

OBSAH

| | | |
|------------|---|------------|
| | Předmluva k českému vydání | V |
| | Rozvržení a struktura učebnice..... | VII |
| | Obsah | IX |
| | Seznam symbolů a zkratk..... | XXI |
| | KAPITOLA 1 | |
| | Poslání a podstata analytické chemie | 1 |
| 1.1 | Poslání analytické chemie..... | 1 |
| 1.2 | Metody kvantitativní analýzy..... | 3 |
| 1.3 | Obecný postup kvantitativní analýzy..... | 3 |
| 1.3.1 | Volba analytické metody | 4 |
| 1.3.2 | Odběr vzorku..... | 5 |
| 1.3.3 | Zpracování vzorku..... | 5 |
| 1.3.4 | Potlačení interferencí..... | 6 |
| 1.3.5 | Kalibrace a měření obsahu analytu..... | 7 |
| 1.3.6 | Výpočet výsledků | 7 |
| 1.3.7 | Určení spolehlivosti výsledků..... | 7 |
| 1.4 | Integroující úloha analytické chemie, systém zpětné vazby..... | 7 |
| | ČÁST I | |
| | NÁSTROJE ANALYTICKÉ CHEMIE | 13 |
| | KAPITOLA 2 | |
| | Chemikálie, přístroje a měření v analytické chemii | 15 |
| 2.1 | Výběr a práce s reagenty a chemikáliemi | 15 |
| 2.1.1 | Klasifikace chemikálií | 15 |
| 2.1.2 | Obecná pravidla pro zacházení s chemikáliemi a jejich roztoky | 16 |
| 2.2 | Označování a čištění laboratorního skla | 17 |
| 2.3 | Váhy v analytické laboratoři | 17 |
| 2.3.1 | Analytické váhy..... | 17 |
| 2.3.2 | Zdroje chyb při používání analytických vah..... | 18 |
| 2.3.3 | Laboratorní váhy (předvážky)..... | 20 |
| 2.4 | Vybavení a postupy spojené s vážením..... | 21 |
| 2.4.1 | Váženky | 21 |
| 2.4.2 | Exsikátory a sušidla..... | 21 |
| 2.4.3 | Vážení | 22 |
| 2.5 | Filtrování, sušení a žihání sraženin..... | 22 |
| 2.5.1 | Filtrace | 23 |
| 2.5.2 | Sušení..... | 25 |
| 2.5.3 | Žihání..... | 26 |
| 2.6 | Měření objemů..... | 26 |
| 2.6.1 | Pipety | 27 |
| 2.6.2 | Byrety | 29 |
| 2.6.3 | Odměrné baňky | 31 |
| 2.6.4 | Kalibrace odměrných nádob | 32 |
| | KAPITOLA 3 | |
| | Výpočetní technika a chemoinformatika v analytické chemii | 35 |
| 3.1 | Signál a jeho zpracování analytické chemii..... | 35 |
| 3.2 | Chemoinformatika v analytické chemii..... | 38 |
| | KAPITOLA 4 | |
| | Výpočty v analytické chemii | 41 |
| 4.1 | Jednotky měření | 41 |
| 4.1.1 | Jednotky SI..... | 41 |
| 4.1.2 | Rozdíl mezi hmotností a tíhou..... | 44 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| 4.1.3 | Látkové množství a mol..... | 44 |
| 4.1.4 | Výpočet látkového množství..... | 48 |
| 4.2 | Roztoky a jejich složení | 48 |
| 4.2.1 | Obsah látek v roztoku..... | 48 |
| 4.2.3 | Hustota roztoků..... | 55 |
| 4.3 | Chemická stechiometrie | 56 |
| 4.3.1 | Empirické, molekulové a racionální vzorce..... | 56 |
| 4.3.2 | Stechiometrické výpočty..... | 57 |
| | Cvičení | 59 |
| KAPITOLA 5 | | |
