

SPIS TREŚCI TOMU 1

Część I. Podstawy

1. Struktura i właściwości związków organicznych	22
1.1. Chemia organiczna	22
1.2. Teoria strukturalna	24
1.3. Wiązanie chemiczne (pogląd sprzed roku 1926)	24
1.4. Mechanika kwantowa	26
1.5. Orbitale atomowe	27
1.6. Konfiguracja elektronowa, Zakaz Pauliego	29
1.7. Orbitale cząsteczkowe	30
1.8. Wiązanie kowalencyjne	31
1.9. Zhybrydyzowane orbitale sp	33
1.10. Zhybrydyzowane orbitale sp^2	36
1.11. Zhybrydyzowane orbitale sp^3	37
1.12. Wolne pary elektronowe	39
1.13. Siły wewnątrzcząsteczkowe	42
1.14. Energia dysocjacji wiązania. Homoliza i heteroliza	43
1.15. Polarność wiązań	45
1.16. Polarność cząsteczek	46
1.17. Struktura i właściwości fizyczne	49
1.18. Temperatura topnienia	50
1.19. Siły międzycząsteczkowe	51
1.20. Temperatura wrzenia	53
1.21. Rozpuszczalność	55
1.22. Kwasy i zasady	57
1.23. Efekty elektronowe i steryczne	61
1.24. Izomeria	62
Zadania	63
2. Metan. Energia aktywacji. Stan przejściowy	66
2.1. Węglowodory	66
2.2. Struktura cząsteczki metanu	66
2.3. Właściwości fizyczne metanu	67
2.4. Występowanie metanu	68
2.5. Reakcje metanu	69
2.6. Utlenianie metanu. Ciepło spalania	69

10 Spis treści

2.7. Chlorowanie metanu. Reakcja substytucji	70
2.8. Kontrola procesu chlorowania	71
2.9. Reakcje metanu z innymi halogenami	71
2.10. Względna reaktywność	72
2.11. Mechanizm reakcji	73
2.12. Mechanizm chlorowania metanu. Wolne rodniki	73
2.13. Reakcje łańcuchowe	76
2.14. Inhibitory	77
2.15. Ciepło reakcji	77
2.16. Energia aktywacji	79
2.17. Postęp reakcji. Zmiany energii	80
2.18. Szybkość reakcji	84
2.19. Względna szybkość reakcji	87
2.20. Względna reaktywność halogenów w stosunku do metanu	88
2.21. Struktura rodnika metylowego. Hybrydyzacja sp^2	91
2.22. Stan przejściowy	93
2.23. Reaktywność a struktura stanu przejściowego	95
2.24. Wzór sumaryczny i jego podstawowe znaczenie	97
2.25. Jakościowa analiza elementarna	97
2.26. Ilościowa analiza elementarna. Oznaczanie węgla, wodoru i halogenu	98
2.27. Wzór empiryczny	99
2.28. Masa cząsteczkowa. Wzór sumaryczny	100
Zadania	100
3. Alkany. Substytucja wolnorodnikowa	103
3.1. Podział według struktury. Klasa związków	103
3.2. Struktura cząsteczki etanu	104
3.3. Swobodna rotacja wokół pojedynczego wiązania węgiel-węgiel. Konformacja. Napężenie torsyjne	105
3.4. Propan i butany	107
3.5. Konformacje <i>n</i> -butanu. Odpychanie steryczne	109
3.6. Wyższe alkanoy. Szereg homologiczny	111
3.7. Nazewnictwo alkanów	112
3.8. Grupy alkilowe	113
3.9. Nazewnictwo zwyczajowe alkanów	114
3.10. Nazewnictwo alkanów według systemu IUPAC	115
3.11. Rzędowość atomów węgla i wodoru	116
3.12. Właściwości fizyczne alkanów	117
3.13. Przemysłowe metody otrzymywania alkanów	119
3.14. Metody przemysłowe a synteza laboratoryjna	121
3.15. Otrzymywanie alkanów	121
3.16. Odczynnik Grignarda. Związki metaloorganiczne	123
3.17. Reakcja halogenków alkilów ze związkami metaloorganicznymi	125
3.18. Reakcje alkanów	127
3.19. Halogenowanie alkanów	128
3.20. Mechanizm halogenowania alkanów	130
3.21. Orientacja reakcji halogenowania alkanów	131
3.22. Względne reaktywności alkanów w reakcji halogenowania	135
3.23. Łatwość odrywania się atomów wodoru. Energia aktywacji	136
3.24. Trwałość wolnych rodników	137
3.25. Łatwość tworzenia się wolnych rodników	138

