

# Spis treści

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Elementy termodynamiki chemicznej</b><br>– <i>Tadeusz W. Hermann</i> .....                        | 15 |
| 1.1. Zakres i podstawowe pojęcia .....                                                                  | 15 |
| 1.2. Pierwsza zasada termodynamiki .....                                                                | 16 |
| 1.2.1. Pojęcie energii wewnętrznej .....                                                                | 16 |
| 1.2.2. Praca objętościowa .....                                                                         | 18 |
| 1.2.3. Pojemność cieplna układu w stałej objętości .....                                                | 21 |
| 1.2.4. Pojęcie entalpii .....                                                                           | 23 |
| 1.2.5. Pojemność cieplna układu pod stałym ciśnieniem .....                                             | 24 |
| 1.3. Elementy termochemii .....                                                                         | 25 |
| 1.3.1. Liczba postępu reakcji .....                                                                     | 25 |
| 1.3.2. Ciepło reakcji w stałej objętości i pod stałym ciśnieniem .....                                  | 26 |
| 1.3.3. Wpływ temperatury na ciepło reakcji. Prawa Kirchhoffa .....                                      | 28 |
| 1.3.4. Ciepło tworzenia .....                                                                           | 30 |
| 1.3.5. Ciepło spalania .....                                                                            | 32 |
| 1.3.6. Prawo Hessa .....                                                                                | 34 |
| 1.4. Druga zasada termodynamiki .....                                                                   | 37 |
| 1.4.1. Procesy odwracalne i nieodwracalne .....                                                         | 37 |
| 1.4.2. Pojęcie entropii .....                                                                           | 38 |
| 1.4.3. Pojęcie energii swobodnej i entalpii swobodnej .....                                             | 41 |
| 1.4.4. Produkcja entropii w reakcji chemicznej. Powinowactwo chemiczne ..                               | 46 |
| 1.5. Elementy statyki chemicznej .....                                                                  | 47 |
| 1.5.1. Pojęcie potencjału chemicznego .....                                                             | 47 |
| Potencjał chemiczny składnika roztworu doskonałego .....                                                | 49 |
| 1.5.2. Prawo działania mas .....                                                                        | 51 |
| 1.5.3. Zależność stałych równowagi od temperatury .....                                                 | 52 |
| 1.5.4. Związek entalpii swobodnej i stałej równowagi. Izoterma van't Hoffa ..                           | 55 |
| 1.5.5. Właściwości stałej równowagi reakcji .....                                                       | 57 |
| 1.5.6. Potencjał chemiczny składnika roztworu rzeczywistego .....                                       | 58 |
| 1.5.7. Trzecia zasada termodynamiki .....                                                               | 58 |
| Piśmiennictwo .....                                                                                     | 60 |
| <b>2. Układy jednofazowe jednoskładnikowe</b><br>– <i>Jerzy Wojciech Łukasiak, Roman Kaliszan</i> ..... | 61 |
| 2.1. Rozkład Boltzmanna i energia cząsteczek .....                                                      | 61 |
| 2.2. Przemiany fizyczne układów jednoskładnikowych .....                                                | 65 |
| 2.2.1. Podstawowe pojęcia .....                                                                         | 65 |
| 2.2.2. Temperatura krytyczna .....                                                                      | 67 |
| 2.2.3. Temperatura topnienia, punkt krytyczny i punkt potrójny .....                                    | 68 |
| 2.3. Gazy .....                                                                                         | 71 |

|           |                                                                                               |            |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.1.    | Gaz doskonały. Równanie stanu gazu doskonałego .....                                          | 71         |
| 2.3.2.    | Ciśnienie cząstkowe .....                                                                     | 75         |
| 2.3.3.    | Właściwości fizykochemiczne cząsteczek gazu doskonałego .....                                 | 76         |
| 2.3.4.    | Prędkość cząsteczek gazu .....                                                                | 77         |
| 2.3.5.    | Gazy rzeczywiste .....                                                                        | 78         |
| 2.4.      | Ciecze i ich właściwości .....                                                                | 80         |
| 2.4.1.    | Napięcie powierzchniowe .....                                                                 | 80         |
| 2.4.2.    | Metody wyznaczania napięcia powierzchniowego .....                                            | 83         |
|           | Metoda kapilarna .....                                                                        | 83         |
|           | Metoda stalagmometryczna .....                                                                | 84         |
