

Spis treści

1. Konstytucja i konfiguracja	25
1.1. Wzory cząsteczkowe i strukturalne	25
1.2. Cząsteczki są trójwymiarowe	27
1.3. Wzory przestrzenne	29
1.4. Konformacje cząsteczek	30
1.5. Izomeria przestrzenna (stereoizomeria)	31
1.6. Strukturalne warunki chiralności	33
1.7. Chemiczne i fizyczne własności enancjomerów	35
1.8. Czynność optyczna	36
1.9. Konfiguracja względna i absolutna	39
1.10. Diastereoizomeria	43
1.11. Ograniczenia przy korzystaniu ze wzorów projekcyjnych	46
1.12. Izomery treo i erytro	47
1.13. Asymetryczne atomy mogą być równocenne lub nierównocenne	47
2. Elektronowa budowa związków organicznych	51
2.1. Orbitale wiążące i antywiążące	51
2.2. Zdelokalizowane orbitale molekularne	53
2.3. Orbitale HOMO i LUMO	55
2.4. Opis cząsteczek metodą rezonansu	56
2.5. Odległości międzyatomowe i kąty między wiązaniami	58
2.6. Polarność cząsteczek	59
3. Poznawanie budowy cząsteczek	63
3.1. Chemiczne dowody konstytucji związków organicznych	63
3.2. Spektroskopia w zakresie ultrafioletu, światła widzialnego i podczerwieni	64
Spektroskopia UV-VIS	65
Spektroskopia w podczerwieni (spektroskopia IR)	66

3.3.	Spektroskopia NMR	68
	Spektroskopia ^1H NMR.....	69
3.4.	Przesunięcie chemiczne	71
3.5.	Opis sygnałów w ^1H NMR.....	73
3.6.	Rozszczepienie sygnałów.....	75
3.7.	Kilka szczegółów technicznych.....	80
3.8.	Spektroskopia ^{13}C NMR.....	80
3.9.	Spektroskopia mas.....	82
4.	Łańcuchowe węglowodory nasycone	85
4.1.	Szereg homologiczny alkanów	85
4.2.	Izomeria konstytucyjna alkanów	86
4.3.	Nazwy alkanów	87
	Grupy alkilowe.....	87
	Nazwy alkanów w systemie IUPAC.....	89
4.4.	Konformacje alkanów	90
4.5.	Temperatury wrzenia alkanów	92
4.6.	Chemiczne własności alkanów	93
	Reakcje alkanów w przemyśle petrochemicznym.....	93
	Inne reakcje alkanów	95
4.7.	Chlorowanie alkanów jest reakcją rodnikową.....	96
4.8.	Różna reaktywność fluorowców	99
4.9.	Szybkość halogenowania zależy od rzędowości atomów węgla.....	99
4.10.	Dlaczego reaktywność wiązań C-H zależy od rzędowości atomów węgla.....	101
4.11.	Rodnikowy mechanizm utleniania	103
	Autoksydacja.....	105
4.12.	Alkany w przyrodzie	105
5.	Pierścieniowe węglowodory nasycone (cykloalkany).....	107
5.1.	Tworzenie nazw	107
5.2.	Konformacje pierścieni węglowych.....	108
	Wiązania aksjalne i ekwatorialne	109
	Izomery <i>cis-trans</i> pochodnych cykloheksanu.....	110
5.3.	Cykloalkany dwupierścieniowe	111
	Układy dwupierścieniowe o dwóch atomach wspólnych dla obu pierścieni.....	111
	Geometria złączy między pierścieniami	112
	Położenia egzo i endo	113
5.4.	Węglowodory wielopierścieniowe.....	113