3.26. Stan przejściowy w procesie halogenowania alkanów	139
3.27. Orientacja i reaktywność	140
3.28. Reaktywność i selektywność	141
3.29. Wolne rodniki nie ulegają przegrupowaniu. Znakowanie izotopami	142
3.30. Spalanie alkanów	144
3.31. Piroliza. Kraking	145
3.32. Ustalanie struktury związków	146
3.33. Analiza alkanów	148
Zadania	149
 4. Stereochemia. Stereoizomery	 151
4.1. Stereochemia i stereoizomeria	151
4.2. Liczba izomerów a tetraedryczna hybrydyzacja atomu węgla	152
4.3. Czynność optyczna. Światło spolaryzowane w płaszczyźnie	154
4.4. Polarymetr	155
4.5. Skręcalność właściwa	156
4.6. Odkrycie enancjomerii	157
4.7. Enancjomeria a tetraedryczna hybrydyzacja atomu węgla	158
4.8. Enancjomeria a czynność optyczna	160
4.9. Przewidywanie enancjomerii. Chiralność	161
4.10. Centrum chiralności	163
4.11. Enancjomery	164
4.12. Odmiana racemiczna	166
4.13. Czynność optyczna. Omówienie bardziej szczegółowe	168
4.14. Konfiguracja	169
4.15. Określanie konfiguracji <i>R</i> i <i>S</i>	170
4.16. Reguły pierwszeństwa podstawników	171
4.17. Diastereoizomery	173
4.18. Struktura <i>mezo</i>	176
4.19. Określanie konfiguracji w przypadku więcej niż jednego centrum chiralności	178
4.20. Izomery konformacyjne	179
Zadania	182
 5. Alkeny. Struktura i otrzymywanie. Eliminacja	 184
5.1. Węglowodory nienasycone	184
5.2. Struktura cząsteczki etylenu. Podwójne wiązanie węgiel-węgiel	184
5.3. Propen	187
5.4. Hybrydyzacja a wielkość orbitali	187
5.5. Buteny	188
5.6. Izomeria geometryczna	190
5.7. Wyższe alkeny	193
5.8. Nazewnictwo alkenów	193
5.9. Właściwości fizyczne alkenów	194
5.10. Przemysłowe metody otrzymywania alkenów	197
5.11. Otrzymywanie alkenów	197
5.12. Dehydrohalogenacja halogenków alkilów	199
5.13. Mechanizm dehydrohalogenacji	200
5.14. Orientacja i reaktywność w procesie dehydrohalogenacji	202
5.15. Karbokationy	203
5.16. Struktura karbokationów	205

