi	120
3.1.3. Właściwości chemiczne alkoholi	120
3.1.3.1. Kwasowość alkoholi	121
3.1.3.2. Karbokationy jako produkty przejściowe w reakcjach alkoholi	122
3.1.3.3. Reakcje alkoholi z fluorowcowodorami HX. Reakcje podstawienia nukleofilowego. Otrzymywanie halogenków alkilowych	123
3.1.3.4. Dehydratacja alkoholi	129
3.1.3.5. Utlenianie alkoholi	131
3.1.3.6. Inne reakcje alkoholi	132
3.2. Fenole	134
3.2.1. Budowa, nomenklatura i właściwości fizyczne	134
3.2.2. Otrzymywanie i występowanie fenoli	137
3.2.3. Właściwości chemiczne fenoli	138
3.3. Właściwości spektrometryczne alkoholi i fenoli	142
Zadania	143

4. Etery	145
4.1. Budowa, nomenklatura, właściwości fizyczne	146
4.2. Otrzymywanie eterów	147
4.3. Właściwości chemiczne eterów	148
4.4. Etery cykliczne	149
Zadania	151
5. Fluorowcowęglowodory	153
5.1. Alifatyczne fluorowcowęglowodory	154
5.1.1. Budowa, klasyfikacja, nomenklatura i właściwości fizyczne halogenków alkilowych	154
5.1.2. Otrzymywanie halogenków alkilowych	157
5.1.2.1. Otrzymywanie halogenków alkilowych z alkoholi	157
5.1.2.2. Otrzymywanie halogenków alkilowych ze związków nienasyconych	157
5.1.2.3. Otrzymywanie halogenków alkilowych z alkanów. Rodnikowe reakcje halogenowania alkanów	158
5.1.3. Właściwości chemiczne halogenków alkilowych	162
5.1.3.1. Podstawienie nukleofilowe	163
5.1.3.2. Zastosowanie reakcji podstawienia nukleofilowego do syntez	172
5.1.3.3. Reakcje eliminacji	177
5.2. Aromatyczne fluorowcowęglowodory	184
5.2.1. Definicja, budowa, nomenklatura, właściwości fizyczne	184
5.2.2. Otrzymywanie halogenków aromatycznych	185
5.2.3. Właściwości chemiczne halogenków aromatycznych	186
5.2.3.1. Aromatyczne podstawienie nukleofilowe	186
5.2.3.2. Podstawienie elektrofilowe halogenków aromatycznych	187
5.3. Związki metaloorganiczne	189
5.4. Inne reakcje fluorowcowęglowodorów	191
Zadania	192
6. Aldehydy i ketony	195
6.1. Budowa, klasyfikacja, nomenklatura, właściwości fizyczne	196
6.2. Występowanie oraz metody otrzymywania aldehydów i ketonów	200
6.2.1. Otrzymywanie aldehydów	200
6.2.2. Otrzymywanie ketonów	202
6.3. Właściwości chemiczne związków karbonylowych	203
6.3.1. Addycja nukleofilowa do grupy karbonylowej	203
6.3.1.1. Cyjanohydryny i addukty wodorosiarczanu(IV) sodu	204
6.3.1.2. Hemiacetale i acetale	206
6.3.1.3. Iminy	207
6.3.1.4. Reakcje Grignarda	208
6.3.1.5. Reakcja Wittiga. Ylidy	212
6.3.2. Reakcje redukcji związków karbonylowych	213
6.3.2.1. Redukcja związków karbonylowych do alkoholi	213
6.3.2.2. Całkowita redukcja grupy karbonylowej	215
6.3.3. Reakcje utleniania	215
6.3.4. Tworzenie i reakcje karboanionów. Równowaga tautomeryczna	216
6.3.4.1. C—H kwasy, powstawanie karboanionów, równowaga keto-enolowa, tautomeria	216
6.3.4.2. Kondensacja aldolowa	218
6.3.5. Reakcja Canizzaro	221
6.4. Właściwości spektrometryczne związków karbonylowych	221
Zadania	222

7. Kwasy karboksylowe i ich pochodne	225
7.1. Nomenklatura, budowa i właściwości fizyczne kwasów karboksylowych	226
7.2. Występowanie i otrzymywanie kwasów karboksylowych	229
7.2.1. Otrzymywanie kwasów w reakcjach utleniania	229