Steroidy.....	113
Węglowodory klatkowe.....	114
5.5. Naprężenia w cykloalkanach.....	115
5.6. Chemiczne własności cykloalkanów.....	116
5.7. Synteza cykloalkanów.....	116
6. Węglowodory nienasycone.....	119
6.1. Wzory i nazwy węglowodorów nienasyconych.....	119
Alkeny.....	119
Cykloalkeny.....	120
Nazwy konfiguracyjnych izomerów alkenów.....	121
Dieny, trieny i alkiny.....	122
6.2. Strukturalne konsekwencje elektronowej budowy wiązań podwójnych i potrójnych.....	124
Trwałość izomerów <i>cis-trans</i>	124
Kształt cząsteczek.....	124
Naprężenia katowe w cykloalkenach i cykloalkinach.....	125
6.3. Reakcje wiązań podwójnych i potrójnych z wodorem.....	126
Uwodornienie alkenów.....	126
Addycja <i>syn</i> i <i>anty</i>	128
Uwodornienie alkinów.....	129
6.4. Przyłączenie kwasów do alkenów.....	130
Zakres reakcji.....	130
Kierunek addycji kwasów do alkenów.....	130
Przyłączenie kwasów do alkenów jest reakcją addycji elektrofilowej.....	131
Reguła Markownikowa wynika z mechanizmu addycji elektrofilowej.....	133
Trwałość karbokationów.....	133
Przegrupowania karbokationów komplikują elektrofilową addycję kwasów do alkenów.....	134
6.5. Elektrofilowe przyłączenie fluorowców.....	136
6.6. Przyłączenie bromu do dienów.....	139
6.7. Rodnikowa addycja do alkenów.....	141
6.8. Halogenowanie w położeniu allilowym.....	142
6.9. Utlenianie alkenów.....	144
Ozonoliza.....	144
Utlenianie do wicynalnych dioli.....	144
Utlenianie w położeniu allilowym.....	145

6.10.	Chemiczne własności alkinów	146
	Kwasowe własności alkinów.....	146
	Elektrofilowa addycja do wiązań potrójnych.....	147
6.11.	Nienasycone węglowodory w przyrodzie	147
	Węglowodory terpenowe.....	148
6.12.	Otrzymywanie węglowodorów nienasyconych	151
	Przemysłowe otrzymywanie i zastosowanie węglowodorów nienasyconych	152
7.	Węglowodory aromatyczne	155
7.1.	Chemiczny sens aromatyczności.....	155
7.2.	Wzory i nazwy arenów	156
7.3.	Alotropowe odmiany węgla	157
7.4.	Aromatyczność benzenu	158
	Wzór benzenu	158
	Opis cząsteczki benzenu metodą rezonansu.....	159
	Elektronowa budowa benzenu według teorii orbitali molekularnych	160
	Energia rezonansu	163
7.5.	Annuleny	164
	Nie każdy pierścieniowy węglowodór C_nH_n jest aromatyczny.....	164
	Aromatyczność annulenów według teorii orbitali molekularnych.....	165
7.6.	Aromatyczność kationów i anionów.....	167
7.7.	Podstawienie elektrofilowe w pierścieniu benzenowym	168
	Zakres reakcji	168
	Ogólny mechanizm podstawienia elektrofilowego	169
	Elektrofilowe deuterowanie	171
7.8.	Elektrofilowe podstawienie w naftalenie	171
7.9.	Wpływ kierujący podstawników.....	172
7.10.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje węglowodorów aromatycznych	174
	Reakcje redukcji.....	174
	Reakcje utlenienia.....	176
7.11.	Chlorowanie w łańcuchu bocznym	177
7.12.	Rodnik trifenylometylowy (tritylowy).....	179
7.13.	Węglowodory aromatyczne w przyrodzie.....	180
7.14.	Otrzymywanie węglowodorów aromatycznych	181
	Metody laboratoryjne	181
	Alkilowanie benzenu alkenami	182
	Smoła pogazowa	183