12 Spis treści

5.17. Trwałość karbokationów. Rozmieszczenie ładunku	207
5.18. Względna trwałość kationów alkilowych	208
5.19. Dehydratacja alkoholi	211
5.20. Mechanizm dehydratacji alkoholi	212
5.21. Łatwość tworzenia się karbokationów	215
5.22. Przegrupowania karbokationów	217
5.23. Orientacja i reaktywność w procesie dehydratacji	220
Zadania	221
6. Alkeny. Reakcje z udziałem podwójnego wiązania węgiel-węgiel. Addycja elektrofilowa i wolnorodnikowa	223
6.1. Grupa funkcyjna	223
6.2. Reakcje z udziałem podwójnego wiązania węgiel-węgiel. Addycja	223
6.3. Hydrogenacja. Ciepło hydrogenacji	228
6.4. Ciepło hydrogenacji a trwałość alkenów	231
6.5. Addycja halogenu	232
6.6. Addycja halogenowodoru. Reguła Markownikowa	233
6.7. Addycja bromowodoru. Efekt nadtlenny	236
6.8. Addycja kwasu siarkowego	237
6.9. Addycja wody. Hydratacja	238
6.10. Addycja elektrofilowa. Mechanizm	239
6.11. Addycja elektrofilowa. Orientacja i reaktywność	241
6.12. Addycja elektrofilowa. Przegrupowanie	245
6.13. Mechanizm addycji halogenów	246
6.14. Tworzenie halogenohydrin	248
6.15. Addycja alkenów. Dimeryzacja	248
6.16. Addycja alkanów. Alkilowanie	250
6.17. Addycja wolnorodnikowa. Mechanizm addycji bromowodoru inicjowanej nadtlennikami	252
6.18. Inne reakcje addycji wolnorodnikowej	254
6.19. Wolnorodnikowa polimeryzacja alkenów	255
6.20. Hydroksylowanie. Tworzenie dioli wycinalnych	257
6.21. Substytucja atomem halogenu. Alilowy atom wodoru	258
6.22. Orientacja i reaktywność w reakcji substytucji	260
6.23. Teoria rezonansu	261
6.24. Struktura rezonansowa rodnika alilowego	262
6.25. Trwałość rodnika alilowego	264
6.26. Orbitale rodnika alilowego	264
6.27. Zastosowanie teorii rezonansu	266
6.28. Stabilizacja rodników alkilowych w wyniku rezonansu. Hiperkoniugacja	267
6.29. Ozonoliza. Określanie struktury za pomocą degradacji	269
6.30. Analiza alkenów	270
Zadania	273
7. Stereochemia. Otrzymywanie i reakcje stereozomerów	277
7.1. Stereoizomeria	277
7.2. Reakcje z udziałem stereozomerów	278
7.3. Powstawanie centrum chiralności. Synteza a czynność optyczna	279
7.4. Reakcje cząsteczek chiralnych. Rozerwanie wiązania	281
7.5. Reakcje cząsteczek chiralnych. Ustalanie korelacji konfiguracji	282
7.6. Czystość optyczna	284

7.7. Reakcje cząsteczek chiralnych. Tworzenie się drugiego centrum chiralności	285
7.8. Powstawanie enancjomerów i diastereoizomerów. Ujęcie bardziej szczegółowe	287
7.9. Reakcje cząsteczek chiralnych z reagentami optycznie czynnymi. Rozszczepienie odmiany racemicznej	289
7.10. Reakcje cząsteczek chiralnych. Mechanizm chlorowania wolnorodnikowego	291
7.11. Reakcje stereoselektywne i stereospecyficzne. Addycja <i>syn</i> i <i>anti</i>	293
7.12. Mechanizm addycji halogenu	296
Zadania	301
8. Alkiny i dieny	303
8.1. Wprowadzenie	303
8.2. Struktura cząsteczki acetyleny. Potrójne wiązanie węgiel-węgiel	303
8.3. Wyższe alkiny. Nazewnictwo	305
8.4. Właściwości fizyczne alkinów	306
8.5. Przemysłowe metody otrzymywania acetyleny	307
8.6. Otrzymywanie alkinów	308
8.7. Reakcje alkinów	309
8.8. Reakcje addycji alkinów	312
8.9. Redukcja alkinów do alkenów	312
8.10. Kwasowość alkinów. Bardzo słabe kwasy	313
8.11. Tworzenie się acetylenków metali ciężkich	315
8.12. Reakcja acetylenku sodowego z halogenkami alkilów. Substytucja a eliminacja	316
8.13. Hydratacja alkinów. Tautomeria	317
8.14. Struktura i nazewnictwo dienów	318
8.15. Otrzymywanie i właściwości dienów	319
8.16. Trwałość dienów o sprzężonym układzie wiązań podwójnych	320
8.17. Rezonans w dienach o sprzężonym układzie wiązań podwójnych	321
8.18. Rezonans w alkenach. Hiperkoniugacja	323
8.19. Trwałość dienów i alkenów. Alternatywna interpretacja	324
8.20. Elektrofilowa addycja do dienów o sprzężonym układzie wiązań podwójnych. Addycja 1,4	325
8.21. Kationy allylowe. Delokalizacja w karbokationach	326
8.22. Addycja 1,2 a addycja 1,4. Szybkość addycji a stan równowagi	329
8.23. Wolnorodnikowa addycja do dienów o sprzężonym układzie wiązań podwójnych. Orientacja	332
8.24. Wolnorodnikowa addycja do dienów o sprzężonym układzie wiązań podwójnych. Reaktywność	333
8.25. Wolnorodnikowa polimeryzacja dienów. Kauczuk i tworzywa zastępujące kauczuk	334
8.26. Izopren a reguła izoprenowa	335
8.27. Analiza alkinów i dienów	337
Zadania	338
9. Węglowodory alicykliczne	342
9.1. Związki o otwartych łańcuchach a związki cykliczne	342
9.2. Nazewnictwo węglowodorów alicyklicznych	343
9.3. Przemysłowe metody otrzymywania węglowodorów alicyklicznych	345
9.4. Otrzymywanie węglowodorów alicyklicznych	346
9.5. Reakcje węglowodorów alicyklicznych	347
9.6. Reakcje cząsteczek o małych pierścieniach. Cyklopropan i cyklobutan	348
9.7. Teoria napięć Baeyera	349

