

Spis treści

Wstęp	9
-------------	---

WSTĘP DO SPEKTROSKOPII

1. Ogólna charakterystyka spektroskopii	11
1.1. Wstęp	11
1.2. Kryteria podziału spektroskopii	12
1.3. Formy energii cząsteczek	14
1.4. Kwantowanie energii	15
1.5. Rozkład energii w stanie równowagi termicznej	17
1.6. Prawdopodobieństwo absorpcji i emisji promieniowania	19
1.7. Czynniki determinujące kontur widma	22
1.7.1. Kształt i szerokość linii widmowej	22
1.7.2. Naturalna szerokość linii spektralnych	24
1.7.3. Tło widmowe	27
1.8. Ogólna charakterystyka aparatury spektroskopowej	28
1.8.1. Rodzaje analizatorów widma	28
1.8.2. Podstawowe właściwości spektrometrów	32

PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE

2. Ogólna charakterystyka promieniowania elektromagnetycznego	37
2.1. Natura i cechy promieniowania elektromagnetycznego	37
2.1.1. Teoria falowa	38
2.1.2. Korpuskularna teoria światła	43
2.2. Charakterystyka zakresów spektralnych promieniowania	45
2.3. Radiometryczne wielkości promieniowania	47
3. Promieniowanie ciała doskonale czarnego	53
3.1. Mody węgli	53
3.2. Prawo Plancka	55
3.3. Prawa Stefana–Boltzmann i Wiena	57
4. Zjawisko fotoelektryczne	59
5. Rozpraszanie Comptona	61
6. Dualizm korpuskularno-falowy	65
7. Fale materii	69
8. Równanie Schrödingera	71

9. Detektory promieniowania stosowane w spektroskopii	75
9.1. Fotopowielacze.....	75
9.2. Matryca MCP.....	77
9.3. Detektory fotowoltaiczne	77
9.3.1. Złącze p - n	77
9.4. Konstrukcje i materiały fotodiod	81
9.5. Fotorezystory.....	84
9.6. Detektory piroelektryczne.....	85
9.7. Detektory wielokanałowe	86
9.7.1. Linijka diodowa.....	86
9.7.2. Kamera CCD	87

SPEKTROSKOPIA ATOMOWA

10. Atom i jego ogólne właściwości	89
10.1. Historia badań i koncepcji atomu	89
10.2. Ogólne właściwości atomów	92
11. Moment pędu, momenty magnetyczne i liczby kwantowe.....	95
11.1. Orbitalny moment pędu	95
11.2. Orbitalny magnetyczny moment dipolowy	97
11.3. Spinowy moment pędu i spinowy moment magnetyczny	99
11.4. Wektorowy model atomu	102
11.5. Reguły Hunda i reguły wyboru.....	107
12. Model atomu Bohra.....	109
13. Budowa powłoki elektronowej według mechaniki kwantowej.....	117
14. Termy i linie rezonansowe wybranych pierwiastków	125
14.1. Termy	125
14.2. Termy i linie rezonansowe litowców	126
14.3. Termy atomowe helu	129
14.4. Termy i linie rezonansowe berylowców.....	131
15. Metody spektroskopii atomowej	133
15.1. Absorpcyjna spektrometria atomowa (AAS).....	133
15.1.1. Podstawy metody AAS	133
15.1.2. Aparatura.....	135
15.1.3. Źródła promieniowania.....	135
15.1.4. Atomizery.....	137
15.2. Metody emisyjnej spektrometrii atomowej.....	139
15.2.1. Fotometria płomieniowa	139
15.2.2. Spektrografia	140
15.3. Plazmowa emisyjna spektrometria atomowa	141