Węglowodory aromatyczne z ropy naftowej	184
8. Organiczne związki fluorowców (związki halogenoorganiczne)	185
8.1. Wzory i nazwy związków halogenoorganicznych	185
8.2. Konsekwencje polaryzacji wiązań węgiel-fluorowiec.....	186
Delokalizacja elektronów w winylowych i arylowych halogenopochodnych	186
8.3. Kierujące działanie fluorowców w podstawieniu elektrofilowym ..	188
8.4. Podstawienie i eliminacja w halogenopochodnych	190
8.5. Podstawienie nukleofilowe.....	191
Definicja podstawienia nukleofilowego	191
Zakres reakcji.....	192
8.6. Mechanizm podstawienia nukleofilowego przy tetraedrycznym atomie węgla	193
Dwa mechanizmy podstawienia	193
Stereochemia reakcji S_N2	195
Stereochemia reakcji S_N1	197
8.7. Czynniki decydujące o przebiegu podstawienia nukleofilowego...	198
Rozgałęzienie łańcucha halogenoalkanów	198
Rezonansowa stabilizacja karbokationów.....	200
Grupy odchodzące.....	200
Nukleofilie.....	202
Solvatacja.....	203
Klasyfikacja rozpuszczalników.....	204
8.8. Reakcje eliminacji	205
Eliminacja jest jedną z typowych reakcji halogenopochodnych ...	205
Dwa mechanizmy β -eliminacji.....	206
Kierunek eliminacji	207
Konkurencja między podstawieniem nukleofilowym i eliminacją..	209
Reakcje α -eliminacji	210
8.9. Podstawienie nukleofilowe w pierścieniu benzenowym.....	211
Zakres reakcji	211
Dwa mechanizmy nukleofilowego podstawienia w pierścieniu aromatycznym	211
8.10. Alkilowanie benzenu halogenoalkanami	212
8.11. Reakcje związków halogenoorganicznych z metalami.....	214
Związki litu i magnezu.....	214
Związki miedzi i cynku	216
8.12. Związki halogenoorganiczne w przyrodzie.....	218

Biogenne związki halogenoorganiczne	218
Związki pochodzenia przemysłowego	218
Problem „dziury ozonowej”	221
8.13. Przemysłowe otrzymywanie i zastosowanie związków halogenoorganicznych	221
Związki fluoru	221
Chlorowane pochodne metanu i etanu.....	222
Pochodne benzeny.....	223
9. Alkohole i fenole	225
9.1. Wzory i nazwy alkoholi	225
Rzędowość alkoholi.....	226
9.2. Wzory i nazwy fenoli	227
9.3. Wiązania wodorowe w alkoholach i rozpuszczalność alkoholi w wodzie.....	227
Asocjacja alkoholi.....	227
Rozpuszczalność alkoholi w wodzie	229
9.4. Kwasowe i zasadowe własności alkoholi i fenoli	230
Alkohole są kwasami słabszymi niż woda.....	230
Fenole są kwasami silniejszymi niż woda.....	231
Alkohole są bardzo słabymi zasadami.....	232
9.5. Estry kwasów nieorganicznych	233
Azotany.....	233
Siarczany	234
Fosforany	235
9.6. Wymiana grupy wodorotlenowej na inne podstawniki	235
Zakres reakcji.....	235
Wymiana grupy OH na atom chloru, bromu lub jodu.....	236
9.7. Synteza alkenów z alkoholi.....	237
Dehydratacja alkoholi	237
Piroliza ksantogenianów	238
9.8. Utlenianie alkoholi	239
Alkohole utleniają się do aldehydów albo do ketonów	239
Utlenianie związkami chromu	240
9.9. Utlenianie fenoli.....	242
9.10. Fenole bardzo łatwo ulegają reakcjom podstawienia elektrofilowego	244
Przyczyny reaktywności fenoli w reakcjach z elektrofilami	244
Bromowanie i nitrowanie fenolu	245