14 Spis treści

9.8. Ciepło spalania i względna trwałość cykloalkanów	350
9.9. Napięcie katowe Baeyera w ujęciu teorii orbitali	352
9.10. Czynniki wpływające na trwałość konformacji	354
9.11. Konformacje cykloalkanów	355
9.12. Wiązania ekwatorialne i aksjalne w cząsteczce cykloheksanu	359
9.13. Stereoizomeria związków cyklicznych. Izomery <i>cis</i> i <i>trans</i>	362
9.14. Stereoizomeria związków cyklicznych. Analiza konformacyjna	365
9.15. Karbeny. Metylen	370
9.16. Podstawione karbeny. α -Eliminacja	373
9.17. Analiza węglowodorów alicyklicznych	374
Zadania	376
10. Benzen. Charakter aromatyczny	380
10.1. Związki alifatyczne a związki aromatyczne	380
10.2. Struktura cząsteczki benzenu	381
10.3. Wzór sumaryczny benzenu. Liczba izomerów. Struktura Kekulégo	381
10.4. Trwałość pierścienia benzenowego. Reakcje benzenu	383
10.5. Trwałość pierścienia benzenowego. Ciepło hydrogenacji i spalania	385
10.6. Długość wiązań węgiel-węgiel w cząsteczce benzenu	386
10.7. Struktura rezonansowa cząsteczki benzenu	386
10.8. Orbitale w cząsteczce benzenu	388
10.9. Graficzny sposób przedstawiania pierścienia benzenowego	390
10.10. Charakter aromatyczny. Reguła Hückla ($4n+2$)	391
10.11. Nazewnictwo pochodnych benzenu	395
10.12. Ilościowa analiza elementarna. Oznaczanie azotu i siarki	397
Zadania	398
11. Substytucja elektrofilowa w pierścieniu aromatycznym	401
11.1. Wprowadzenie	401
11.2. Wpływ podstawników	403
11.3. Określanie orientacji	404
11.4. Określanie względnej reaktywności	405
11.5. Klasyfikacja podstawników	406
11.6. Orientacja reakcji substytucji w dwupodstawionych pochodnych benzenu	407
11.7. Orientacja a synteza	409
11.8. Mechanizm nitrowania	410
11.9. Mechanizm sulfonowania	412
11.10. Mechanizm alkilowania metodą Friedla-Craftsa	413
11.11. Mechanizm reakcji halogenowania	414
11.12. Desulfonowanie. Mechanizm protonowania	415
11.13. Reakcja talowania	416
11.14. Mechanizm elektrofilowej substytucji w układach aromatycznych. Podsumowanie	418
11.15. Efekty izotopowe	419
11.16. Dwuetapowy mechanizm elektrofilowej substytucji w pierścieniu aromatycznym	421
11.17. Reaktywność a orientacja	425
11.18. Teoria reaktywności	426
11.19. Teoria orientacji	428
11.20. Przekazywanie elektronów z udziałem struktur rezonansowych	431
11.21. Wpływ halogenu na elektrofilową substytucję w pierścieniu aromatycznym	433
11.22. Podobieństwo reakcji substytucji elektrofilowej do innych reakcji karbokationów	436
Zadania	437