| | Chyby měření v analytické chemii | 63 |
| 5.1 | Důležité pojmy | 64 |
| 5.1.1 | Průměr a medián..... | 65 |
| 5.1.2 | Přesnost..... | 65 |
| 5.1.3 | Přesnost..... | 66 |
| 5.1.4 | Druhy chyb v experimentálních datech (výsledcích)..... | 67 |
| 5.2 | Systematické chyby | 68 |
| 5.2.1 | Zdroje systematických chyb..... | 68 |
| 5.2.2 | Vliv systematických chyb na výsledky analýz..... | 69 |
| 5.2.3 | Detekce systematických přístrojových a lidských chyb..... | 70 |
| 5.2.4 | Detekce systematických chyb metody..... | 70 |
| | Cvičení | 72 |
| KAPITOLA 6 | | |
| | Náhodné chyby v analytické chemii | 75 |
| 6.1 | Povaha náhodných chyb | 75 |
| 6.1.1 | Zdroje náhodných chyb..... | 76 |
| 6.1.2 | Rozdělení četnosti výsledků experimentu..... | 76 |
| 6.2 | Statistické zpracování náhodných chyb | 79 |
| 6.2.1 | Statistické vzorky a soubory dat..... | 80 |
| 6.2.2 | Vlastnosti Gaussovy křivky..... | 80 |
| 6.2.3 | Směrodatná odchylka výběru: míra přesnosti..... | 84 |
| 6.2.4 | Spolehlivost s jako míra přesnosti..... | 86 |
| 6.2.5 | Rozptyl a jiné míry přesnosti..... | 88 |
| 6.3 | Směrodatná odchylka vypočítaných výsledků | 89 |
| 6.3.1 | Směrodatná odchylka součtu nebo rozdílu..... | 89 |
| 6.3.2 | Směrodatná odchylka součinu nebo podílu..... | 90 |
| 6.3.3 | Směrodatné odchylky v exponenciálních výpočtech..... | 92 |
| 6.3.4 | Směrodatné odchylky logaritmu a odlogaritmování..... | 93 |
| 6.4 | Uvádění vypočítaných výsledků | 94 |
| 6.4.1 | Platné číslice..... | 94 |
| 6.4.2 | Platné číslice při výpočtech..... | 94 |
| 6.4.3 | Zaokrouhlování výsledků (dat)..... | 96 |
| 6.4.4 | Vyjadřování výsledků chemických výpočtů..... | 96 |
| | Cvičení | 96 |
| KAPITOLA 7 | | |
| | Statistické zpracování a vyhodnocení dat | 101 |
| 7.1 | Konfidenční intervaly | 102 |
| 7.1.1 | Hledání konfidenčního intervalu, je-li σ známé nebo je s dobrým odhadem σ | 102 |
| 7.1.2 | Hledání konfidenčního intervalu, je-li σ neznámé..... | 104 |
| 7.2 | Statistické nástroje pro testování hypotéz | 106 |
| 7.2.1 | Porovnání střední hodnoty se vztahnou hodnotou..... | 106 |
| 7.2.2 | Porovnání dvou středních hodnot (průměrů)..... | 110 |
| 7.2.3 | Chyby při testování hypotéz..... | 113 |
| 7.2.4 | Porovnání rozptylů..... | 114 |
| 7.3 | Analýza rozptylu | 116 |
| 7.3.1 | Koncepty ANOVA..... | 116 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.3.2 | Jednofaktoriální ANOVA..... | 117 |
| 7.3.3 | Identifikace odlišných výsledků..... | 121 |
| 7.4 | Detekce hrubých chyb | 122 |
| 7.4.1 | Q -Test..... | 122 |
| 7.4.2 | Jiné statistické testy..... | 123 |
| 7.4.3 | Doporučení pro zacházení s odlehlými výsledky..... | 123 |
| | Cvičení | 124 |

