

Spis treści

1.	Konstytucja i konfiguracja związków organicznych	7
1.1.	Chemia organiczna jest chemią związków węgla	7
1.2.	Każdy związek organiczny ma właściwą sobie budowę	7
1.3.	Cząsteczki są trójwymiarowe	10
1.4.	Izomeria przestrzenna (stereoizomeria)	13
1.5.	Czynność optyczna	16
1.6.	Reguły określania konfiguracji związków chiralnych	18
1.7.	Diastereoizomeria	21
2.	Elektronowa budowa związków organicznych	27
2.1.	Wzory elektronowe	27
2.2.	Orbitalowy obraz wiązania kowalencyjnego	28
2.3.	Opis cząsteczek metodą rezonansu	32
2.4.	Długość wiązań chemicznych i wielkość kątów między nimi	36
2.5.	Polarność cząsteczek	38
3.	Poznanie budowy cząsteczek	41
3.1.	Chemiczne dowody konstytucji związków organicznych	41
3.2.	Metody spektroskopowe	44
3.3.	Spektroskopia NMR	48
3.4.	Spektroskopia mas	60
3.5.	Rentgenograficzna analiza strukturalna	63
4.	Jak przebiegają reakcje związków organicznych	65
4.1.	Cztery podstawowe reakcje	65
4.2.	Wolne rodniki i jony w reakcjach organicznych	67
4.3.	Nukleofile i elektrofile	68
4.4.	Twarde i miękkie kwasy i zasady	70
4.5.	Siły napędowe reakcji	70
4.6.	Stany przejściowe reakcji	75
4.7.	Szybkość reakcji chemicznych	77
4.8.	Reakcje pericykliczne	79
5.	Łańcuchowe węglowodory nasycone (alkany)	80
5.1.	Szereg homologiczny alkanów	80
5.2.	Izomeria konstytucyjna alkanów	80
5.3.	Tworzenie nazw	81
5.4.	Konformacje alkanów	84
5.5.	Własności fizyczne alkanów	85
5.6.	Chemiczne własności alkanów	87
5.7.	Utlenianie alkanów	89
5.8.	Halogenowanie alkanów	91
5.9.	Występowanie alkanów w przyrodzie	98
5.10.	Otrzymywanie alkanów	99

6.	Pierścieniowe węglowodory nasycone (cykloalkany)	101
6.1.	Tworzenie nazw	101
6.2.	Konformacje pierścieni węglowych	101
6.3.	Analiza konformacyjna pochodnych cykloheksanu	103
6.4.	Cykloalkany dwupierścieniowe	105
6.5.	Cykloalkany wielopierścieniowe	107
6.6.	Naprężenia wewnątrzcząsteczkowe	109
6.7.	Własności chemiczne cykloalkanów	111
6.8.	Reaktywność cyklopropanu	112
6.9.	Występowanie cykloalkanów w przyrodzie	113
6.10.	Chemiczna synteza cykloalkanów	114
7.	Węglowodory nienasycone	116
7.1.	Charakterystycznymi elementami budowy węglowodorów nienasyconych są wiązania podwójne i potrójne między atomami węgla	116
7.2.	Tworzenie nazw	116
7.3.	Strukturalne konsekwencje elektronowej budowy wiązań podwójnych i potrójnych	120
7.4.	Reakcje uwodornienia wiązań podwójnych i potrójnych	121
7.5.	Termodynamiczna trwałość alkenów i dienów	124
7.6.	Elektrofilowe przyłączenie do alkenów	125
7.7.	Elektrofilowe alkilowanie alkenów	130
7.8.	Elektrofilowe przyłączenie do dienów	132
7.9.	Rodnikowe przyłączenie do alkenów	133
7.10.	Własności chemiczne węglowodorów z wiązaniem potrójnym	134
7.11.	Halogenowanie w położeniu allilowym	135
7.12.	Utlenianie alkenów i alkinów	137
7.13.	Występowanie węglowodorów nienasyconych w przyrodzie	139
7.14.	Synteza węglowodorów nienasyconych	142
7.15.	Niektóre syntezy przemysłowe	143
7.16.	Spektroskopowa analiza węglowodorów nienasyconych	144
8.	Węglowodory aromatyczne	146
8.1.	Chemiczny sens aromatyczności	146
8.2.	Tworzenie nazw	146
8.3.	Allotropowe odmiany węgla	149
8.4.	Delokalizacja elektronów w pierścieniach aromatycznych	150
8.5.	Szczególne trwałość pierścieni aromatycznych	152
8.6.	Reguła $4n + 2$	154
8.7.	Aromatyczne kationy i aniony	156
8.8.	Podstawienie elektrofilowe w pierścieniu benzenowym	158
8.9.	Wpływ skierowujący podstawników	163
8.10.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje arenów	166
8.11.	Chlorowanie w łańcuchu bocznym	168
8.12.	Rodnik trifenylometylowy	169
8.13.	Własności biologiczne węglowodorów aromatycznych	171
8.14.	Występowanie węglowodorów aromatycznych w przyrodzie	171
8.15.	Metody syntezy arenów	172
8.16.	Przemysłowe otrzymywanie arenów	173
8.17.	Spektroskopowa analiza arenów	174