SPEKTROSKOPIA CZĄSTECZKOWA

16. Wstęp do elektronowej spektroskopii molekularnej.....	145
16.1. Stany elektronowe cząsteczek.....	145
16.2. Wiązanie atomowe w teorii orbitali molekularnych.....	148
16.3. Wiązania atomu węgla.....	152
16.4. Charakterystyka wiązań chemicznych.....	156
16.5. Stany wzbudzone, reguła Francka–Condon.....	158
17. Spektrofotometria absorpcyjna UV-VIS	163
17.1. Rodzaje przejść elektronowych i cząsteczek w zakresie UV-VIS	163
17.1.1. Związki organiczne	163
17.1.2. Teoria pola ligandów.....	167
17.1.3. Przejścia z przeniesieniem ładunku.....	170
17.2. Prawa absorpcji.....	172
17.3. Odstępstwa od prawa Lamberta–Beera.....	175
17.4. Metodyki analizy ilościowej w spektrofotometrii	178
17.5. Aparatura kolorymetryczna i spektrofotometryczna	179
17.6. Zastosowania spektrofotometrii UV-VIS.....	184
18. Emisyjna spektroskopia cząsteczkowa UV-VIS.....	185
18.1. Rodzaje luminescencji	185
18.2. Ogólna charakterystyka fluorescencji.....	186
18.3. Charakterystyka parametrów fluorescencji	190
18.4. Wygaszanie fluorescencji.....	192
18.5. Fluorescencja opóźniona.....	195
18.6. Metody pomiaru czasu życia fluorescencji	198
18.6.1. Metoda modulacyjno-fazowa.....	198
18.6.2. Metoda korelowanego w czasie zliczania pojedynczych fotonów	200
18.6.3. Metoda stroboskopowa	202
18.6.4. Metody bramkowania optycznego.....	204
18.7. Układy pomiarowe fluorescencji.....	205
18.8. Zastosowanie fluorescencji.....	210
18.9. Fosforescencja.....	215
18.10. Luminescencja lantanowców	216
18.11. Konwersja energii w górę	220
18.12. Chemiluminescencja.....	223
19. Spektroskopia rotacyjna.....	225
19.1. Rotacyjne poziomy energetyczne	225
19.2. Reguły wyboru oddziaływania promieniowania z rotującymi cząsteczkami.....	229
19.3. Aparatura i zastosowanie spektroskopii rotacyjnej.....	230

20. Spektroskopia absorpcyjna w podczerwieni	233
20.1. Modele oscylatorów	233
20.2. Rodzaje oscylacji.....	239
20.3. Reguły wyboru oddziaływania oscylatorów z promieniowaniem	242
20.4. Widma oscylacyjno-rotacyjne	244
20.5. Zakresy częstości drgań w związkach chemicznych	246
20.6. Metody pomiarowe	249
20.6.1. Technika transmisyjna.....	249
20.6.2. Opis zjawiska odbicia promieniowania.....	250
20.6.3. Technika całkowitego wewnętrznego odbicia (ATR)	254
20.6.4. Technika odbicia dyfuzyjnego (DRIFT).....	256
20.6.5. Spektroskopia refleksyjno-absorpcyjna (IRRAS)	259
20.6.6. Spektroskopia emisyjna w podczerwieni (IRES)	259
20.7. Spektrofotometri IR	259
20.7.1. Spektrofotometri dyspersyjne.....	260
20.7.2. Spektroskopia IR z transformacją Fouriera (FTIR)	261
20.8. Zastosowania spektrofotometrii IR.....	265
21. Spektroskopia rozpraszania ramanowskiego	269
21.1. Charakterystyka zjawiska rozpraszania.....	269
21.2. Kwantowy opis rozproszenia Ramana	274
21.3. Rezonansowe rozpraszanie Ramana (RRS).....	276
21.4. Powierzchniowo wzmocnione rozpraszanie Ramana (SERS)	277
21.5. Aparatura spektroskopii ramanowskiej.....	279
21.6. Zastosowanie spektroskopii ramanowskiej.....	280

WYBRANE PRZYKŁADY WŁASNYCH ZASTOSOWAŃ SPEKTROSKOPII

22. Zastosowanie spektroskopii optycznej do analizy wybranych materiałów pochodzenia biologicznego	283
22.1. Widma absorpcyjne FTIR aminokwasów	284
22.2. Widma Ramana aminokwasów	288
22.3. Widma FTIR białek.....	292
22.4. Widma FTIR pyłków.....	293
22.5. Widma FTIR grzybów	296
22.6. Widma FTIR bakterii.....	297
22.7. Fluorescencja substancji pochodzenia biologicznego	300
22.7.1. Charakterystyka spektralna fluoroforów.....	300
22.7.2. Widma fluorescencji ośrodków biologicznych	303
23. Analiza chemometryczna widm	307
23.1. Hierarchiczna analiza skupień	307
23.2. Klasyfikacja pyłków roślinnych metodą HCA.....	310
23.3. Analiza składowych głównych (PCA)	313

24. Własne stosowane układy pomiarowe.....	319
24.1. Fluorescencja wzbudzana laserowo do detekcji bioaerozoli.....	320
24.2. Spektroskopowa detekcja tlenu azotu z wykorzystaniem lasera kaskadowego	327
24.3. Spektroskopowe metody wykrywania metanu w powietrzu	332
24.3.1. Charakterystyka metanu	332
24.3.2. Charakterystyka absorpcyjna metanu w zakresie IR.....	332
24.3.3. Układy detekcji metanu z optoparami	334
24.3.4. Metoda pomiaru metanu oparta na korelacji optycznej.....	336
24.3.5. Układy zdalnej detekcji metanu	339
24.4. Zdalne wykrywanie toksycznych środków chemicznych i biologicznych w powietrzu.....	341
24.5. Zastosowanie metody fotoakustycznej do analizy gazowych zanieczyszczeń powietrza	345
24.5.1. Analiza gazowych zanieczyszczeń powietrza	345
Literatura.....	349