KAPITOLA 8

| | | |
|-------|--|-----|
| | Vzorkování, standardizace a kalibrace | 129 |
| 8.1 | Analytické vzorky a metody | 130 |
| 8.1.1 | Třídění metod podle velikosti vzorků a zastoupení analytů..... | 130 |
| 8.1.2 | Skutečné vzorky..... | 132 |
| 8.2 | Odběr vzorků (vzorkování) | 137 |
| 8.2.1 | Získání reprezentativního vzorku..... | 137 |
| 8.2.2 | Nejistota vzorkování..... | 138 |
| 8.2.3 | Hrubý vzorek..... | 138 |
| 8.2.4 | Příprava laboratorního vzorku..... | 142 |
| 8.2.5 | Počet laboratorních vzorků..... | 147 |
| 8.3 | Rozklad a rozpouštění vzorku | 148 |
| 8.3.1 | Rozpouštění v anorganických kyselinách..... | 148 |
| 8.3.2 | Rozpouštění v alkalických hydroxidech..... | 149 |
| 8.3.3 | Tlakový a mikrovlnný rozklad..... | 149 |
| 8.3.4 | Rozklad tavením..... | 150 |
| 8.3.5 | Rozklad organických látek..... | 151 |
| 8.4 | Automatické zpracování vzorků | 152 |
| 8.4.1 | Diskrétní metody..... | 152 |
| 8.4.2 | Průtokové metody..... | 152 |
| 8.5 | Standardizace a kalibrace | 155 |
| 8.5.1 | Porovnání se standardy..... | 155 |
| 8.5.2 | Kalibrace vnějšími standardy..... | 156 |
| 8.5.3 | Metoda nejmenších čtverců..... | 158 |
| 8.5.4 | Chyby při kalibraci vnějšími standardy..... | 164 |
| 8.6 | Minimalizace chyb analytických postupů | 166 |
| 8.6.1 | Separace..... | 166 |
| 8.6.2 | Saturace, modifikování matrice a maskování..... | 167 |
| 8.6.3 | Ředění vzorku a napodobování matrice..... | 167 |
| 8.6.4 | Metody vnitřního standardu..... | 167 |
| 8.6.5 | Metody přídavku standardu..... | 170 |
| 8.7 | Výkonnostní parametry analytických metod | 171 |
| 8.7.1 | Citlivost a mez detekce..... | 171 |
| 8.7.2 | Lineární dynamický rozsah..... | 172 |
| 8.7.3 | Zabezpečování kvality analytických výsledků..... | 172 |
| | Cvičení | 175 |

ČÁST II**CHEMICKÉ ROVNOVÁHY**..... 181**KAPITOLA 9**

| | | |
|-------|--|-----|
| | Vodné roztoky a chemické rovnováhy | 183 |
| 9.1 | Chemické složení vodných roztoků | 183 |
| 9.1.1 | Klasifikace roztoků elektrolytů..... | 183 |
| 9.1.2 | Kyseliny a zásady..... | 184 |
| 9.1.3 | Amfiprotní částice..... | 185 |
| 9.1.4 | Autoprotolýza..... | 186 |
| 9.1.5 | Síla kyselin a zásad..... | 187 |
| 9.2 | Chemická rovnováha | 187 |
| 9.2.1 | Rovnovážný stav..... | 188 |
| 9.2.2 | Vztahy pro rovnovážnou konstantu..... | 189 |
| 9.2.3 | Druhy rovnovážných konstant v analytické chemii..... | 190 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| 9.2.4 | Použití iontového součinu vody..... | 190 |
| 9.2.5 | Použití součinu rozpustnosti..... | 193 |
| 9.2.6 | Použití acidobazických disociačních konstant..... | 196 |
| 9.3 | Tlumivé roztoky..... | 203 |
| 9.3.1 | Výpočet pH tlumivých roztoků..... | 203 |
| 9.3.2 | Vlastnosti tlumivých roztoků..... | 206 |
| | Cvičení..... | 211 |
| | KAPITOLA 10 | |
| | Vliv elektrolytů na chemickou rovnováhu..... | 215 |
| 10.1 | Vliv elektrolytů na chemickou rovnováhu..... | 215 |
| 10.1.1 | Vliv iontového náboje na rovnováhu..... | 217 |
| 10.1.2 | Vliv iontové síly..... | 217 |
| 10.1.3 | Solný vliv..... | 218 |
| 10.2 | Aktivitní koeficienty..... | 219 |
| 10.2.1 | Vlastnosti aktivitních koeficientů..... | 219 |
| 10.2.2 | Debyeova–Hückelova rovnice..... | 220 |
| 10.2.3 | Výpočty chemických rovnováh s užitím aktivitních koeficientů..... | 223 |
| 10.2.4 | Zanedbání aktivitních koeficientů ve výpočtech chemických rovnováh..... | 225 |
| | Cvičení..... | 225 |
| | KAPITOLA 11 | |
| | Řešení chemických rovnováh ve složitých systémech..... | 227 |
| 11.1 | Metoda pro řešení chemických rovnováh ve složitých systémech..... | 228 |
| 11.1.1 | Látková bilance částic..... | 228 |
| 11.1.2 | Nábojová bilance..... | 230 |
| 11.1.3 | Postup pro výpočty v systému obsahujícím vícenásobné chemické rovnováhy..... | 232 |
| 11.2 | Výpočet rozpustnosti systematickou metodou..... | 233 |
| 11.2.1 | Rozpustnost hydroxidů kovů..... | 233 |
| 11.2.2 | Vliv pH roztoku na rozpustnost..... | 236 |
| 11.2.3 | Vliv nedisociovaných látek na srážecí rovnováhy..... | 238 |
| 11.2.4 | Rozpustnost sraženin v přítomnosti komplexačních činidel..... | 239 |
| 11.3 | Separace iontů pomocí řízené koncentrace srážecího činidla..... | 242 |
| 11.3.1 | Výpočet možnosti separace iontů..... | 243 |
| 11.3.2 | Ovlivňování koncentrace sulfidových aniontů..... | 244 |
| | Cvičení..... | 250 |
| | ČÁST III | |
| | CHEMICKÉ METODY ANALÝZY..... | 253 |
| | KAPITOLA 12 | |
| | Vázková stanovení..... | 255 |
| 12.1 | Vázková stanovení založená na vylučování málo rozpustných sloučenin..... | 255 |
| 12.1.1 | Vlastnosti sraženin a srážecích činidel..... | 256 |
| 12.1.2 | Velikost částic a filtrovatelnost sraženin..... | 256 |
| 12.1.3 | Koloidní sraženiny..... | 258 |
| 12.1.4 | Krystalické sraženiny..... | 260 |
| 12.1.5 | Spolusrážení..... | 261 |
| 12.1.6 | Srážení z homogenního prostředí..... | 263 |
| 12.1.7 | Sušení a žihání sraženin..... | 264 |
| 12.2 | Výpočty ve vázkových stanoveních..... | 265 |
| 12.3 | Použití vázkových stanovení..... | 268 |
| 12.3.1 | Anorganická srážecí činidla..... | 268 |
| 12.3.2 | Redukční činidla..... | 268 |
| 12.3.3 | Organická srážecí činidla..... | 269 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 12.3.4 | Vázková stanovení funkčních skupin organických sloučenin..... | 271 |
| 12.4 | Vázková stanovení založená na využití těkavých látek..... | 272 |
| | Cvičení..... | 273 |