|           | Metoda pęcherzykowa .....                                                                     | 85         |
| 2.4.3.    | Lepkość cieczy .....                                                                          | 87         |
|           | Ciecze niutonowskie i nieniuonowskie .....                                                    | 91         |
| 2.4.4.    | Płyn w stanie nadkrytycznym .....                                                             | 93         |
| 2.5.      | Ciała stałe .....                                                                             | 96         |
| 2.5.1.    | Cechy ciała stałego .....                                                                     | 96         |
| 2.5.2.    | Kryształy .....                                                                               | 96         |
|           | Izomorfizm i polimorfizm .....                                                                | 99         |
|           | Ciekłe kryształy .....                                                                        | 101        |
| 2.5.3.    | Substancje bezpostaciowe .....                                                                | 105        |
| 2.5.4.    | Właściwości ciał stałych .....                                                                | 106        |
|           | Przewodnictwo cieplne .....                                                                   | 106        |
|           | Przewodnictwo elektryczne ciał stałych .....                                                  | 106        |
|           | Nadprzewodnictwo .....                                                                        | 107        |
| 2.6.      | Fizyczne metody badania przemian fazowych. Analiza termiczna .....                            | 108        |
|           | Termograwimetria .....                                                                        | 108        |
|           | Różnicowa kalorymetria skaningowa (differential scanning calorimetry, DSC) .....              | 109        |
|           | Zastosowanie DSC .....                                                                        | 110        |
|           | Piśmiennictwo .....                                                                           | 114        |
| <b>3.</b> | <b>Równowagi fazowe – Łucja Skibińska .....</b>                                               | <b>115</b> |
| 3.1.      | Wprowadzenie .....                                                                            | 115        |
| 3.2.      | Reguła faz Gibbsa .....                                                                       | 115        |
| 3.3.      | Równowagi fazowe w układach jednoskładnikowych .....                                          | 117        |
| 3.3.1.    | Ciepło przemiany fazowej. Równanie Clausiusa-Clapeyrona .....                                 | 117        |
| 3.3.2.    | Diagramy fazowe w układach jednoskładnikowych .....                                           | 122        |
| 3.4.      | Roztwory nieelektrolitów .....                                                                | 125        |
| 3.4.1.    | Klasyfikacja roztworów i ich właściwości .....                                                | 125        |
| 3.4.2.    | Roztwory doskonałe .....                                                                      | 126        |
|           | Mieszanki gazów. Prawo Daltona .....                                                          | 127        |
|           | Mieszanie gazów jako proces nieodwracalny .....                                               | 128        |
|           | Prężność pary nad roztworem doskonałym i rzeczywistym. Prawo Raoult'a i prawo Henry'ego ..... | 129        |
| 3.4.3.    | Właściwości koligatywne roztworów .....                                                       | 135        |
|           | Obniżenie prężności pary .....                                                                | 135        |
|           | Podwyższenie temperatury wrzenia .....                                                        | 137        |
|           | Obniżenie temperatury krzepnięcia .....                                                       | 140        |
|           | Ciśnienie osmotyczne .....                                                                    | 141        |
|           | Wpływ temperatury na rozpuszczalność ciała stałego w cieczy .....                             | 145        |

|           |                                                                                                 |     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.4.    | Roztwory gazów w cieczach .....                                                                 | 149 |
| 3.4.5.    | Mieszaniny lotnych cieczy. Układy dwuskładnikowe .....                                          | 153 |
|           | Ciecze mieszające się nieograniczenie .....                                                     | 153 |
|           | Ciecze mieszające się ograniczenie .....                                                        | 161 |
|           | Ciecze niemieszające się .....                                                                  | 167 |
|           | Diagramy fazowe układu ciecz–ciało stałe. Mieszaniny eutektyczne .....                          | 169 |
| 3.5.      | Równowagi fazowe w układach trójskładnikowych .....                                             | 173 |
| 3.5.1.    | Trójkąt stężeń Gibbsa .....                                                                     | 173 |
| 3.5.2.    | Prawo podziału Nernsta .....                                                                    | 178 |