12. Areny	440
12.1. Węglowodory alifatyczno-aromatyczne	440
12.2. Struktura i nazewnictwo węglowodorów alifatyczno-aromatycznych	441
12.3. Właściwości fizyczne alkilowych pochodnych benzenu	442
12.4. Przemysłowe metody otrzymywania alkilowych pochodnych benzenu	444
12.5. Otrzymywanie alkilowych pochodnych benzenu	445
12.6. Alkilowanie metodą Friedla–Craftsa	446
12.7. Mechanizm alkilowania metodą Friedla–Craftsa	447
12.8. Ograniczenia zastosowania reakcji alkilowania metodą Friedla–Craftsa	451
12.9. Reakcje alkilowych pochodnych benzenu	451
12.10. Utlenianie alkilowych pochodnych benzenu	453
12.11. Elektrofilowa substytucja aromatyczna w alkilowych pochodnych benzenu	455
12.12. Porównanie halogenowania w pierścieniu oraz w łańcuchu bocznym	455
12.13. Halogenowanie łańcucha bocznego w alkilowych pochodnych benzenu	456
12.14. Stabilizacja rodnika benzyłowego przez rezonans	459
12.15. Wolny rodnik trifenylometylowy i jego trwałość	461
12.16. Otrzymywanie alkenylowych pochodnych benzenu. Wiązanie podwójne sprzężone z pierścieniem	465
12.17. Reakcje alkenylowych pochodnych benzenu	466
12.18. Addycja do podwójnego wiązania sprzężonego z pierścieniem. Orientacja. Trwałość kationu benzyłowego	467
12.19. Addycja do podwójnego wiązania sprzężonego z pierścieniem. Reaktywność	469
12.20. Alkinyłowe pochodne benzenu	470
12.21. Analiza alkilowych pochodnych benzenu	470
12.22. Analiza alkenylowych i alkinyłowych pochodnych benzenu	471
Zadania	471
13. Spektroskopia a struktura cząsteczek	476
13.1. Ustalanie struktury. Metody spektroskopowe	476
13.2. Widmo masowe	477
13.3. Widmo promieniowania elektromagnetycznego	481
13.4. Widmo w podczerwieni	482
13.5. Widmo w nadfiolecie	485
13.6. Widmo magnetycznego rezonansu jądrowego	487
13.7. Liczba sygnałów w widmie NMR. Protony równocenne i nierównocenne	489
13.8. Położenie sygnałów w widmie NMR. Przesunięcie chemiczne	492
13.9. Liczba protonów a powierzchnia pod krzywą sygnału w widmie NMR	497
13.10. Rozszczepienie sygnałów w widmie NMR. Sprężenie spinowo-spinowe	500
13.11. Stałe sprzężenia w widmie NMR	509
13.12. Złożone widma NMR. Znakowanie deuterem	512
13.13. Równocенność protonów w ujęciu bardziej szczegółowym	515
13.14. Widmo elektronowego rezonansu paramagnetycznego	519
13.15. Zastosowanie widm w podczerwieni do spektroskopowej analizy węglowodorów	520
13.16. Zastosowanie widm NMR do spektroskopowej analizy węglowodorów	522
Zadania	523
14. Halogenki alkilów. Substytucja nukleofilowa w układach alifatycznych. Eliminacja	529
14.1. Struktura i nazewnictwo halogenków alkilów	529
14.2. Właściwości fizyczne halogenków alkilów	531
14.3. Przemysłowe metody otrzymywania halogenków alkilów	531

