



# Spis treści

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>WSTĘP</b> . . . . .                                                                                           | 7  |
| Wykaz symboli wielkości chemicznych i fizycznych stosowanych w tekście . . . . .                                 | 9  |
| Zasady określania liczby cyfr znaczących . . . . .                                                               | 10 |
| Zasady zaokrąglania liczb . . . . .                                                                              | 10 |
| <b>ROZDZIAŁ 1. Przekazywanie informacji chemicznych</b>                                                          |    |
| 1.1. Skład substancji przedstawiany wzorami sumarycznymi . . . . .                                               | 11 |
| 1.2. Budowa substancji przedstawiana wzorami strukturalnymi . . . . .                                            | 14 |
| 1.3. Przemiany substancji przedstawiane równaniami<br>lub schematami reakcji . . . . .                           | 19 |
| 1.4. Tablica Mendelejewa . . . . .                                                                               | 27 |
| <b>ROZDZIAŁ 2. Podstawy stechiometrii</b>                                                                        |    |
| 2.1. Masy atomów i cząsteczek . . . . .                                                                          | 31 |
| 2.2. Mol . . . . .                                                                                               | 34 |
| 2.3. Masa mola . . . . .                                                                                         | 35 |
| 2.4. Objętość mola w warunkach normalnych. Prawo Avogadra . . . . .                                              | 42 |
| 2.5. Objętość mola w różnych warunkach ciśnienia i temperatury.<br>Równanie Clapeyrona . . . . .                 | 45 |
| <b>ROZDZIAŁ 3. Stechiometria wzorów chemicznych</b>                                                              |    |
| 3.1. Prawo stałości składu (prawo Prousta) . . . . .                                                             | 48 |
| 3.2. Skład ilościowy związku chemicznego . . . . .                                                               | 49 |
| 3.3. Ustalanie wzoru chemicznego na podstawie składu ilościowego . . . . .                                       | 52 |
| 3.4. Ustalanie wzoru chemicznego na podstawie stosunku<br>objętościowego reagentów. Prawo Gay-Lussaca . . . . .  | 55 |
| 3.5. Stechiometria hydratów . . . . .                                                                            | 56 |
| <b>ROZDZIAŁ 4. Stechiometria równań chemicznych</b>                                                              |    |
| 4.1. Prawo zachowania masy . . . . .                                                                             | 58 |
| 4.2. Molowy stosunek stechiometryczny reagentów . . . . .                                                        | 59 |
| 4.3. Masowy stosunek stechiometryczny reagentów . . . . .                                                        | 62 |
| 4.4. Objętościowy stosunek stechiometryczny reagentów . . . . .                                                  | 68 |
| 4.5. Przebieg reakcji po zmieszaniu substratów w stosunku<br>niestechiometrycznym . . . . .                      | 72 |
| 4.6. Wykorzystywanie stosunku ilościowego reagentów<br>do obliczania parametrów chemicznych substancji . . . . . | 75 |
| 4.7. Wydajność reakcji . . . . .                                                                                 | 80 |
| 4.8. Reakcje równoległe (współbieżne) . . . . .                                                                  | 82 |
| 4.9. Szybkość reakcji. Katalizatory . . . . .                                                                    | 83 |
| 4.10. Równowaga chemiczna . . . . .                                                                              | 87 |

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 4.11. Reguła Le Chateliera . . . . .       | 92 |
| 4.12. Obliczenia termodynamiczne . . . . . | 94 |

## **ROZDZIAŁ 5. Stechiometria mieszanin**

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1. Udziały masowe: procent, promil, miliprocent, części na milion, mikropocent, części na miliard, części na bilion . . . . . | 101 |
| 5.2. Skład procentowy mieszanin. Stosunek molowy, masowy i objętościowy składników . . . . .                                    | 107 |
| 5.3. Ułamek molowy, masowy i objętościowy . . . . .                                                                             | 112 |
| 5.4. Parametry mieszanin w funkcji składu . . . . .                                                                             | 113 |
| 5.5. Reakcje z mieszaniną o znanym składzie . . . . .                                                                           | 117 |
| 5.6. Skład mieszaniny poredakcyjnej . . . . .                                                                                   | 119 |
| 5.7. Ustalanie składu mieszanin . . . . .                                                                                       | 121 |