9.11.	Redukcja alkoholi i fenoli.....	246
9.12.	Reakcje wicynalnych dioli.....	247
	Utlenianie.....	247
	Przegrupowanie pinakolinowe.....	248
9.13.	Alkohole i fenole w przyrodzie.....	250
9.14.	Metody syntezy alkoholi.....	251
	Synteza alkoholi z alkenów przez bezpośrednią hydratację.....	251
	Synteza alkoholi z alkenów metodą hydroksyrtęciowania.....	252
	Synteza alkoholi z alkenów metodą borowodorowania.....	252
	Synteza alkoholi z halogenoalkanów.....	253
9.15.	Przemysłowe syntezy alkoholi.....	253
	Synteza halohydryn.....	256
9.16.	Metody syntezy fenoli.....	257
10.	Etery.....	263
10.1.	Wzory i nazwy eterów.....	263
10.2.	Co wynika z obecności wolnych par elektronowych przy atomach tlenu w eterach?.....	264
	Etery są zasadami.....	264
	Etery tworzą wiązania wodorowe z donorami protonów.....	265
	Etery tworzą kompleksy z metalami.....	265
10.3.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje eterów.....	267
	Etery są niebezpieczne z powodu autoksydacji.....	267
	Hydrogenoliza eterów benzytowych.....	267
10.4.	Rozpad eterów pod wpływem kwasów.....	268
	Eterowe grupy ochronne.....	269
10.5.	Przegrupowanie Claisena.....	270
10.6.	Związki z pierścieniem oksiranowym.....	271
	Wzory i nazwy oksiranów.....	271
	Reaktywność pierścienia oksiranowego.....	272
10.7.	Etery w przyrodzie.....	274
10.8.	Metody syntezy eterów.....	274
	Syntezy z alkoholi w reakcji z kwasami.....	274
	Synteza eterów z alkoholi metodą Williamsona.....	275
	Synteza eterów z alkenów.....	277
10.9.	Metody syntezy epoksydów.....	277
	Synteza epoksydów z halohydryn.....	278
	Synteza epoksydów przez utlenianie wiązań C=C.....	279
	Stereochemia syntezy wicynalnych dioli z alkenów.....	280

11. Związki nitrowe.....	283
11.1. Wzory i nazwy związków nitrowych.....	285
11.2. Budowa elektronowa grupy NO ₂ i polarność związków nitrowych.....	285
11.3. Tautomeria i kwasowe własności związków nitrowych.....	286
11.4. Redukcja związków nitrowych.....	288
11.5. Wpływ grupy nitrowej na reakcje podstawienia w pierścieniu aromatycznym.....	290
Podstawienie elektrofilowe.....	290
Podstawienie nukleofilowe.....	292
11.6. Metody syntezy związków nitrowych.....	294
Reakcja nitrowania.....	294
Otrzymywanie związków nitrowych z halogenoalkanów.....	295
Syntezy przemysłowe.....	296
12. Aminy.....	299
12.1. Wzory i nazwy amin.....	299
12.2. Przestrzenna budowa amin.....	300
12.3. Kwasowe i zasadowe własności amin.....	302
Aminy są bardzo słabymi kwasami.....	302
Aminy tworzą wiązania wodorowe.....	302
Zasadowe własności amin.....	303
Miary zasadowości amin.....	303
Aminy alifatyczne są silniejszymi zasadami niż aminy aromatyczne.....	304
12.4. Kataliza przez przenoszenie międzyfazowe.....	306
Amfifilowe własności amin.....	306
Czwartorzędowe sole amoniowe katalizują reakcje halogenoalkanów z anionowymi nukleofilami.....	306
12.5. Nukleofilowe własności amin.....	308
Alkilowanie amoniaku i amin.....	308
Przeszkody przestrzenne zmniejszają nukleofilowość amin.....	310
12.6. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje amin.....	311
12.7. Zastosowanie amin do syntezy alkenów.....	312
12.8. Podstawienie elektrofilowe w aminach aromatycznych.....	314
12.9. Reakcje amin z kwasem azotowym(III).....	315
Kwas azotowy(III) i jon nitrozoniowy.....	315
Deaminacja pierwszorzędowych amin alifatycznych.....	315
N-nitrozoaminy.....	316