9.	Organiczne związki fluorowców	176
9.1.	Tworzenie nazw	176
9.2.	Polarność organicznych związków fluorowców	177
9.3.	Fluorowce utrudniają reakcje pierścieni aromatycznych z elektrofilami i kierują podstawienie w położenia orto i para	179
9.4.	Organiczne związki fluorowców ulegają reakcjom podstawienia nukleofilowego	180
9.5.	Mechanizm S_N1 i S_N2	180
9.6.	Eksperymentalne dowody mechanizmów S_N1 i S_N2	182
9.7.	Jak budowa substratów wpływa na szybkość i mechanizm podstawienia nukleofilowego	184
9.8.	Rola rozpuszczalnika w reakcjach podstawienia nukleofilowego	186
9.9.	Reaktywność odczynników nukleofilowych	189
9.10.	Podstawienie nukleofilowe w układzie aromatycznym	190
9.11.	Reakcje eliminacji	192
9.12.	Otrzymywanie i własności karbenów	196
9.13.	Związki fluorowców w przyrodzie	197
9.14.	Przemysłowa synteza organicznych związków fluorowców	201
10.	Związki metaloorganiczne	204
10.1.	Tworzenie nazw	204
10.2.	Wiązania węgiel-metal	205
10.3.	Reaktywność związków metaloorganicznych	207
10.4.	Organiczne związki litu	209
10.5.	Organiczne związki magnezu (związki Grignarda)	210
10.6.	Organiczne związki glinu i talu	213
10.7.	Związki cyny i ołowiu	214
10.8.	Związki cynku i rtęci	214
10.9.	Organiczne związki miedzi	216
11.	Alkohole i fenole	217
11.1.	Tworzenie nazw	217
11.2.	Wiązania wodorowe w alkoholach	219
11.3.	Tautomeria alkoholi i fenoli	221
11.4.	Kwasowe i zasadowe własności alkoholi i fenoli	221
11.5.	Estry kwasów nieorganicznych	224
11.6.	Wymiana grupy hydroksylowej na inne podstawniki	228
11.7.	Dehydratacja alkoholi	231
11.8.	Utlenianie alkoholi	233
11.9.	Utlenianie fenoli	236
11.10.	Wpływ grupy hydroksylowej na reaktywność pierścieni aromatycznych w podstawieniu elektrofilowym	239
11.11.	Redukcja alkoholi i fenoli	241
11.12.	Reakcje wicynalnych dioli	241
11.13.	Alkohole w przyrodzie	244
11.14.	Metody syntezy alkoholi	247
11.15.	Przemysłowe syntezy alkoholi	248
11.16.	Przemysłowe syntezy fenoli	250
11.17.	Spektroskopia alkoholi i fenoli	253
12.	Etery	255
12.1.	Tworzenie nazw	255
12.2.	Co wynika z obecności wolnych par elektronowych przy atomach tlenu w eterach	257