## **ROZDZIAŁ 6. Budowa atomów**

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 6.1. Składniki atomów. Izotopy . . . . .   | 125 |
| 6.2. Przemiany jądrowe . . . . .           | 128 |
| 6.3. Atom wodoru. Widma emisyjne . . . . . | 133 |
| 6.4. Atomy wieloelektronowe . . . . .      | 135 |

## **ROZDZIAŁ 7. Przekształcenia atomów w inne drobiny**

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 7.1. Przekształcenia atomów w jony . . . . . | 141 |
| 7.2. Substancje jonowe . . . . .             | 143 |
| 7.3. Substancje kowalencyjne . . . . .       | 144 |

## **ROZDZIAŁ 8. Roztwory**

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 8.1. Stężenie procentowe . . . . .     | 150 |
| 8.2. Stężenie masowe . . . . .         | 153 |
| 8.3. Stężenie molowe . . . . .         | 155 |
| 8.4. Przeliczanie stężeń . . . . .     | 160 |
| 8.5. Rozpuszczalność . . . . .         | 166 |
| 8.6. Rozpuszczanie hydratów . . . . .  | 169 |
| 8.7. Mieszanie roztworów . . . . .     | 170 |
| 8.8. Rozcieńczanie roztworów . . . . . | 174 |
| 8.9. Zateżnianie roztworów . . . . .   | 176 |

## **ROZDZIAŁ 9. Chemia roztworów wodnych**

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 9.1. Dysocjacja jonowa . . . . .                            | 179 |
| 9.2. Stopień dysocjacji. Stężenie molowe jonów . . . . .    | 181 |
| 9.3. Stała dysocjacji. Prawo rozcieńczeń Ostwalda . . . . . | 184 |
| 9.4. Wykładnik stężenia jonów wodorowych . . . . .          | 187 |
| 9.5. Reakcje jonowe . . . . .                               | 189 |
| 9.6. Stechiometria reakcji w roztworach . . . . .           | 194 |
| 9.7. Twardość wody . . . . .                                | 198 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 9.8. Hydroliza soli . . . . . | 198 |
| 9.9. Amfoteryczność . . . . . | 199 |

## **ROZDZIAŁ 10. Reakcje utleniania-redukcji**

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Stopień utlenienia . . . . .                             | 202 |
| 10.2. Równania chemiczne reakcji utleniania-redukcji . . . . . | 203 |

## **ROZDZIAŁ 11. Elektrochemia**

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 11.1. Ogniwa. Szereg napięciowy . . . . . | 210 |
| 11.2. Reakcje w elektrolizerze . . . . .  | 215 |
| 11.3. Prawa Faradaya . . . . .            | 217 |

## **ROZDZIAŁ 12. Związki nieorganiczne**

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 12.1. Tlenki . . . . .       | 224 |
| 12.2. Wodorki . . . . .      | 225 |
| 12.3. Wodorotlenki . . . . . | 226 |
| 12.4. Kwasy . . . . .        | 227 |
| 12.5. Sole . . . . .         | 228 |

## **ROZDZIAŁ 13. Pierwiastki bloku s**

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 13.1. Wodór . . . . .       | 233 |
| 13.2. Litowce . . . . .     | 234 |
| 13.3. Berylownice . . . . . | 235 |

## **ROZDZIAŁ 14. Pierwiastki bloku p**

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 14.1. Fluorowce . . . . . | 237 |
| 14.2. Tlenowce . . . . .  | 238 |
| 14.3. Azotowce . . . . .  | 242 |
| 14.4. Węglowce . . . . .  | 245 |
| 14.5. Borowce . . . . .   | 247 |

## **ROZDZIAŁ 15. Pierwiastki bloku d**

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 15.1. Chromowce . . . . .  | 250 |
| 15.2. Manganowce . . . . . | 251 |
| 15.3. Żelazowce . . . . .  | 253 |
| 15.4. Miedziowce . . . . . | 256 |