12.10.	Aromatyczne kationy diazoniowe.....	317
	Diazowanie amin aromatycznych	317
	Wymiana grupy diazoniowej na inne podstawniki.....	318
	Synteza fenoli.....	318
	Wymiana grupy diazoniowej na atom fluorowca	319
	Wymiana grupy diazoniowej na atom wodoru.....	320
	Izomeria wodorotlenków diazoniowych.....	322
	Reakcja Gomberga i Bachmanna.....	322
12.11.	Barwniki azowe	323
	Reakcja sprzęgania	323
	Sprzęganie wymaga odpowiedniego pH.....	324
	Związki azowe są barwne	325
	Barwa związków azowych zależy od pH roztworu	326
	Barwniki azowe stosowane w praktyce.....	326
12.12.	Aminy w przyrodzie.....	328
12.13.	Alifatyczne związki azowe	329
12.14.	Metody syntezy amin	331
	Synteza amin przez redukcję.....	331
	Niektóre aminy wytwarzane w dużej skali przemysłowej.....	332
13.	Aldehydy i ketony.....	335
13.1.	Wzory i nazwy aldehydów i ketonów	335
13.2.	Grupa C=O jest spolaryzowana.....	337
13.3.	Tautomeria aldehydów i ketonów	337
13.4.	Kwasowe i zasadowe własności aldehydów i ketonów	339
	Aldehydy i ketony są bardzo słabymi zasadami.....	339
	Kwasowe własności aldehydów i ketonów.....	341
13.5.	Niektóre chemiczne skutki enolizacji.....	343
	Enolizacja jest katalizowana przez zasady i kwasy	343
	Deuterowanie w położeniu α	344
	Racemizacja optycznie czynnych związków karbonylowych.....	344
	Halogenowanie w położeniu α	345
	Reakcja haloformowa	346
13.6.	Nukleofilowe przyłączenie do grupy karbonylowej.....	348
	Zakres reakcji.....	348
	Synteza alkoholi przez przyłączenie związków magnezoorganicznych do grupy karbonylowej	349
	Retrosyntetyczna analiza syntezy alkoholi z aldehydów, ketonów i związków magnezoorganicznych.....	350

	Przyłączenie wody do grupy karbonylowej.....	352
	Półacetale i acetale	353
	Acetalowe grupy ochronne	355
13.7.	Reakcje grupy karbonylowej z nukleofilami azotowymi.....	357
	Iminy	357
	Enaminy	358
	Oksymy i hydrazony	359
13.8.	Synteza amin z aldehydów i ketonów	360
13.9.	Alkilowanie aldehydów i ketonów.....	362
	Alkilowanie anionów enolanowych	362
	Alkilowanie enamin	363
	Reakcja Mannicha	364
13.10.	Reakcja aldolowa.....	365
	Ogólna charakterystyka i mechanizm reakcji	365
	Mechanizm reakcji aldolowej katalizowanej przez zasady	366
	Reakcja aldolowa nie zawsze kończy się na utworzeniu aldolu....	367
	Sprawa komplikuje się gdy w reakcji aldolowej biorą udział dwa różne związki karbonylowe	368
	Wewnątrzcząsteczkowa reakcja aldolowa.....	370
13.11.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje aldehydów i ketonów	371
	Aldehydy są reduktorami	371
	Dlaczego w bezwodnych warunkach aldehydy nie redukują tlenku chromu(VI)?	372
	Utlenianie ketonów w położeniu α	373
	Reakcja Cannizzaro	373
	Redukcja aldehydów i ketonów do alkoholi	376
	Redukcja grupy karbonylowej do grupy CH_2	378
	Redukcja ketonów do wicynalnych dioli	379
	Stereochemia redukcji grupy karbonylowej.....	380
13.12.	Grupa karbonylowa jest elektrofilem zdolnym do reakcji z pierścieniami aromatycznymi.....	381
	Synteza DDT.....	381
	Barwniki trifenylometanowe	383
13.13.	Aldehydy i ketony w przyrodzie	384
13.14.	Metody syntezy aldehydów i ketonów.....	386
	Synteza aldehydów w reakcji formylowania	386
	Przemysłowe syntezy aldehydu mrówkowego i octowego	387
	Przemysłowa synteza acetonu.....	388