|           | Piśmiennictwo .....                                                                             | 182 |
| <b>4.</b> | <b>Równowagi w roztworach elektrolitów</b>                                                      |     |
|           | – <i>Joanna Szymura-Oleksiak</i> .....                                                          | 183 |
| 4.1.      | Wprowadzenie .....                                                                              | 183 |
| 4.2.      | Dysocjacja elektrolityczna .....                                                                | 184 |
| 4.2.1.    | Wprowadzenie .....                                                                              | 184 |
| 4.2.2.    | Stopień dysocjacji .....                                                                        | 184 |
| 4.3.      | Kwasy i zasady .....                                                                            | 188 |
| 4.3.1.    | Teoria Arrheniusa .....                                                                         | 188 |
| 4.3.2.    | Teoria Brönsteda i Lowry'ego .....                                                              | 189 |
| 4.3.3.    | Teoria rozpuszczalnikowa .....                                                                  | 191 |
| 4.3.4.    | Teoria Lewisa .....                                                                             | 192 |
| 4.4.      | Teoria mocnych elektrolitów. Aktywność, współczynnik aktywności ..                              | 193 |
| 4.5.      | Dysocjacja słabych kwasów i zasad .....                                                         | 198 |
| 4.5.1.    | Stała dysocjacji i wykładnik stałej dysocjacji. Prawo rozcieńczeń Ostwalda                      | 198 |
| 4.5.2.    | Stałe dysocjacji sprzężonej pary kwas–zasada .....                                              | 201 |
| 4.6.      | Dysocjacja wody .....                                                                           | 204 |
| 4.6.1.    | Iloczyn jonowy wody. Wykładnik jonów wodorowych .....                                           | 204 |
| 4.6.2.    | Wskaźniki pH .....                                                                              | 206 |
| 4.6.3.    | Wpływ pH na stopień dysocjacji słabych kwasów i słabych zasad .....                             | 208 |
| 4.7.      | Stężenie jonów wodorowych i pH roztworów w stanie równowagi kwaso-<br>wo-zasadowej .....        | 210 |
| 4.7.1.    | Stężenie jonów wodorowych oraz pH roztworów mocnych kwasów<br>i roztworów mocnych zasad .....   | 210 |
| 4.7.2.    | Stężenie jonów wodorowych oraz pH roztworów słabych kwasów i roz-<br>tworów słabych zasad ..... | 211 |
| 4.7.3.    | Elektrolity amfoteryczne (amfolity) .....                                                       | 213 |
| 4.7.4.    | Hydroliza soli, stopień i stała hydrolizy, pH roztworów soli .....                              | 216 |
|           | Roztwór soli słabego kwasu i mocnej zasady .....                                                | 217 |
|           | pH roztworu soli słabego kwasu i mocnej zasady .....                                            | 219 |
|           | Roztwór soli słabej zasady i mocnego kwasu .....                                                | 220 |
|           | pH roztworu soli słabej zasady i mocnego kwasu .....                                            | 220 |
|           | Roztwór soli słabego kwasu i słabej zasady .....                                                | 221 |
|           | pH roztworu soli słabego kwasu i słabej zasady .....                                            | 222 |
|           | pH roztworów soli kwasów wieloprotonowych .....                                                 | 223 |
|           | Roztwór soli mocnego kwasu i mocnej zasady .....                                                | 224 |
| 4.7.5.    | Roztwory buforowe .....                                                                         | 226 |
|           | Pojemność buforowa .....                                                                        | 232 |
| 4.8.      | Iloczyn rozpuszczalności .....                                                                  | 236 |

|           |                                                                                                       |     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.9.      | Wpływ pH na rozpuszczalność leków o charakterze słabych kwasów lub słabych zasad .....                | 239 |
| 4.10.     | Wpływ pH na transport leków przez błony biologiczne .....                                             | 242 |
| 4.11.     | Kinetyka procesu rozpuszczania ciał stałych w cieczach – <i>Adam Buciński, Roman Kaliszan</i> .....   | 245 |
| 4.11.1.   | Wstęp .....                                                                                           | 245 |
| 4.11.2.   | Ciała stałe .....                                                                                     | 246 |
| 4.11.3.   | Rozpuszczalniki .....                                                                                 | 250 |
| 4.11.4.   | Rozpuszczanie ciał stałych w cieczach .....                                                           | 252 |
|           | Modele rozpuszczania .....                                                                            | 255 |
|           | Równanie Boguskiego .....                                                                             | 257 |
| 4.11.5.   | Badanie szybkości rozpuszczania substancji leczniczych zawartych w preparatach farmaceutycznych ..... | 259 |
