

_____i

1. Zagadnienia ogólnoanalityczne

- 57

1.8.6.	Przedstawianie wyników analizy — 70	
1.9.	Podstawowe pojęcia w obliczeniach analitycznych	72
1.9.1.	Definicja mola i masy molowej — 72	
1.9.2.	Określanie objętości roztworu — 73	
1.9.3.	Sposoby wyrażania stężeń roztworów — 73	
1.10.	Wybór, sprawdzenie, certyfikacja i walidacja metody analitycznej	77
1.10.1.	Rola metody analitycznej i sygnału analitycznego — 77	
1.10.2.	Czułość metody — 79	
1.10.3.	Zakres pomiarowy stężeń, granica wykrywalności i granica oznaczalności — 80	
1.10.4.	Dokładność i precyzja metod analitycznych — 82	
1.10.5.	Selektywność, specyficzność i uniwersalność metody — 84	
1.10.6.	Parametry ekonomiczne — 86	
1.10.7.	Kryteria wyboru metody analitycznej — 88	
1.10.8.	Sprawdzenie metody analitycznej — 89	
1.10.9.	Materiały odniesienia certyfikowane i niecertyfikowane — 91	
1.10.10.	Proces walidacji — 93	
1.10.11.	Kryterium niepewności pomiaru — 95	
1.10.12.	Akredytacja laboratorium — 96	
1.11.	Rodzaje równowag w chemii analitycznej	97
1.11.1.	Reakcje odwracalne, prawo działania mas — 97	
1.11.2.	Stałe dysocjacji słabych kwasów i zasad — 101	
1.11.3.	Dysocjacja wody. Iloczyn jonowy wody — 104	
1.11.4.	Stała równowagi reakcji redoks — 105	
1.11.5.	Stale trwałość i (tworzenia) kompleksów — 106	
1.11.6.	Iloczyn rozpuszczalności i rozpuszczalność — 108	
1.11.7.	Zestawienie rodzajów stałych równowagi — 109	
1.12.	Ćwiczenia rachunkowe	111
1.13.	Pytania kontrolne	112

Podstawowe czynności pomiarowe w analizie ilościowej 114

2.1.	Wagi i ważenie	114
2.1.1.	Wielkości charakteryzujące wagi — 114	
2.1.2.	Podział wag w zależności o ich nośności i precyzji ważenia — 117	
2.1.3.	Podział wag ze względu na zasadę działania — 117	
2.1.4.	Podział wag analitycznych dźwigniowych — 118	
2.1.5.	Sposoby ważenia — 119	
2.1.6.	Ważenie na wagach o różnych konstrukcjach — 120	
2.1.7.	Wagi periodyczne — 121	
2.1.8.	Wagi aperiodyczne dwuszalkowe — 121	
2.1.9.	Wagi aperiodyczne jednoszalkowe — 123	
2.1.10.	Nowoczesne wagi analityczne — 126	
2.1.11.	Wagi elektroniczne — 127	
2.1.12.	Wagi mikroanalityczne i ultramikroanalityczne — 130	
2.1.13.	Przygotowanie odważek — 131	
2.2.	Naczynia miarowe	132
2.2.1.	Rodzaje naczyń — 132	
2.2.2.	Sprawdzenie pojemności i kalibrowanie naczyń miarowych — 140	
2.2.3.	Pomiar objętości roztworów mianowanych	

	podczas miareczkowania (miareczkowanie objętościowe) — 149	
2.2.4.	Pomiar masy roztworów mianowanych podczas miareczkowania (miareczkowanie wagowe, grawimetryczne) — 151	
2.2.5.	Mycie naczyń — 152	
2.3.	Rola ćwiczeń laboratoryjnych z analizy ilościowej w wykształceniu chemika	154
2.4.	Ćwiczenia rachunkowe	154
2.5.	Pytania kontrolne	155
3.	Analiza wagowa	
	157	
3.1.	Zagadnienia teoretyczne analizy wagowej	157
3.1.1.	Mechanizm powstawania osadu — 157	
3.1.2.	Proces współstrącaniu — 164	
3.1.3.	Wytrącanie osadów z roztworów jednorodnych — 171	
3.1.4.	Mechanizm rozpuszczania osadów — 177	
3.1.5.	Określanie rozpuszczalności na podstawie iloczynu rozpuszczalności — 179	
3.1.6.	Czynniki wpływające na rozpuszczalność osadu — 183	
3.2.	Technika pracy w analizie wagowej	189
3.2.1.	Oddzielanie osadu od roztworu — 189	
3.3.	Przykłady oznaczeń wagowych	200
3.3.1.	Oznaczanie wody — 200	
3.3.2.	Oznaczanie baru lub siarczanów(VI) w postaci siarczanu(VI) baru — 204	
3.3.3.	Oznaczanie żelaza(III) i niklu(II) — 208	
3.3.4.	Oznaczanie glinu w postaci oksychinolinianu glinu — 213	
3.3.5.	Odczynniki organiczne stosowane do wytrącania osadów — 214	
3.4.	Obliczenia w analizie wagowej	216
3.4.1.	Wprowadzenie układu SI w obliczeniach z analizy wagowej — 216	