Synteza ketonów z fenolu	389
14. Kwasy karboksylowe	391
14.1. Wzory i nazwy kwasów karboksylowych	391
Grupy acylowe	392
14.2. Przestrzenna i elektronowa budowa grupy karboksylowej	395
14.3. Kwasowe i zasadowe własności kwasów karboksylowych	396
Dysocjacja kwasów karboksylowych	396
Podstawniki odciągające elektrony ułatwiają dysocjację	
kwasów karboksylowych	397
Zasadowe własności grupy karboksylowej	397
Wiązania wodorowe w kwasach karboksylowych	398
14.4. Dlaczego mydło myje	399
Mydło jest emulgatorem substancji tłuszczowych	399
14.5. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje kwasów karboksylowych	401
Redukcja grupy karboksylowej	401
Utlenianie kwasów karboksylowych	402
14.6. Dekarboksylacja	403
Dekarboksylacja β -ketokwasów	404
Dekarboksylacja kwasów 1,1-dikarboksylowych	405
Rodnikowe reakcje dekarboksylacji	406
Reakcja Hunsdieckera	406
Anodowe utlenianie kwasów karboksylowych	406
14.7. Nukleofilowe podstawienie przy acylowym atomie węgla	407
Pochodne kwasów powstające przez zastąpienie grupy OH	
w grupie karboksylowej innymi podstawnikami	407
Przykłady nukleofilowego podstawienia przy acylowym	
atomie węgla	407
Mechanizm nukleofilowego podstawienia przy acylowym	
atomie węgla	409
14.8. Synteza estrów w reakcji kwasów karboksylowych z alkoholami	411
Odwracalność reakcji i rozpad wiązań C-O	411
Mechanizm estryfikacji	413
14.9. Synteza i zastosowanie chlorków kwasowych	415
Reaktywność acylowego atomu węgla	415
Synteza chlorków kwasowych	415
Zastosowania chlorków kwasowych	416
14.10. Synteza i zastosowanie bezwodników kwasowych	418
Metody syntezy bezwodników	418



Reakcje bezwodników z nukleofilami.....	420
14.11. Acylowanie pierścieni aromatycznych	420
Zakres reakcji.....	420
Mechanizm acylowania.....	422
Synteza układów wielopierścieniowych.....	422
Barwniki ftaleinowe.....	424
14.12. Reakcje podstawienia odbywające się poza grupą karboksylową	426
14.13. Kwasy karboksylowe w przyrodzie	428
14.14. Metody syntezy kwasów karboksylowych.....	430
Metody polegające na utlenianiu substratów	430
Syntezy ze związków halogenoorganicznych	430
Karboksylowanie fenoli	432
Przemysłowe metody syntezy kwasów karboksylowych.....	433
15. Aminokwasy.....	435
15.1. Tworzenie nazw	435
15.2. Aminokwasy białkowe	436
15.3. Aminokwasy są amfoteryczne	438
15.4. Konfiguracja aminokwasów	439
15.5. Chemiczna reaktywność aminokwasów.....	441
15.6. Synteza aminokwasów.....	443
Otrzymywanie racemicznych aminokwasów.....	443
Otrzymywanie optycznie czynnych aminokwasów.....	444
Przemysłowe otrzymywanie aminokwasów.....	446
16. Estry kwasów karboksylowych.....	447
16.1. Tworzenie nazw	447
16.2. Zasadowe i kwasowe własności estrów.....	449
16.3. Reakcje estrów z nukleofilami tlenowymi i azotowymi.....	451
Hydroliza estrów	451
Reakcje estrów z nukleofilami azotowymi.....	453
16.4. Redukcja estrów	454
16.5. Reakcje estrów ze związkami metaloorganicznymi.....	457
16.6. Alkilowanie estrów	458
Alkilowanie estrów kwasu malonowego i acetylooctowego	459
16.7. Kondensacyjne reakcje estrów	461
Kondensacja Claisena	461
Zastosowanie kondensacji estrów w syntezie organicznej.....	465
16.8. Reakcje retro	467
16.9. Estry w przyrodzie.....	469