16 Spis treści

14.4. Otrzymywanie halogenków alkilów	532
14.5. Reakcje halogenków alkilów	533
14.6. Sulfoniany alkilów	535
14.7. Wpływ stężenia na szybkość reakcji. Kinetyka chemiczna	536
14.8. Kinetyka substitucji nukleofilowej w związkach alifatycznych. Reakcje przebiegające według kinetyki drugiego i pierwszego rzędu	537
14.9. Reakcja S_N2 . Mechanizm a kinetyka	538
14.10. Reakcja S_N2 . Stereochemia	540
14.11. Reakcja S_N2 . Reaktywność	542
14.12. Reakcja S_N1 . Mechanizm a kinetyka. Etap określający szybkość reakcji	544
14.13. Reakcja S_N1 . Stereochemia	546
14.14. Reakcja S_N1 . Reaktywność	548
14.15. Reakcja S_N1 . Przegrupowanie	549
14.16. Reakcja S_N2 a reakcja S_N1	550
14.17. Solwoliza	553
14.18. Eliminacja E2 i E1	555
14.19. Dowody na istnienie mechanizmu E1	556
14.20. Dowody na istnienie mechanizmu E2	557
14.21. Orientacja reakcji eliminacji. Zmienny stan przejściowy w reakcji E2	559
14.22. Stereochemia reakcji eliminacji	561
14.23. Reakcja eliminacji a reakcja substitucji	566
14.24. Analiza halogenków alkilów	567
14.25. Analiza spektroskopowa halogenków alkilów	568
Zadania	568
 15. Alkohole. Otrzymywanie i właściwości fizyczne	 573
15.1. Struktura alkoholi	573
15.2. Klasyfikacja alkoholi	573
15.3. Nazewnictwo alkoholi	574
15.4. Właściwości fizyczne alkoholi	576
15.5. Przemysłowe metody otrzymywania alkoholi	579
15.6. Alkohol etylowy	581
15.7. Otrzymywanie alkoholi	582
15.8. Hydroksyrtęciowanie połączone z odrzęciowaniem	585
15.9. Borowodorowanie połączone z utlenianiem	587
15.10. Orientacja i stereochemia reakcji borowodorowania	588
15.11. Mechanizm reakcji borowodorowania	590
15.12. Synteza alkoholi metodą Grignarda	592
15.13. Produkty syntezy Grignarda	593
15.14. Planowanie syntezy Grignarda	595
15.15. Ograniczenia syntezy Grignarda	596
15.16. Steroidy	597
Zadania	599
 16. Alkohole. Reakcje	 602
16.1. Właściwości chemiczne grupy wodorotlenowej	602
16.2. Reakcje alkoholi	602
16.3. Dehydratacja alkoholi	605
16.4. Reakcje z halogenowodprami	607
16.5. Reakcja z halogenowodorami. Mechanizm	608

16.6. Alkohole jako kwasy	610
16.7. Otrzymywanie sulfonianów alkilów	611
16.8. Utlenianie alkoholi	613
16.9. Otrzymywanie alkoholi	615
16.10. Syntezy z zastosowaniem alkoholi	618
16.11. Analiza alkoholi. Reakcje charakterystyczne. Próba jodoformowa	621
16.12. Analiza dioli wicynalnych. Utlenianie kwasem nadjodowym	623
16.13. Analiza spektroskopowa alkoholi	624
Zadania	626
17. Etery i epoksydy	638
17.1. Struktura i nazewnictwo eterów	638
17.2. Właściwości fizyczne eterów	639
17.3. Przemysłowe metody otrzymywania eterów. Dehydratacja alkoholi	640
17.4. Otrzymywanie eterów	641
17.5. Otrzymywanie eterów. Synteza Williamsona	642
17.6. Otrzymywanie eterów. Alkoksyrtyciowanie połączone z odręciowaniem	645
17.7. Reakcje eterów. Rozszczepienie pod wpływem kwasów	646
17.8. Substytucja elektrofilowa w eterach aromatycznych	647
17.9. Etery cykliczne	648
17.10. Otrzymywanie epoksydów	648
17.11. Reakcje epoksydów	651
17.12. Rozszczepienie epoksydów katalizowane przez kwas. Hydroksylowanie <i>anti</i>	652
17.13. Rozszczepienie epoksydów katalizowane przez zasadę	654
17.14. Reakcja tlenku etylenu ze związkami Grignarda	655
17.15. Orientacja w reakcji rozszczepienia epoksydów	655
17.16. Analiza eterów	657
17.17. Analiza spektroskopowa eterów	658
Zadania	659
18. Kwasy karboksylowe	667
18.1. Struktura kwasów karboksylowych	667
18.2. Nazewnictwo kwasów karboksylowych	667
18.3. Właściwości fizyczne kwasów karboksylowych	670
18.4. Sole kwasów karboksylowych	671
18.5. Przemysłowe metody otrzymywania kwasów karboksylowych	673
18.6. Otrzymywanie kwasów karboksylowych	674
18.7. Synteza Grignarda	677
18.8. Synteza z zastosowaniem nitryli	678
18.9. Reakcje kwasów karboksylowych	679
18.10. Jonizacja kwasów karboksylowych. Stała kwasowości	683
18.11. Stan równowagi	684
18.12. Kwasowość kwasów karboksylowych	687
18.13. Struktura jonu karboksylanowego	688
18.14. Wpływ podstawników na kwasowość	689
18.15. Przekształcanie kwasów w chlorki kwasowe	692
18.16. Przekształcanie kwasów w estry	692
18.17. Przekształcanie kwasów w amidy	694
18.18. Redukcja kwasów do alkoholi	694
18.19. Halogenowanie alifatycznych kwasów	695
18.20. Kwasy dikarboksylowe	696