|           | Piśmiennictwo .....                                                                                   | 263 |
| <b>5.</b> | <b>Elektrochemia – <i>Wiesław Gawel</i></b> .....                                                     | 264 |
| 5.1.      | Wstęp .....                                                                                           | 264 |
| 5.2.      | Potencjometria .....                                                                                  | 265 |
| 5.2.1.    | Wprowadzenie .....                                                                                    | 265 |
| 5.2.2.    | Pojęcia potencjału, elektrody i półogniwa .....                                                       | 265 |
| 5.2.3.    | Powstawanie potencjału elektrody .....                                                                | 266 |
| 5.2.4.    | Bezwzględny potencjał elektrody (półogniwa) .....                                                     | 268 |
| 5.2.5.    | Elektrody (półogniwa) I rodzaju .....                                                                 | 269 |
| 5.2.6.    | Elektrody (półogniwa) II rodzaju .....                                                                | 274 |
| 5.2.7.    | Elektrody (półogniwa) III rodzaju .....                                                               | 278 |
| 5.2.8.    | Elektrody (półogniwa) oksydacyjno-redukcyjne .....                                                    | 279 |
| 5.2.9.    | Elektrody (półogniwa) membranowe (jonoselektywne, ISE) .....                                          | 283 |
| 5.2.10.   | Ogniwa galwaniczne .....                                                                              | 289 |
| 5.2.11.   | Siła elektromotoryczna ogniwa galwanicznego .....                                                     | 296 |
| 5.2.12.   | Pomiar potencjałów elektrod .....                                                                     | 299 |
| 5.2.13.   | Zastosowania potencjometrii .....                                                                     | 301 |
|           | Pomiary pH (pehametria) .....                                                                         | 301 |
|           | Wyznaczanie stałej dysocjacji .....                                                                   | 302 |
|           | Wyznaczanie iloczynu rozpuszczalności .....                                                           | 302 |
|           | Miareczkowanie potencjometryczne .....                                                                | 303 |
| 5.3.      | Korozja elektrochemiczna .....                                                                        | 304 |
| 5.3.1.    | Definicja korozji elektrochemicznej .....                                                             | 304 |
| 5.3.2.    | Ogniwo nieodwracalne .....                                                                            | 305 |
| 5.3.3.    | Korozja konstrukcji metalowych .....                                                                  | 306 |
| 5.3.4.    | Ochrona przed korozją .....                                                                           | 308 |
| 5.4.      | Elektroliza .....                                                                                     | 309 |
| 5.4.1.    | Ogólna charakterystyka procesu .....                                                                  | 309 |
| 5.4.2.    | Przykłady elektrolizy .....                                                                           | 310 |
| 5.4.3.    | Prawa rządzące elektrolizą .....                                                                      | 312 |
| 5.4.4.    | Zastosowania elektrolizy .....                                                                        | 316 |
| 5.5.      | Konduktometria .....                                                                                  | 318 |
| 5.5.1.    | Istota konduktometrii .....                                                                           | 318 |
| 5.5.2.    | Konduktancja i konduktywność .....                                                                    | 319 |
| 5.5.3.    | Ruchliwość i liczby przenoszenia jonów .....                                                          | 321 |

|           |                                                                |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5.4.    | Zasada pomiaru konduktancji                                    | 325 |
| 5.5.5.    | Zastosowania konduktometrii                                    | 326 |
|           | Piśmiennictwo                                                  | 328 |
| <b>6.</b> | <b>Zjawiska powierzchniowe i układy dyspersyjne</b>            |     |
|           | – <i>Tadeusz H. Dzido, Władysław Gołkiewicz</i>                | 330 |
| 6.1.      | Oddziaływania międzycząsteczkowe                               | 330 |
| 6.1.1.    | Oddziaływania międzycząsteczkowe van der Waalsa                | 330 |
|           | Oddziaływania dipol–dipol                                      | 334 |
|           | Oddziaływania dipol–dipol indukowany                           | 335 |
|           | Oddziaływania dyspersyjne                                      | 336 |
| 6.1.2.    | Wiązanie wodorowe                                              | 337 |
| 6.1.3.    | Efekt hydrofobowy                                              | 340 |
| 6.2.      | Zjawiska międzyfazowe                                          | 341 |
| 6.2.1.    | Adhezja i kohezja                                              | 341 |