KAPITOLA 13

| | | |
|-------------|--|------------|
| | Odměrná stanovení..... | 277 |
| 13.1 | Základní pojmy používané při odměrných stanoveních..... | 278 |
| 13.1.1 | Bod ekvivalence a bod konce titrace. Indikátory..... | 278 |
| 13.1.2 | Primární standardy..... | 279 |
| 13.2 | Odměrné roztoky..... | 280 |
| 13.3 | Výpočty v odměrných stanoveních..... | 281 |
| 13.3.1 | Výpočty koncentrace odměrných roztoků..... | 281 |
| 13.3.2 | Výpočty množství analytu ve vzorku..... | 283 |
| 13.4 | Titrační křivky..... | 287 |
| 13.4.1 | Typy titračních křivek..... | 287 |
| 13.4.2 | Koncentrační změny v průběhu titrace..... | 287 |
| 13.5 | Gravimetrické titrace..... | 289 |
| | Cvičení..... | 290 |

KAPITOLA 14

| | | |
|-------------|---|------------|
| | Základy neutralizačních titrací..... | 293 |
| 14.1 | Odměrné roztoky a indikátory v neutralizačních titracích..... | 293 |
| 14.1.1 | Odměrné roztoky..... | 294 |
| 14.1.2 | Acidobazické indikátory..... | 294 |
| 14.2 | Titrace silných kyselin a silných zásad..... | 297 |
| 14.2.1 | Titrace silné kyseliny odměrným roztokem silné zásady..... | 297 |
| 14.2.2 | Titrace silné zásady odměrným roztokem silné kyseliny..... | 300 |
| 14.3 | Titrace slabých kyselin..... | 303 |
| 14.3.1 | Výpočet průběhu titrační křivky..... | 303 |
| 14.3.2 | Vliv koncentrace na titrační křivku..... | 307 |
| 14.3.3 | Vliv úplnosti reakce na titrační křivku..... | 308 |
| 14.3.4 | Výběr indikátoru..... | 308 |
| 14.4 | Titrace slabých zásad..... | 310 |
| 14.5 | Změny složení titrovaného roztoku během neutralizační titrace..... | 313 |
| | Cvičení..... | 317 |