7.2.2. Otrzymywanie kwasów w reakcjach hydrolizy	230
7.2.3. Otrzymywanie kwasów w reakcji Grignarda	231
7.3. Właściwości chemiczne kwasów karboksylowych	231
7.3.1. Kwasowość grupy karboksylowej	231
7.3.2. Podstawienie grupy hydroksylowej w kwasach	234
7.3.3. Redukcja grupy karboksylowej	237
7.3.4. Halogenowanie kwasów karboksylowych	237
7.4. Otrzymywanie i reakcje pochodnych kwasów karboksylowych	238
7.4.1. Chlorki kwasowe	241
7.4.2. Bezwodniki kwasowe	242
7.4.3. Estry	245
7.4.4. Amidy	249
7.4.5. Nitryle	251
7.4.6. Reakcje kondensacji pochodnych kwasów karboksylowych	253
7.4.7. Pochodne kwasu węglowego	255
7.5. Polifunkcyjne kwasy karboksylowe i ich pochodne	257
7.5.1. Kwasy dikarboksylowe	259
7.5.2. Hydroksy- i aminokwasy	261
7.6. Nadtlenokwasy	262
7.7. Właściwości spektrometryczne kwasów karboksylowych i ich pochodnych	263
Zadania	264
8. Aminy	267
8.1. Klasyfikacja, budowa, nomenklatura, właściwości fizyczne	268
8.2. Występowanie i otrzymywanie amin	271
8.2.1. Otrzymywanie amin w reakcjach alkilowania	272
8.2.2. Przegrupowanie Hofmanna	274
8.2.3. Otrzymywanie amin w reakcjach redukcji	275
8.3. Właściwości chemiczne amin	276
8.3.1. Zasadowe właściwości amin	276
8.3.2. Reakcje amin z kwasem azotowym(III)	280
8.3.3. Elektrofilowe podstawienie w aminach aromatycznych	284
8.3.4. Czwartorzędowe sole amoniowe	286
8.4. Organiczne związki zawierające azot, inne niż aminy	287
8.5. Właściwości spektrometryczne amin	293
Zadania	294
9. Organiczne związki siarki: tiole, tioetery, tiokwasy i ich pochodne.	
Kwasy sulfonowe	297
Zadania	302
10. Projektowanie syntezy organicznej	303
10.1. Rozpuszczalniki	304
10.2. Katalizatory przeniesienia fazowego	307
10.3. Alkilowanie C—H kwasów. Syntezy z udziałem estrów kwasu malonowego, acetylooctowego i fenyloacetonitrylu	310
10.3.1. Reakcje alkilowania malonianu dietylu	312
10.3.2. Reakcje alkilowania acetylooctanu etylu	313

10.3.3. Reakcje alkilowania fenylacetonytrylu	314
10.3.4. Reakcje alkilowania w układzie dwufazowym	314
10.4. Grupy zabezpieczające	315
10.4.1. Zabezpieczanie grupy karbonylowej	316
10.4.2. Zabezpieczanie grupy hydroksylowej	316
10.4.3. Odwracanie reaktywności („umpolung”)	317
10.5. Reakcje utleniania i redukcji w chemii organicznej	319
10.6. Typowe schematy reakcji	324
10.7. Przykładowe problemy z syntezy organicznej z rozwiązaniami	326
10.7.1. Synteza propanianu izopropylu z propan-1-olu	327
10.7.2. Synteza heksan-2-onu	327
10.7.3. Synteza 1-butyloaminy i 1-propyloaminy z kwasu butanowego (masłowego)	328
10.7.4. Synteza 5-metyloheksan-2-onu z wykorzystaniem acetylooctanu etylu	329
10.7.5. Synteza kwasu 3-(<i>p</i> -chlorofenilo)-propanowego z wykorzystaniem benzenu i malonianu dietylu	330
10.7.6. Synteza 1,3,5-tribromobenzenu z benzenu	330
Zadania	331
11. Związki heterocykliczne	333
11.1. Definicja. Podstawowe układy heterocykliczne. Nomenklatura	334
11.2. Związki z pierścieniem pięcioczłonowym	335
11.3. Związki z pierścieniem sześcioczłonowym	337
11.4. Reakcje związków heterocyklicznych	338