| 6.2.2.    | Napięcie międzyfazowe a napięcie powierzchniowe. Kąt zwilżania | 342 |
| 6.2.3.    | Adsorpcja                                                      | 345 |
|           | Adsorpcja na granicy faz ciecz–gaz                             | 345 |
|           | Adsorpcja na granicy faz ciecz–ciecz                           | 348 |
|           | Adsorpcja na powierzchni ciała stałego                         | 350 |
| 6.2.4.    | Chromatografia                                                 | 358 |
|           | Chromatografia cienkowarstwowa, TLC                            | 359 |
|           | Wysokosprawna chromatografia cieczowa, HPLC                    | 363 |
|           | Chromatografia gazowa, GC                                      | 366 |
| 6.3.      | Układy dyspersyjne                                             | 369 |
| 6.3.1.    | Rodzaje układów dyspersyjnych                                  | 369 |
| 6.3.2.    | Układ koloidalny                                               | 370 |
| 6.3.3.    | Podział układów koloidalnych                                   | 371 |
| 6.3.4.    | Metody otrzymywania układów koloidalnych                       | 374 |
|           | Metody kondensacyjne                                           | 374 |
|           | Metody dyspersyjne                                             | 375 |
|           | Metody oczyszczania roztworów koloidalnych                     | 375 |
| 6.3.5.    | Budowa układów koloidalnych                                    | 377 |
|           | Koloidy fazowe                                                 | 377 |
|           | Koloidy cząsteczkowe                                           | 378 |
|           | Koloidy asocjacyjne                                            | 379 |
| 6.3.6.    | Właściwości układów koloidalnych                               | 380 |
|           | Właściwości optyczne koloidów                                  | 380 |
|           | Właściwości kinetyczne koloidów                                | 382 |
|           | Właściwości elektryczne koloidów                               | 393 |
| 6.3.7.    | Trwałość roztworów koloidalnych                                | 400 |
| 6.3.8.    | Solubilizacja                                                  | 405 |
| 6.4.      | Układy dyspersyjne stosowane w farmacji                        | 406 |
| 6.4.1.    | Wprowadzenie                                                   | 406 |
| 6.4.2.    | Emulsje                                                        | 406 |
|           | Mikroemulsje                                                   | 408 |
| 6.4.3.    | Zawiesiny                                                      | 409 |
| 6.4.4.    | Żele                                                           | 409 |
| 6.4.5.    | Mikrocząstki                                                   | 410 |
| 6.4.6.    | Liposomy                                                       | 411 |
|           | Piśmiennictwo                                                  | 411 |

|           |                                                                                                        |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>7.</b> | <b>Metody fizyczne w chemii strukturalnej</b>                                                          |     |
|           | – <i>Iwona Wawer, Piotr Cysewski</i> .....                                                             | 413 |
| 7.1.      | Zasady spektroskopii molekularnej – <i>Iwona Wawer</i> .....                                           | 413 |
| 7.1.1.    | Podstawowe pojęcia .....                                                                               | 413 |
| 7.1.2.    | Energia molekuł .....                                                                                  | 415 |
| 7.1.3.    | Absorpcja światła .....                                                                                | 416 |
| 7.1.4.    | Moment dipolowy, polaryzowalność i refrakcja .....                                                     | 417 |
| 7.1.5.    | Dyspersja skręcalności optycznej, dwójłomność i dichroizm kołowy ...                                   | 420 |
| 7.2.      | Widma podczerwieni, IR – <i>Iwona Wawer</i> .....                                                      | 423 |
| 7.3.      | Widma Ramana – <i>Iwona Wawer</i> .....                                                                | 430 |
| 7.4.      | Widma elektronowe – <i>Iwona Wawer</i> .....                                                           | 433 |
| 7.4.1.    | Widma absorpcyjne w ultrafiolecie i świetle widzialnym (UV-VIS) ...                                    | 433 |
| 7.4.2.    | Widma emisyjne, fluorescencja i fosforescencja .....                                                   | 437 |
| 7.4.3.    | Atomowe widma emisyjne .....                                                                           | 439 |
| 7.4.4.    | Lasery i ich zastosowania .....                                                                        | 441 |
| 7.5.      | Magnetyczny rezonans jądrowy, NMR – <i>Iwona Wawer</i> .....                                           | 442 |
| 7.5.1.    | Widma NMR w fazie ciekłej .....                                                                        | 442 |
| 7.5.2.    | Widma NMR ciała stałego .....                                                                          | 459 |
| 7.5.3.    | Tomografia i mikrotomografia .....                                                                     | 461 |
| 7.6.      | Elektronowy rezonans paramagnetyczny, EPR – <i>Iwona Wawer</i> .....                                   | 463 |