KAPITOLA 15

| | | |
|-------------|--|------------|
| | Titrace směsných systémů kyselin a zásad..... | 321 |
| 15.1 | Směsi silné a slabé kyseliny nebo silné a slabé zásady..... | 321 |
| 15.2 | Vícesytné kyseliny a zásady..... | 325 |
| 15.3 | Tlumivé roztoky obsahující vícesytné kyseliny..... | 328 |
| 15.4 | Výpočet pH roztoků hydrogensolí NaHA..... | 330 |
| 15.5 | Titrační křivky pro vícesytné kyseliny..... | 333 |
| 15.6 | Titrační křivky pro vícesytné zásady..... | 343 |
| 15.7 | Titrační křivky pro amfiprotní látky..... | 345 |
| 15.8 | Složení roztoků vícesytných kyselin jako funkce pH..... | 347 |
| 15.8.1 | Distribuční diagramy závislosti α -hodnot na pH..... | 347 |
| 15.8.2 | Logaritmické koncentrační diagramy..... | 349 |
| | Cvičení..... | 353 |

KAPITOLA 16

| | | |
|-------------|---|------------|
| | Použití neutralizačních titrací..... | 357 |
| 16.1 | Odměrné roztoky pro neutralizační titrace..... | 357 |
| 16.1.1 | Příprava odměrných roztoků kyselin..... | 357 |
| 16.1.2 | Standardizace odměrných roztoků kyselin..... | 358 |
| 16.1.3 | Příprava odměrných roztoků zásad..... | 360 |
| 16.1.4 | Standardizace odměrných roztoků zásad..... | 361 |
| 16.2 | Typická stanovení neutralizačními titracemi..... | 362 |
| 16.2.1 | Elementární analýza..... | 362 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 16.2.2 | Stanovení anorganických látek | 364 |
| 16.2.3 | Stanovení organických funkčních skupin | 367 |
| | Cvičení | 369 |
| | KAPITOLA 17 | |
| | Komplexotvorné a srážecí titrace | 373 |
| 17.1 | Rovnováha komplexotvorných reakcí | 373 |
| 17.1.1 | Vznik komplexů kov-chelát | 373 |
| 17.1.2 | Konstanta stability | 375 |
| 17.1.3 | Podmíněná konstanta stability | 376 |
| 17.2 | Organická komplexační činidla | 379 |
| 17.3 | Komplexotvorné titrace | 380 |
| 17.3.1 | Ethylendiamintetraoctová kyselina | 382 |
| 17.3.2 | Komplexy EDTA s ionty kovů | 383 |
| 17.3.3 | Výpočty chemických rovnováh systémů s EDTA | 386 |
| 17.3.4 | Titrační křivky titrací s EDTA | 389 |
| 17.3.5 | Vliv přítomnosti dalších komplexačních činidel na titrační křivku titrací s EDTA | 393 |
| 17.3.6 | Indikátory titrací s EDTA | 396 |
| 17.3.7 | Metody odměrných stanovení využívajících EDTA | 399 |
| 17.4 | Srážecí titrace | 401 |
| 17.4.1 | Titrační křivky srážecích titrací | 402 |
| 17.4.2 | Titrační křivky pro titraci směsi aniontů | 404 |
| 17.4.3 | Využití srážecích titrací, indikace bodu konce titrace | 407 |
| | Cvičení | 409 |
| | ČÁST III | |
| | ELEKTROANALYTICKÉ METODY | 413 |
| | KAPITOLA 18 | |
| | Úvod do elektroanalytické chemie | 415 |
| 18.1 | Charakteristika oxidačně-redukčních reakcí | 415 |
| 18.1.1 | Porovnání redoxních a acidobazických reakcí | 416 |
| 18.1.2 | Redoxní reakce v elektrochemických člancích | 417 |
| 18.2 | Elektrochemické články | 418 |
| 18.2.1 | Katody a anody | 420 |
| 18.2.2 | Typy elektrochemických článků | 420 |
| 18.2.3 | Schematický zápis článků | 421 |
| 18.2.4 | Proudy v elektrochemických člancích | 422 |
| 18.3 | Elektroodvé potenciály | 423 |
| 18.3.1 | Konvence při volbě znamének pro potenciály článků | 424 |
| 18.3.2 | Standardní vodíková elektroda jako referentní elektroda | 427 |
| 18.3.3 | Elektroodvé potenciály a standardní elektroodvé potenciály | 428 |
| 18.3.4 | Další důsledky znaménkové konvence IUPAC | 430 |