18 Spis treści

18.21. Analiza kwasów karboksylowych. Równoważnik zobojętnienia	699
18.22. Analiza spektroskopowa kwasów karboksylowych	700
Zadania	702
19. Aldehydy i ketony. Addycja nukleofilowa	708
19.1. Struktura aldehydów i ketonów	708
19.2. Nazewnictwo aldehydów i ketonów	709
19.3. Właściwości fizyczne aldehydów i ketonów	710
19.4. Otrzymywanie aldehydów i ketonów	712
19.5. Otrzymywanie aldehydów metodą utleniania	716
19.6. Otrzymywanie ketonów w reakcji acylowania metodą Friedla-Craftsa	717
19.7. Otrzymywanie ketonów przez zastosowanie związków kadmoorganicznych	719
19.8. Reakcje aldehydów i ketonów. Addycja nukleofilowa	720
19.9. Utlenianie aldehydów i ketonów	726
19.10. Redukcja aldehydów i ketonów	728
19.11. Addycja związków Grignarda	729
19.12. Addycja cyjanowodoru	730
19.13. Addycja wodorosiarczyny	731
19.14. Addycja pochodnych amoniaku	732
19.15. Addycja alkoholi. Powstawanie acetalu	734
19.16. Reakcja Cannizzaro	736
19.17. Analiza aldehydów i ketonów	738
19.18. Analiza spektroskopowa aldehydów i ketonów	739
Zadania	741
20. Pochodne kwasów karboksylowych w grupie funkcyjnej. Substytucja nukleofilowa w grupie acy- lowej	751
20.1. Struktura pochodnych kwasów karboksylowych	751
20.2. Nazewnictwo pochodnych kwasów karboksylowych	751
20.3. Właściwości fizyczne pochodnych kwasów karboksylowych	752
20.4. Substytucja nukleofilowa w grupie acylowej. Rola grupy karbonylowej	753
20.5. Porównanie substytucji nukleofilowej w grupie alkiłowej i acylowej	757
20.6. Otrzymywanie chlorków kwasowych	758
20.7. Reakcje chlorków kwasowych	758
20.8. Przemiana chlorków kwasowych w inne pochodne kwasów karboksylowych	759
20.9. Otrzymywanie bezwodników kwasowych	760
20.10. Reakcje bezwodników kwasowych	762
20.11. Otrzymywanie amidów	764
20.12. Reakcje amidów	764
20.13. Hydroliza amidów	765
20.14. Imidy	766
20.15. Otrzymywanie estrów	766
20.16. Reakcje estrów	769
20.17. Zasadowa hydroliza estrów	771
20.18. Kwasowa hydroliza estrów	775
20.19. Amonoliza estrów	777
20.20. Transestryfikacja	777
20.21. Reakcje estrów ze związkami Grignarda	778
20.22. Redukcja estrów	779
20.23. Pochodne kwasu węglowego	779
20.24. Analiza pochodnych kwasów karboksylowych. Równoważnik zmydlenia	783