11.5. Tautomeria związków heterocyklicznych	340
11.6. Otrzymywanie związków heterocyklicznych	341
11.7. Występowanie związków heterocyklicznych w przyrodzie	341
11.7.1. Alkaloidy	342
11.7.2. Układ porfiryny	342
Zadania	343
12. Stereochemia	345
12.1. Stereochemia związków zawierających kilka centrów chiralności	346
12.2. Stereochemiczne aspekty syntezy organicznej	350
12.2.1. Powstawanie centrów chiralności w reakcjach. Czynność optyczna produktów reakcji chemicznych. Reakcje stereospecyficzne	351
12.2.2. Rozdział racematu na enancjomery	355
12.2.3. Synteza asymetryczna	356
12.2.4. Konfiguracja absolutna i względna	359
12.2.5. Reakcje związków chiralnych	360
12.2.6. Stereochemia reakcji eliminacji	362
12.2.7. Częstki chiralne bez asymetrycznego atomu węgla	364
Zadania	366
13. Biomolekuły	367
13.1. Lipidy	368
13.1.1. Tłuszcze	368
13.1.2. Fosfolipidy	371
13.1.3. Woski	373
13.1.4. Prostaglandyny i prostacykliny	373
13.2. Izoprenoidy i steroidy	374
13.2.1. Izoprenoidy (terpeny)	374
13.2.2. Steroidy	376



13.3. Sacharydy	378
13.3.1. Monosacharydy	379
13.3.2. Disacharydy	389
13.3.3. Oligosacharydy	391
13.3.4. Polisacharydy	392
13.4. Aminokwasy i białka	394
13.4.1. Budowa, występowanie i nomenklatura aminokwasów	394
13.4.2. Właściwości chemiczne aminokwasów	398
13.4.3. Budowa i nomenklatura peptydów	399
13.4.4. Budowa przestrzenna peptydów. Struktura pierwszorzędowa i struktury wyższych rzędów. Denaturacja białka	401
13.4.5. Synteza aminokwasów i peptydów. Zabezpieczanie grup funkcyjnych	406
13.5. Kwasy nukleinowe	409
13.5.1. Budowa kwasów nukleinowych. Zasady pirymidynowe i purynowe. Nukleozydy i nukleotydy ...	409
13.5.2. Struktura przestrzenna DNA i RNA. Chemiczne podstawy dziedziczności	411
13.6. Biotransformacje w chemii organicznej	413
13.6.1. Rola enzymów w biotransformacjach	414
13.6.2. Reakcje z udziałem hydrolaz	415
13.6.3. Reakcje z udziałem oksydoreduktaz	418
13.6.4. Enzymatyczne metody syntezy L-aminokwasów	419
13.6.5. Unieruchamianie enzymów i reakcje w środowisku niewodnym	420
13.6.6. Zalety enzymów	421
Zadania	422
14. Wybrane praktyczne aspekty chemii organicznej	427
14.1. Detergenty	428
14.2. Dodatki do żywności	431
14.2.1. Witaminy	431
14.2.2. Substancje słodzące	436
14.3. Projektowanie struktury związków biologicznie czynnych na przykładzie wybranych substancji leczniczych	438
14.4. Insektycydy i feromony	442
14.4.1. Insektycydy	442
14.4.2. Feromony	446
14.5. Substancje barwne	448
14.6. Polimery	453
14.7. Wybrane substancje toksyczne pochodzenia organicznego	462
14.7.1. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	463
14.7.2. Fluorowcopochodne organiczne	464
14.7.3. Detergenty	467
14.8. „Zielona chemia” — chemia przyjazna środowisku	468
14.8.1. Zastosowanie nowych katalizatorów	469
14.8.2. Dobór odpowiedniego środowiska reakcji	470
14.8.3. Reakcje bez udziału rozpuszczalnika	472
14.8.4. Zastosowanie surowców odnawialnych	473
Skorowidz nazw ważniejszych związków organicznych wymienionych w tekście ...	475
Skorowidz typów reakcji, nazw ogólnych i innych stosowanych terminów	481