Spis treści

3.5.	i.4.2. Przykłady obliczeń w analizie wagowej — 216	223
3.5.	Ćwiczenia rachunkowe z analizy wagowej	225
3.6.	Pytania kontrolne	
4.	Analiza miareczkowa	227
4.1.	Wiadomości ogólne	227
4.1.1.	Klasyfikacja metod miareczkowych — 227	
4.1.2.	Substancje i roztwory wzorcowe, przygotowanie roztworów mianowanych — 231	
4.1.3.	Błędy w analizie miareczkowej — 232	
4.2.	Obliczenia w analizie miareczkowej	234
4.2.1.	Obliczenia metodą stechiometryczną — 235	
4.2.2.	Obliczenia metodą współczynników równoważności — 244	
4.2.3.	Obliczenia metodą stężeń normalnych — 256	
4.3.	Alkacymetria	265
4.3.1.	Reakcja kwas–zasada — 265	
4.3.2.	Charakterystyka hydrolizy odwracalnej — 270	
4.3.3.	Zastosowanie hydrolizy nieodwracalnej — 274	
4.3.4.	Wskaźniki kwasowo–zasadowe — 279	
4.3.5.	Krzywe miareczkowania — 286	
4.3.6.	Ko/twory buforowe — 303	
4.3.7.	Substancje wzorcowe i roztwory mianowane — 306	
4.3.8.	Przykłady oznaczeń alkacymetrycznych — 311	
4.3.9.	Miareczkowanie alkacymetryczne w środowisku niewodnym	317
4.3.10.	Ćwiczenia rachunkowe z alkacymetrii — 325	
4.3.11.	Pytania kontrolne — 326	
4.4.	Redoksymetria	327
4.4.1.	Reakcje utleniania i redukcji — 327	
4.4.2.	Charakterystyka aktywności układów redoks — 328	
4.4.3.	Wpływ potencjału redoks w czasie reakcji utleniania i redukcji — 335	
4.4.4.	Wpływ pH na przebieg reakcji redoks — 336	
4.4.	Wpływ reakcji kompleksowania i wytrącania osadów na potencjał redoks — 338	

Spis treści

4.4.6.	Wskaźniki redoks — 339	
4.4.7.	Krzywa miareczkowania redoks — 340	
4.4.8.	Manganometria — 345	
4.4.9.	Jodometria — 355	
4.4.10.	Zasady innych metod redoksymetrycznych — 368	
4.4.11.	Ćwiczenia rachunkowe z redoksymetrii — 372	
4.4.12.	Pytania kontrolne — 373	
4.5.	Miareczkowe metody wytrąceniowe. Argentometria	
4.5.1.	Ogólna charakterystyka miareczkowych metod wytrąceniowych — 574	
	Mianowany roztwór AgNO ₃ — 374	
4.5.2.	Oznaczanie chlorków metodą Mohra — 375	
4.5.3.	Oznaczanie chlorków metodą Volharda — 376	
4.5.4.	Oznaczanie tiocyjanianów metodą Volharda — 378	
4.5.5.	Oznaczanie chlorowców w obecności wskaźników adsorpcyjnych metodą Fajansa i Hassela — 379	
4.5.6.	Krzywa miareczkowania wytrąceniowego — 379	
4.5.7.	Ćwiczenia rachunkowe z argentometrii — 382	
4.5.8.	Pytania kontrolne — 383	
4.6.	Kompleksometria	383
4.6.1.	Podział i rozwój kompleksometrii — 383	
4.6.2.	Podstawy teoretyczne kompleksometrii — 386	
4.6.3.	Kompleksy chelatowe — 388	
4.6.4.	Określanie trwałości kompleksów jedno- i wielofunkcyjnych — 392	
4.6.5.	Trwałość kompleksów metali z EDTA — 400	
4.6.6.	Kompleksy — 402	
4.6.7.	Krzywa miareczkowania kompleksometrycznego — 404	
4.6.8.	Wskaźniki kompleksometryczne — 410	
4.6.9.	Sposoby miareczkowania roztworem EDTA — 414	
4.6.10.	Mianowany roztwór EDTA — 415	
4.6.11.	Przykłady oznaczeń kompleksometrycznych — 416	
4.6.12.	Ćwiczenia rachunkowe — 420	
4.6.13.	Pytania kontrolne —* 420	