Estrowe substancje zapachowe	469
Woski i tłuszcze proste	470
Glicerofosfolipidy	473
16.10. Metody syntezy estrów	475
Przemysłowe syntezy estrów	477
17. Amidy kwasów karboksylowych	481
17.1. Tworzenie nazw	481
17.2. Elektronowa budowa i własności kwasowo-zasadowe amidów ...	483
Rezonansowe struktury grupy amidowej	483
Amidy są zasadami znacznie słabszymi od amin	484
Amidy są kwasami o wiele silniejszymi od amin	484
17.3. Hydroliza amidów	486
Reaktywność β -laktamów	487
17.4. Redukcja i odwodnienie amidów	489
Synteza amin przez redukcję amidów	489
Synteza nitryli i izonitryli przez odwodnienie amidów	490
17.5. Reakcje podstawienia przy amidowym atomie azotu	491
Synteza pierwszorzędowych amin z ftalimidu i halogenoalkanów	491
Synteza pierwszorzędowych amin z amidów przez	
przegrupowanie Hofmanna	493
Amidy można chlorować i bromować przy atomie azotu	493
N-Halogenoamidy przegrupowują się do amin	493
17.6. Ochrona grupy aminowej przez acylowanie	495
Zmniejszanie reaktywności amin aromatycznych	495
Ochrona grupy aminowej w syntezie peptydów	496
Synteza aminokwasów z estru kwasu	
N-acetyloaminomalonowego	498
Rozdzielanie racemicznych aminokwasów	499
17.7. Amidowe pochodne kwasu węglowego	500
17.8. Metody syntezy amidów	503
Syntezy amidów przez nukleofilowe podstawienie	
przy acylowym atomie węgla	503
17.9. Synteza peptydów	505
Dlaczego wykonuje się syntezy peptydów	505
Synteza peptydów metodą Merrifielda	506
17.10. Przemysłowe syntezy amidów	509
Cyjanamid	511
Synteza β -laktamów	513

18.	Nienasycone związki karbonylowe	515
18.1.	Tworzenie nazw	515
18.2.	Rezonansowa polaryzacja i reaktywność α , β -nienasyconych związków karbonylowych.....	517
	Delokalizacja elektronów w sprzężonym układzie wiązań C=C i C=O	517
	Nukleofilowe przyłączenie do wiązań C=C sprzężonych z wiązaniami C=O	518
	Nukleofile mogą przyłączać się do grupy karbonylowej albo do sprzężonego z grupą karbonylową wiązania C=C.....	519
	Reakcja Michaela i synteza związków wielopierścieniowych	521
18.3.	Niektóre reakcje chinonów	523
18.4.	Reakcja Dielsa i Aldera	525
	Zakres reakcji	525
	Dieny i dienofile.....	526
	Stereochemia reakcji Dielsa i Aldera	527
18.5.	Keten - najprostszy związek o skumulowanym układzie wiązań C=C i C=O	528
18.6.	Barwniki antrachinonowe.....	530
18.7.	Syntezy nienasyconych związków karbonylowych.....	531
19.	Związki heterocykliczne.....	535
19.1.	Tworzenie nazw	535
19.2.	Elektronowa budowa aromatycznych pierścieni heterocyklicznych	538
	Pierścienie pięciocłonowe	538
	Aromatyczność pirydyny	540
19.3.	Tautomeria hydroksylowych pochodnych pirydyny i pirymidyny .	541
19.4.	Zasadowe własności pirolu, imidazolu i pirydyny	542
19.5.	Oksydacyjno-redukcyjne reakcje pochodnych pirydyny	543
19.6.	Reakcje podstawienia w aromatycznych pierścieniach heterocyklicznych	545
	Reaktywność pierścieni pięciocłonowych	545
	Reaktywność pirydyny i chinoliny	546
	N-tlenek pirydyny	547
	Nukleofilowe podstawienie w pierścieniu pirydynowym.....	547
19.7.	Związki heterocykliczne w przyrodzie.....	548
	Alkaloidy	548
	Barwniki kwiatów i motyli.....	551

Porfina i porfiryny.....	553
19.8. Syntezy związków heterocyklicznych.....	554
Pięcioczłonowe związki heterocykliczne	554
Pochodne indolu	557
Pochodne pirydyny	558
20. Węglowodany.....	563
20.1. Cukry proste (monosacharydy)	563
Aldozy i ketozy	563
Konfiguracja monosacharydów	564
Pierścieniowe formy monosacharydów.....	567
Konformacje piranoz	568
20.2. Równowagi w roztworach monosacharydów	569
Mutarotacja.....	569
Epimeryzacja	571
Odwodnienie monosacharydów	572
20.3. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje monosacharydów	573
20.4. Osazony.....	575
20.5. Przedłużanie i skracanie łańcucha węglowego aldoz.....	577
20.6. Glikozydy	580
Synteza glikozydów	582
Furanoza czy piranoza?	583
Wykorzystanie utleniania nadjodanem w syntezie organicznej	585
20.7. Disacharydy	586
20.8. Sacharydy w przyrodzie	588
Triozy i tetrozy	588
Pentozy	588
Heksozy	589
Deoksycukry	589
Aminocukry	589
Kwas askorbinowy	590
Kwasy uronowe.....	590
N-Glikozydy.....	591
21. Wybrane zagadnienia chemii heteroorganicznej.....	593
21.1. Siarkowe grupy funkcyjne.....	593
21.2. Tiole i sulfidy.....	593
Siarkowe analogi alkoholi i eterów	593
Synteza tioli i sulfidów.....	595
21.3. Chemiczne własności tioli i sulfidów	596