20.25. Analiza spektroskopowa pochodnych kwasów karboksylowych	784
Zadania	785
21. Karboaniony. Kondensacja aldolowa i kondensacja Claisena	796
21.1. Kwasowość atomów wodoru α	796
21.2. Reakcje z udziałem karboanionów	798
21.3. Halogenowanie ketonów aktywowanych przez zasadę	801
21.4. Halogenowanie ketonów katalizowane przez kwas. Enolizacja	802
21.5. Kondensacja aldolowa	804
21.6. Dehydratacja produktów kondensacji aldolowej	806
21.7. Zastosowanie kondensacji aldolowej do syntez	807
21.8. Krzyżowa kondensacja aldolowa	808
21.9. Reakcje typu kondensacji aldolowej	809
21.10. Reakcja Wittiga	810
21.11. Kondensacja Claisena. Powstawanie β -oksoestrów	812
21.12. Krzyżowa kondensacja Claisena	814
21.13. Reakcja Reformatskiego. Otrzymywanie β -hydroksyestrów	816
Zadania	818
22. Aminy. Otrzymywanie i właściwości fizyczne	822
22.1. Struktura amin	822
22.2. Klasyfikacja amin	822
22.3. Nazewnictwo amin	823
22.4. Właściwości fizyczne amin	824
22.5. Sole amin	826
22.6. Stereochemia atomu azotu	827
22.7. Przemysłowe metody otrzymywania amin	828
22.8. Otrzymywanie amin	829
22.9. Redukcja związków nitrowych	833
22.10. Amonoliza halogenków	834
22.11. Aminowanie redukcyjne	836
22.12. Degradacja amidów Hofmanna	837
22.13. Synteza amin drugorzędowych i trzeciorzędowych	838
Zadania	839
23. Aminy. Reakcje	841
23.1. Reakcje amin	841
23.2. Zasadowość amin. Stała zasadowości	844
23.3. Struktura a zasadowość amin	845
23.4. Wpływ podstawników na zasadowość amin aromatycznych	847
23.5. Czwartorzędowe sole amoniowe. Wyczerpujące metylowanie. Reakcja eliminacji Hofmanna	848
23.6. Przemiana amin w podstawione amidy	851
23.7. Substytucja w pierścieniu w aminach aromatycznych	855
23.8. Sulfonowanie amin aromatycznych. Jony dwubiegunowe	856
23.9. Sulfanilamid. Leki sulfamidowe	858
23.10. Reakcje amin z kwasem azotawym	859
23.11. Sole diazoniowe. Otrzymywanie i reakcje	862
23.12. Sole diazoniowe. Wymiana grupy diazoniowej na atom halogenu. Reakcja Sandmeyera	864
23.13. Sole diazoniowe. Wymiana grupy diazoniowej na grupę cyjanową. Synteza kwasów karboksylowych	865

20 Spis treści

23.14. Sole diazoniowe. Wymiana grupy diazoniowej na grupę wodorotlenową. Synteza fenoli	866
23.15. Sole diazoniowe. Wymiana grupy diazoniowej na atom wodoru	866
23.16. Synteza z zastosowaniem soli diazoniowych	867
23.17. Sprzęganie soli diazoniowych. Synteza związków azowych	869
23.18. Analiza amin. Próba Hinsberga	872
23.19. Analiza podstawionych amidów	874
23.20. Analiza spektroskopowa amin i podstawionych amidów	874
Zadania	875
24. Fenole	884
24.1. Struktura i nazewnictwo fenoli	884
24.2. Właściwości fizyczne fenoli	884
24.3. Sole fenoli	887
24.4. Przemysłowe metody otrzymywania fenoli	888
24.5. Otrzymywanie fenoli	889
24.6. Reakcje fenoli	891
24.7. Kwasowość fenoli	894
24.8. Powstawanie eterów. Synteza Williamsona	897
24.9. Powstawanie estrów. Przegrupowanie Friesa	898
24.10. Substytucja w pierścieniu	899
24.11. Reakcja Kolbego. Synteza kwasów fenolo-karboksylowych	901
24.12. Reakcja Reimera-Tiemanna. Synteza fenolo-aldehydów. Dichlorokarben	902
24.13. Analiza fenoli	903
24.14. Analiza spektroskopowa fenoli	903
Zadania	904
Odpowiedzi do problemów i zadań	913
Skorowidz rzeczowy	922
Skorowidz nazwisk	965

Skrócony spis treści tomu 2

C z ę ś ć II. Zagadnienia wybrane

25. Halogenki arylów. Substytucja nukleofilowa w pierścieniu aromatycznym
26. Karboaniony. Syntezy z zastosowaniem estru małonowego i estru acetylooctowego
27. Związki karbonylowe α,β -nienasycone. Addycja do układów sprzężonych
28. Przegrupowanie i efekt grup sąsiednich. Jony nieklasyczne
29. Orbitale cząsteczkowe. Symetria orbitali
30. Wielopierścieniowe związki aromatyczne
31. Związki heterocykliczne
32. Związki makrocząsteczkowe. Polimery i polimeryzacja

C z ę ś ć III. Biocząsteczki

33. Tłuszcze
34. Węglowodany. Monosacharydy
35. Węglowodany. Disacharydy i polisacharydy
36. Aminokwasy i białka
37. Procesy biochemiczne. Biologia molekularna