5. Metody rozdzielania i zateżania 422

Spis treści

5.1.	Charakterystyka i podział metod rozdzielania i zateżania	422
5.2.	Metody wytrąceniowe i wykorzystujące lotność substancji	424
5.2.1.	Selektywne wytrącanie — 424	
5.2.2.	Współstrącanie z nośnikiem — 427	
5.2.3.	Prawa podziału — 429	
5.2.4.	Przykłady wydzielania śladów z nośnikiem — 433	
5.2.5.	Maskowanie substancji — 434	
5.2.6.	Metody wykorzystujące lotność związków — 438	
5.2.7.	Obliczenia — 440	
5.2.8.	Ćwiczenia rachunkowe — 445	
5.2.9.	Pytania kontrolne — 446	
5.3.	Ekstrakcja	447
5.3.1.	Wiadomości wstępne — 447	
5.3.2.	Wielkość i charakteryzujące proces ekstrakcji — 448	
5.3.3.	Klasyfikacja układów ekstrakcyjnych metali — 456	
5.3.4.	Ekstrakcja kompleksów jonowo-asocjacyjnych — 457	
5.3.5.	Ekstrakcja chelatów wewnętrznych — 459	
5.3.6.	Równowaga procesu ekstrakcji chelatów wewnętrznych — 461	
5.3.7.	Współczynniki reakcji ubocznych w ekstrakcji chelatów wewnętrznych — 464	
5.3.8.	Rodzaje ekstrakcji — 466	
5.3.9.	Ekstrakcja w układzie ciecz–ciecz — 467	
5.3.10.	Ekstrakcja w układzie ciecz–ciało stałe — 469	
5.3.11.	Ekstrakcja do fazy stałej — 471	
5.3.12.	Mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej — 472	
5.3.13.	Ekstrakcja cieczami w stanie nadkrytycznym — 473	
5.3.14.	Przykłady rozdzielania ekstrakcyjnego — 475	
5.3.15.	Obliczenia — 480	
5.3.16.	Ćwiczenia rachunkowe — 486	
5.3.17.	Pytania kontrolne — 487	
5.4.	Wymiana jonowa	488
5.4.1.	Zasada wymiany jonowej i chromatografii jonowymiennej — 488	
5.4.2.	Rodzaje i właściwości grup funkcyjnych (jonogennych) — 490	
5.4.	P o d z i a ł j o n i t ó w z e w z g l ę d u n a r o d z a j z w i ą z k ó w i s t r u k t u r ę	493
5.4.4.	Otrzymywanie syntetycznych jonitów organicznych — 495	
5.4.5.	Współczynniki selektywności, podziału i rozdzielania — 497	

Spis treści

- 5.4.6. Zastosowanie współczynnika podziału do obliczenia objętości retencji — 502
- 5.4.7. Graficzne przedstawienie równowagi wymiany jonowej — 505
- 5.4.8. Technika procesu wymiany jonowej w kolumnie — 508
- 5.4.9. Przykłady metod rozdzielania — 517
- 5.4.10. Obliczenia — 520
- 5.4.11. Ćwiczenia rachunkowe — 524
- 5.4.12. Pytania kontrolne — 525

Kierunki rozwojowe współczesnej chemii analitycznej 527

- 6.1. Analiza śladowa 527
 - 6.1.1. Przedmiot analizy śladowej — 527
 - 6.1.2. Rozwój analizy śladowej — 527
 - 6.1.3. Podział analizy śladowej — 528
 - 6.1.4. Jednostki stężeń w analizie śladowej — 530
 - 6.1.5. Zastosowanie analizy śladowej — 531
 - 6.1.6. Oznaczalność i ślepa próba w analizie śladowej — 533
 - 6.1.7. Specyfika wykonania analizy śladowej — 534
 - 6.1.8. Biologiczna rola pierwiastków śladowych — 536
- 6.2. Specjacja i analiza specjacyjna 537
 - Znaczenie formy chemicznej występowania pierwiastków — 537
 - 6.2.2. Rola analizy specjacyjnej — 538
 - 6.2.3. Rodzaje specjacji — 538
 - 6.2.4. Specjacja stopni utlenienia — 539
 - 6.2.5. Specjacja różnych form występowania — 540
 - 6.2.6. Specjacja selenu i jego działanie przeciwutleniające — 541
 - 6.2.7. Specjacja pierwiastków toksycznych — 542
 - 6.2.8. Cykl przemian biogeochemicznych — 547
- 6.3. Problematyka analizy specjacyjnej — 548
- 6.4. Analiza środowiska 549
 - 6.3.1. Pojęcia podstawowe ochrony środowiska i ekologii — 549
 - 6.3.2. Rodzaje zanieczyszczeń środowiska — 550
 - 6.3.3. Skażenie środowiska związkami nieorganicznymi — 551
 - 6.3.4. Skażenie środowiska związkami organicznymi — 552
 - 6.3.5. Analityka zanieczyszczeń środowiska — 554
 - 6.3.6. Monitoring zanieczyszczeń środowiska — 556

Spis treści

6.3.7.	Zanieczyszczenie powietrza w środowisku pracy i zamkniętych pomieszczeniach — 559	
6.3.8.	Zielona chemia analityczna — 562	
6.5.	Obliczenia	565
6.6.	Ćwiczenia rachunkowe	568
6.7.	Pytania kontrolne	568
Literatura		571
Wyniki ćwiczeń rachunkowych		577
Względne masy atomowe pierwiastków (2001 r.)		581
Skorowidz		583