## **ROZDZIAŁ 16. Węglowodory**

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 16.1. Węglowodory nasycone . . . . .    | 258 |
| 16.2. Węglowodory nienasycone . . . . . | 264 |
| 16.3. Węglowodory aromatyczne . . . . . | 269 |

## **ROZDZIAŁ 17. Jednofunkcyjne pochodne węglowodorów**

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 17.1. Alkohole i fenole . . . . . | 276 |
|-----------------------------------|-----|

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 17.2. Aldehydy i ketony . . . . .             | 281 |
| 17.3. Kwasy karboksylowe . . . . .            | 284 |
| 17.4. Estry . . . . .                         | 288 |
| 17.5. Aminy. Związki nitrowe. Amidy . . . . . | 291 |

## ROZDZIAŁ 18. Wielofunkcyjne pochodne węglowodorów

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 18.1. Hydroksykwasy. Hydroksyaldehydy. Hydroksyketony . . . . . | 294 |
| 18.2. Aminokwasy. Peptydy. Białka . . . . .                     | 295 |
| 18.3. Izomeria optyczna i diastereoizomeria . . . . .           | 296 |

## ANEKSY I TABELLE

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Aneks 1. Zapisywanie symboli i wzorów chemicznych . . . . .                                                                    | 300 |
| Aneks 2. Przedrostki do tworzenia dziesiętnych krotności<br>(podwielokrotności i wielokrotności) jednostek układu SI . . . . . | 300 |
| Aneks 3. Zasady tworzenia jednostek krotnych (wtórnych) układu SI . . . . .                                                    | 300 |
| Aneks 4. Masa atomowa i cząsteczkowa . . . . .                                                                                 | 301 |
| Aneks 5. Skład związku chemicznego . . . . .                                                                                   | 302 |
| Aneks 6. Liczność materii i jej wielkości pochodne . . . . .                                                                   | 302 |
| Aneks 7. Skład mieszanin . . . . .                                                                                             | 304 |
| Aneks 8. Stężenia roztworów . . . . .                                                                                          | 306 |
| Aneks 9. Prawa gazowe . . . . .                                                                                                | 308 |
| Aneks 10. Reakcje chemiczne . . . . .                                                                                          | 308 |
| Aneks 11. Dysocjacja jonowa i pH roztworu . . . . .                                                                            | 309 |
| Aneks 12. Ogniw . . . . .                                                                                                      | 310 |
| Aneks 13. Elektroliza . . . . .                                                                                                | 310 |
| Aneks 14. Wzory elektronowe. Budowa przestrzenna drobin . . . . .                                                              | 311 |

## TABELLE UZUPEŁNIAJĄCE

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela A6. Skład izotopowy najważniejszych pierwiastków . . . . .                                                                      | 314 |
| Tabela A7. Rozpuszczalność soli i wodorotlenków<br>w wodzie w temperaturze 291–298 K . . . . .                                         | 315 |
| Tabela A8. Wartości energii niektórych wiązań<br>kowalencyjnych [w kJ/mol] . . . . .                                                   | 315 |
| Tabela A9. Gęstość wodnych roztworów wodorotlenków,<br>kwasów i alkoholu etylowego w temperaturze 291 K [g/cm <sup>3</sup> ] . . . . . | 316 |
| Tabela A10. Redukcja objętości gazu do warunków normalnych $V_0 = k \cdot V$ . . . . .                                                 | 317 |
| Tabela A11. Stałe dysocjacji, stopnie dysocjacji, pH roztworu . . . . .                                                                | 318 |
| Tabela A12. Szereg napięciowy metali . . . . .                                                                                         | 321 |
| Tabela A13. Potencjały standardowe niektórych półogniw redoks . . . . .                                                                | 321 |
| Tabela A14. Nadnapięcia wydzielania wodoru, tlenu i metali<br>(w voltach) na różnych elektrodach . . . . .                             | 322 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| ODPOWIEDZI . . . . . | 323 |
|----------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| SKOROWIDZ . . . . . | 343 |
|---------------------|-----|