| 7.7.      | Inne metody – <i>Iwona Wawer</i> .....                                                                 | 467 |
| 7.7.1.    | Dyfrakcja promieni rentgenowskich, XRD .....                                                           | 467 |
| 7.7.2.    | Spektrometria mas, MS .....                                                                            | 469 |
| 7.8.      | Wprowadzenie do zastosowań chemii obliczeniowej w projektowaniu<br>leków – <i>Piotr Cysewski</i> ..... | 473 |
| 7.8.1.    | Wstęp .....                                                                                            | 473 |
| 7.8.2.    | Najważniejsze metody modelowania molekularnego .....                                                   | 476 |
|           | Metody <i>ab initio</i> .....                                                                          | 476 |
|           | Metody first principle .....                                                                           | 482 |
|           | Metody półempiryczne .....                                                                             | 484 |
|           | Metody empiryczne – pola siłowe .....                                                                  | 486 |
| 7.8.3.    | Co to jest lek? .....                                                                                  | 491 |
| 7.8.4.    | Struktura leku a jego aktywność .....                                                                  | 495 |
|           | Właściwości strukturalne a aktywność biologiczna .....                                                 | 495 |
|           | Właściwości protolityczne a aktywność biologiczna .....                                                | 501 |
|           | Właściwości solwatacyjne a aktywność biologiczna .....                                                 | 505 |
|           | Rozpuszczalność a aktywność biologiczna .....                                                          | 509 |
| 7.8.5.    | Przykłady zastosowań modelowania molekularnego w projektowaniu le-<br>ków .....                        | 513 |
|           | Budowa farmakofora .....                                                                               | 513 |
|           | Metoda QSAR .....                                                                                      | 520 |
|           | Piśmiennictwo .....                                                                                    | 529 |
| <b>8.</b> | <b>Kinetyka chemiczna i farmakokinetyka</b>                                                            |     |
|           | – <i>Tadeusz W. Hermann, Przemysław Łoś, Emil Ratajczak,</i><br><i>Joanna Szymura-Oleksiak</i> .....   | 531 |
| 8.1.      | Elementy kinetyki chemicznej – <i>Tadeusz W. Hermann</i> .....                                         | 531 |
| 8.1.1.    | Rola kinetyki chemicznej w farmakologii .....                                                          | 531 |
| 8.1.2.    | Pojęcie szybkości reakcji chemicznej w układzie homogenicznym ....                                     | 532 |

|         |                                                                                                                       |     |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.3.  | Rzędowość i cząsteczkowość reakcji chemicznej                                                                         | 533 |
| 8.1.4.  | Reakcje zerowego rzędu                                                                                                | 535 |
| 8.1.5.  | Reakcje pierwszego rzędu                                                                                              | 539 |
| 8.1.6.  | Reakcje drugiego rzędu                                                                                                | 544 |
| 8.1.7.  | Metody wyznaczania rzędu reakcji                                                                                      | 550 |
| 8.1.8.  | Autokatalityczna reakcja drugiego rzędu                                                                               | 551 |
| 8.1.9.  | Wpływ temperatury na szybkość reakcji chemicznej. Równanie Arrheniusa                                                 | 555 |
| 8.1.10. | Kinetyka reakcji enzymatycznych                                                                                       | 560 |
|         | Równania Michaelisa-Menten i Lineweavera-Burka                                                                        | 560 |
| 8.2.    | Mechanizmy reakcji chemicznych – <i>Przemysław Łoś, Emil Ratajczak</i>                                                | 564 |
| 8.2.1.  | Pojęcia ogólne                                                                                                        | 564 |
| 8.2.2.  | Wolne rodniki                                                                                                         | 569 |
|         | Metody otrzymywania                                                                                                   | 570 |
|         | Typy reakcji wolnych rodników                                                                                         | 575 |
|         | Wolne rodniki w chemii atmosfery                                                                                      | 581 |
| 8.3.    | Elementy farmakokinetyki – <i>Joanna Szymura-Oleksiak</i>                                                             | 584 |
| 8.3.1.  | Definicja farmakokinetyki                                                                                             | 584 |