12.3.	Utlenianie i redukcja eterów.....	259
12.4.	Rozpad eterów pod wpływem kwasów.....	260
12.5.	Sigmatropowe przegrupowania eterów.....	263
12.6.	Reaktywność oksiranów.....	265
12.7.	Etery w przyrodzie.....	268
12.8.	Metody syntezy eterów.....	269
12.9.	Metody syntezy oksiranów	271
12.10.	Stereochemia syntezy wicynalnych glikoli z alkenów.....	272
12.11.	Asymetryczna epoksydacja alkoholi alilowych metodą Sharplessa	273
12.12.	Przemysłowe syntezy eterów	274
12.13.	Spektroskopowa analiza eterów.....	276
13.	Związki nitrowe.....	277
13.1.	Tworzenie nazw.....	277
13.2.	Budowa elektronowa i polarność związków nitrowych	278
13.3.	Własności kwasowe i tautomeria związków nitrowych	280
13.4.	Redukcja związków nitrowych	281
13.5.	Reakcje podstawienia w aromatycznych związkach nitrowych	283
13.6.	Metody syntezy związków nitrowych.....	288
13.7.	Syntezy przemysłowe.....	289
14.	Aminy	291
14.1.	Tworzenie nazw.....	291
14.2.	Przestrzenna budowa amin.....	292
14.3.	Kwasowe i zasadowe własności amin.....	293
14.4.	Kataliza przez przenoszenie międzyfazowe.....	297
14.5.	Nukleofilowe własności amin	298
14.6.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje amin	301
14.7.	Zastosowanie amin do syntezy alkenów.....	303
14.8.	Podstawienie elektrofilowe w aminach atomatycznych	305
14.9.	Reakcje amin alifatycznych z HNO_2	306
14.10.	Aromatyczne kationy diazoniowe	308
14.11.	Wymiana grupy diazoniowej na inne podstawniki	309
14.12.	Zastosowanie soli diazoniowych do syntezy pochodnych bifenylu	311
14.13.	Reakcja sprzęgania	312
14.14.	Barwniki azowe	314
14.15.	Aminy w przyrodzie	317
14.16.	Metody syntezy amin.....	319
14.17.	Przemysłowe syntezy amin.....	320
14.18.	Spektroskopia amin	321
15.	Aldehydy i ketony	322
15.1.	Tworzenie nazw	322
15.2.	Grupa $\text{C}=\text{O}$ jest spolaryzowana	323
15.3.	Kwasowe i zasadowe własności aldehydów i ketonów	324
15.4.	Enolizacja aldehydów i ketonów	325
15.5.	Niektóre chemiczne skutki enolizacji	328
15.6.	Nukleofilowe przyłączenie do grupy karbonylowej	331
15.7.	Reakcje aldehydów i ketonów z alkoholami	335
15.8.	Reakcje grupy karbonylowej z nukleofilami azotowymi.	338
15.9.	Synteza amin z aldehydów i ketonów	342

15.10. Reakcje aldehydów i ketonów ze związkami magnezoorganicznymi.....	344
15.11. Alkilowanie aldehydów i ketonów	345
15.12. Reakcja aldolowa.....	347
15.13. Utlenianie aldehydów i ketonów	353
15.14. Redukcja aldehydów i ketonów	355
15.15. Grupa karbonylowa jest elektrofilem w reakcjach z pierścieniami aromatycznymi	359
15.16. Polimeryzacja aldehydów	361
15.17. Aldehydy i ketony w przyrodzie	361
15.18. Metody syntezy aldehydów i ketonów.....	362
15.19. Przemysłowe syntezy aldehydów i ketonów	364
15.20. Spektroskopia aldehydów i ketonów	365
16. Kwasy karboksylowe	367
16.1. Tworzenie nazw	367
16.2. Budowa grupy karboksylowej	370
16.3. Kwasowe i zasadowe własności kwasów karboksylowych.....	371
16.4. Dłaczego mydło myje	374
16.5. Oksydacyjno-redukcyjne własności kwasów karboksylowych	375
16.6. Dekarboksylacja	377
16.7. Podstawienie nukleofilowe przy acylowym atomie węgla.....	379
16.8. Estryfikacja kwasów karboksylowych.....	382
16.9. Synteza i zastosowanie chlorków kwasowych	384
16.10. Synteza i zastosowanie bezwodników kwasowych.....	386
16.11. Acylowanie pierścieni aromatycznych	388
16.12. Reakcje podstawienia odbywające się poza grupą karboksylową.....	392
16.13. Prostaglandyny	393
16.14. Metody syntezy kwasów karboksylowych	395
16.15. Przemysłowe syntezy kwasów karboksylowych	400
16.16. Spektroskopia kwasów karboksylowych	401
17. Aminokwasy	402
17.1. Tworzenie nazw	402
17.2. Aminokwasy białkowe	402
17.3. Aminokwasy są amfoteryczne	405
17.4. Konfiguracja aminokwasów.....	406
17.5. Chemiczne reakcje aminokwasów	407
17.6. Synteza aminokwasów	408
17.7. Przemysłowa synteza aminokwasów	410
18. Estrы kwasów karboksylowych	411
18.1. Tworzenie nazw	411
18.2. Zasadowe i kwasowe własności estrów	412
18.3. Podstawienie nukleofilowe przy acylowym atomie węgla w estrach	414
18.4. Redukcja estrów	417
18.5. Reakcje estrów ze związkami metaloorganicznymi.....	420
18.6. Alkilowanie estrów	421
18.7. Kondensacyjne reakcje estrów	423
18.8. Zastosowanie kondensacji Claisena w syntezie organicznej	425
18.9. Przykład analizy retrosyntetycznej	428
18.10. Biochemiczna kondensacja Claisena	428
18.11. Estrы kwasów karboksylowych w przyrodzie	431