Własności kwasowo-zasadowe i nukleofilowe	596
Sulfidowy atom siarki stabilizuje karboaniony z ładunkiem przy sąsiednim atomie węgla	597
21.4. Oksydacyjno-redukcyjne reakcje tioli i sulfidów	600
Utlenianie tioli	600
Utlenianie sulfidów	600
Redukcyjny rozpad wiązań C-S	601
21.5. Sulfotlenki i sole sulfoniowe	601
Przestrzenna budowa soli sulfoniowych i sulfotlenków	602
Sole sulfoniowe reagują z nukleofilami	602
21.6. Sulfotlenki w syntezie organicznej	603
Rozbudowa szkieletów węglowych	603
Wytwarzanie wiązań C=C	604
21.7. Tiole i disulfidy w przyrodzie	605
Mostki disulfidowe	605
Zapachy tioli i disulfidów	606
21.8. Kwasy sulfonowe	607
Synteza kwasów sulfonowych	607
Chlorosulfonowanie	609
Estry i amidy kwasów sulfonowych	610
Sulfonamidowe leki antybakteryjne	611
Diazometan	613
Sulfonamid, który spowodował rewolucję seksualną	614
21.9. Trifenylfosfina w syntezie organicznej	614
Fosfiny są formalnymi analogami amin	614
21.10. Przykłady reakcji „napędzanych” przez powstawanie wiązań P=O	616
Reakcja Arbuzowa	616
Synteza halogenoalkanów z alkoholi	616
Reakcja Staudingera	617
21.11. Zastosowanie fosforowych ylidów do syntezy wiązań C-C	617
Ylidy fosforowe	617
Reakcja ylidów z aldehydami i ketonami	618
Retrosyntetyczna analiza reakcji Wittiga	619
21.12. Etery silylowe	621
Etery silylowe enoli	621
22. Polimery występujące w przyrodzie	625
22.1. Polisacharydy	625

Skrobia i glikogen.....	625
Celuloza	628
Pólsyntetyczne włókna celulozowe	629
Inne polisacharydy	630
Chityna.....	630
Pektyny	630
Hemicelulozy.....	631
22.2. Lignina	631
22.3. Białka	632
Różne stopnie organizacji cząsteczek białkowych	632
Rozpoznawanie molekularne w katalizie enzymatycznej.....	633
22.4. Kwasy deoksyrybonukleinowe (DNA)	634
Pierwszorzędowa struktura DNA	634
Drugorzędowa struktura DNA	636
22.5. Kwasy rybonukleinowe (RNA)	637
23. Polimery syntetyczne	639
23.1. Polimery addycyjne i kondensacyjne.....	639
23.2. Polimeryzacja monomerów winylowych.....	640
Polimeryzacja rodnikowa.....	640
Polimeryzacja jonowa	642
23.3. Przestrzenna budowa polimerów winylowych	644
23.4. Kauczuk i guma.....	646
23.5. Poliestry	648
23.6. Poliamidy.....	649
23.7. Bakelit.....	650
24. Reakcje pericykliczne.....	653
24.1. Trzy podstawowe klasy reakcji organicznych	653
24.2. Trzy kategorie reakcji pericyklicznych.....	654
Reakcje elektrocykliczne.....	654
Reakcje cykloaddycji	655
Reakcje sigmatropowe.....	655
24.3. Reakcje termiczne i fotochemiczne.....	656
Przebieg reakcji zależy od liczby elektronów π	656
Stereochemia reakcji elektrocyklicznych	656
24.4. Symetria orbitali granicznych wyjaśnia stereochemię reakcji elektrocyklicznych	658
Konrotacja i dysrotacja	658