| 8.3.2.  | Parametry farmakokinetyczne                                                                                           | 585 |
|         | Dostępność biologiczna                                                                                                | 586 |
|         | Objętość dystrybucji                                                                                                  | 586 |
|         | Klirens                                                                                                               | 587 |
|         | Biologiczny okres półtrwania                                                                                          | 587 |
| 8.3.3.  | Modele kompartmentowe                                                                                                 | 588 |
|         | Opis kinetyki zmian stężenia leku we krwi po jego podaniu dożylnym w jednorazowej dawce                               | 589 |
|         | Opis kinetyki zmian stężenia leku we krwi po jednorazowym podaniu pozanaczyniowym. Otwarty model jednokompartamentowy | 600 |
| 8.3.4.  | Fizjologiczne modele przepływowe                                                                                      | 607 |
|         | Wiązanie się leku z białkami                                                                                          | 611 |
| 8.3.5.  | Farmakokinetyka niezależna od modelu                                                                                  | 614 |
| 8.3.6.  | Farmakokinetyka liniowa i nieliniowa                                                                                  | 617 |
| 8.3.7.  | Stan stacjonarny                                                                                                      | 619 |
|         | Wlew dożylny leku                                                                                                     | 619 |
|         | Opis kinetyki zmian stężenia leku we krwi po wielokrotnym podaniu pozanaczyniowym                                     | 621 |
|         | Piśmiennictwo                                                                                                         | 622 |

## 9. Elementy radiofarmacji, fotochemii i chemii radiacyjnej

– *Aleksander Kufelnicki, Marian J. Surma* ..... 624

|        |                                                                  |     |
|--------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1.   | Radiofarmacja – <i>Aleksander Kufelnicki, Marian J. Surma</i>    | 624 |
| 9.1.1. | Pojęcia podstawowe                                               | 624 |
| 9.1.2. | Jądro atomowe                                                    | 625 |
| 9.1.3. | Promieniotwórczość naturalna i sztuczna                          | 627 |
| 9.1.4. | Prawo rozpadu promieniotwórczego                                 | 628 |
| 9.1.5. | Aktywność nuklidu promieniotwórczego                             | 629 |
| 9.1.6. | Rozpady promieniotwórcze                                         | 631 |
|        | Rozpad $\alpha$                                                  | 631 |
|        | Rozpad $\beta$                                                   | 632 |
|        | Promieniowanie $\gamma$ , konwersja wewnętrzna, izomeria jądrowa | 636 |
| 9.1.7. | Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią              | 639 |

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Oddziaływanie promieniowania $\alpha$ .....                                            | 641 |
| Oddziaływanie promieniowania $\beta$ .....                                             | 642 |
| Oddziaływanie fotonów .....                                                            | 644 |
| 9.1.8. Zastosowania terapeutyczne i diagnostyczne radiofarmaceutyków .....             | 649 |
| 9.1.9. Przygotowanie radiofarmaceutyków .....                                          | 651 |
| 9.1.10. Wybrane detektory promieniowania jonizującego .....                            | 654 |
| Emulsja fotograficzna .....                                                            | 654 |
| Licznik Geigera-Müllera .....                                                          | 655 |
| Licznik scyntylacyjny .....                                                            | 657 |
| 9.2. Elementy fotochemii – <i>Aleksander Kufelnicki</i> .....                          | 660 |
| 9.2.1. Energia promieniowania .....                                                    | 660 |
| 9.2.2. Reakcje fotochemiczne .....                                                     | 661 |
| 9.2.3. Podstawowe prawa fotochemiczne .....                                            | 662 |
| 9.2.4. Wydajność kwantowa reakcji fotochemicznych .....                                | 662 |
| 9.2.5. Ochrona preparatów farmaceutycznych .....                                       | 664 |
| 9.2.6. Proces widzenia a fotochemia .....                                              | 665 |
| 9.3. Elementy chemii radiacyjnej – <i>Aleksander Kufelnicki, Marian J. Surma</i> ..... | 666 |
| 9.3.1. Charakterystyka procesów radiacyjnych .....                                     | 666 |
| 9.3.2. Biologiczne skutki promieniowania jonizującego .....                            | 669 |
| 9.3.3. Dozymetria .....                                                                | 670 |
| 9.3.4. Wykorzystanie chemii radiacyjnej w farmacji .....                               | 672 |
| Piśmiennictwo .....                                                                    | 672 |
| <b>Skorowidz</b> .....                                                                 | 674 |