18.12. Metody syntezy estrów	435
18.13. Powstawanie laktonów i laktydów	436
18.14. Przemysłowe syntezy estrów.....	437
18.15. Spektroskopowa analiza estrów	439
19. Amidy kwasów karboksylowych	440
19.1. Tworzenie nazw	440
19.2. Budowa elektronowa i polarność amidów	442
19.3. Kwasowo-zasadowe własności amidów	442
19.4. Hydroliza amidów	444
19.5. Redukcja amidów	447
19.6. Odwodnienie amidów	448
19.7. Reakcje podstawienia przy amidowym atomie azotu.	448
19.8. Ochrona grupy aminowej przez acylowanie	452
19.9. Pochodne mocznika i kwasu karbaminowego	454
19.10. Metody syntezy amidów	454
19.11. Synteza peptydów	457
19.12. Przemysłowe syntezy amidów	461
19.13. Spektroskopowa analiza amidów	463
20. Nienasycone związki karbonylowe	465
20.1. Tworzenie nazw	465
20.2. Rezonansowa polaryzacja α,β -nienasyconych związków karbonylowych	466
20.3. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje nienasyconych związków karbonylowych.....	467
20.4. Reakcje α,β -nienasyconych związków karbonylowych z nukleofilami	468
20.5. Przykłady nukleofilowego przyłączenia do α,β -nienasyconych związków karbonylowych.....	470
20.6. Reakcja Michaela	473
20.7. Synteza związków wielopierścieniowych metodą Robinsona.....	473
20.8. Niektóre reakcje chinonów	474
20.9. Reakcja Dielsa i Aldera	475
20.10. Metody syntezy nienasyconych związków karbonylowych	478
20.11. Przemysłowe syntezy α,β -nienasyconych związków karbonylowych.....	479
20.12. Barwniki antrachinonowe	481
20.13. Spektroskopowa analiza nienasyconych związków karbonylowych	482
21. Związki heterocykliczne	483
21.1. Tworzenie nazw	483
21.2. Elektronowa budowa aromatycznych pierścieni heterocyklicznych	485
21.3. Tautomeria hydroksylowych pochodnych pirydyny i pirymidyny	487
21.4. Zasadowe własności aromatycznych związków heterocyklicznych	488
21.5. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje aromatycznych związków heterocyklicznych	489
21.6. Dinukleotyd nikotynamido-adeninowy (NAD)	491
21.7. Pirydoksal i pirydoksyna	492
21.8. Reakcje podstawienia elektrofilowego w aromatycznych pierścieniach heterocyklicznych	494
21.9. Podstawienie nukleofilowe w pierścieniu pirydynowym	495
21.10. Tiazol w katalizie chemicznej i enzymatycznej	496
21.11. Niektóre naturalne związki heterocykliczne	499
21.12. Metody syntezy aromatycznych pierścieni heterocyklicznych	502
21.13. Przemysłowe syntezy związków heterocyklicznych	505

22. Węglowodany	507
22.1. Cukry proste	507
22.2. Równowagi w roztworach monosacharydów	512
22.3. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje monosacharydów	515
22.4. Osazony	517
22.5. Przedłużanie i skracanie łańcucha węglowego aldoz	518
22.6. Jak Emil Fischer udowodnił konfigurację glukozy	521
22.7. Glikozydy	523
22.8. Furanoza czy piranoza?	526
22.9. Zabezpieczanie grup OH przez tworzenie acetalu	528
22.10. Disacharydy	529
22.11. Sacharydy w przyrodzie	531
23. Chemia heterocykliczna	536
23.1. Siarkowe grupy funkcyjne	536
23.2. Tirole i sulfidy	537
23.3. Sulfotlenki i sole sulfoniowe w syntezie organicznej	540
23.4. Tirole i disulfidy w przyrodzie	542
23.5. Kwasy sulfonowe	543
23.6. Trifenylofosfina w syntezie organicznej	546
23.7. Etery silylowe	551
24. Polimery naturalne	552
24.1. Polisacharydy	552
24.2. Lignina	556
24.3. Białka	557
24.4. Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA)	562
24.5. Kwasy rybonukleinowe	567
24.6. Kod genetyczny	568
24.7. Reakcje chemiczne w biosyntezie białka	569
24.8. Synteza genów	571
25. Polimery syntetyczne	576
25.1. Polimery addycyjne i kondensacyjne	576
25.2. Mechanizmy polimeryzacji monomerów winylowych	576
25.3. Przestrzenna budowa polimerów winylowych	580
25.4. Kauczuk i guma	580
25.5. Poliestry	581
25.6. Poliamidy	582
26. Reakcje pericykliczne	583
26.1. Reakcje termiczne i fotochemiczne	583
26.2. Stereochemia elektrocyklicznego otwierania i zamykania pierścieni	584
26.3. Reguła zachowania symetrii orbitali wyjaśnia stereochemię reakcji elektrocyklicznych	585
26.4. Reakcje cykloaddycji	587
26.5. Reakcje sigmatropowe	589
26.6. Suprafacjalne i antarafacjalne stany przejściowe	593
26.7. Biochemiczne reakcje pericykliczne	593