| 18.3.5 | Vliv koncentrace na elektroodvé potenciál: Nernstova rovnice .. | 430 |
| 18.3.6 | Standardní elektroodvé potenciály | 433 |
| 18.3.7 | Omezení při používání standardních elektroodvých potenciálů .. | 436 |
| 18.4 | Konduktometrie a dielektrimetrie | 439 |
| 18.4.1 | Konduktometrie | 439 |
| 18.4.2 | Dielektrimetrie | 442 |
| | Cvičení | 442 |
| | KAPITOLA 19 | |
| | Využití standardních elektroodvých potenciálů | 445 |
| 19.1 | Výpočty napětí elektrochemických článků | 445 |
| 19.2 | Experimentální stanovení standardních potenciálů | 451 |
| 19.3 | Výpočet rovnováh redoxních reakcí | 454 |
| 19.4 | Oxidačně-redukční titrační křivky | 458 |
| 19.4.1 | Elektroodvé potenciál během oxidačně-redukční titrace | 458 |
| 19.4.2 | Výpočet průběhu oxidačně-redukční titrační křivky | 460 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 19.4.3 | Vliv proměnných na oxidačně-redukční titrační křivky | 467 |
| 19.8 | Indikátory oxidačně-redukčních titrací | 468 |
| 19.5.1 | Oxidačně-redukční indikátory | 468 |
| 19.5.2 | Specifické oxidačně-redukční indikátory | 471 |
| 19.5.3 | Autoindikace | 471 |
| 19.6 | Potenciometrická detekce bodu ekvivalence oxidačně-redukční titrace | 471 |
| | Cvičení | 471 |
| | KAPITOLA 20 | |
| | Oxidačně-redukční titrace | 475 |
| 20.1 | Pomocná oxidační a redukční činidla | 475 |
| 20.1.1 | Pomocná redukční činidla | 476 |
| 20.1.2 | Pomocná oxidační činidla | 477 |
| 20.2 | Použití redukčních činidel v odměrné analýze | 477 |
| 20.2.1 | Odměrné roztoky železnatých iontů | 477 |
| 20.2.2 | Thiosíran sodný | 478 |
| 20.3 | Použití oxidačních činidel v odměrné analýze | 480 |
| 20.3.1 | Silná oxidační činidla: manganistan draselný a ceričitá sůl | 480 |
| 20.3.2 | Dichroman draselný | 486 |
| 20.3.3 | Jod | 487 |
| 20.3.4 | Bromičnan draselný jako zdroj bromu | 489 |
| 20.3.5 | Stanovení vody podle Karl Fischera | 491 |
| | Cvičení | 492 |
| | KAPITOLA 21 | |
| | Potenciometrie | 495 |
| 21.1 | Obecný princip potenciometrického měření | 495 |
| 21.2 | Typy elektrod používaných v potenciometrii | 497 |
| 21.3 | Referentní (srovnávací) elektrody | 498 |
| 21.3.1 | Kalomelová a merkursulfátová elektroda | 499 |
| 21.3.2 | Argentchloridová elektroda | 501 |
| 21.4 | Potenciál kapalinového rozhraní | 501 |
| 21.5 | Indikační elektrody | 502 |
| 21.5.1 | Kovové indikační elektrody prvního druhu | 502 |
| 21.5.2 | Inertní elektrody pro redoxní systémy | 503 |
| 21.5.3 | Membránové indikační elektrody | 503 |
| 21.5.4 | Detektory plynů | 512 |
| 21.6 | Přístroje pro měření napětí | 516 |
| 21.7 | Přímá potenciometrie | 516 |
| 21.7.1 | Vztahy pro přímou potenciometrii | 516 |
| 21.7.2 | Kalibrační měření s vnějším standardem | 518 |
| 21.7.3 | Aktivita, nebo koncentrace? | 520 |
| 21.7.4 | Metoda přidavku standardu | 521 |
| 21.7.5 | Potenciometrické měření pH se skleněnou elektrodou | 521 |
| 21.8 | Potenciometrické titrace | 523 |
| 21.8.1 | Určení bodu konce titrace | 525 |
| 21.8.2 | Neutralizační titrace | 525 |
| 21.8.3 | Oxidačně-redukční titrace | 525 |
| 21.9 | Potenciometrické určení rovnovážných konstant | 525 |
| 21.9.1 | Určení disociačních konstant | 525 |
| 21.9.2 | Určení konstant stability | 527 |
| | Cvičení | 528 |
| | KAPITOLA 22 | |
| | Metody založené na úplné elektrolyze: elektrogravimetrie a coulometrie | 533 |
| 22.1 | Vliv proudu na napětí článku | 533 |
| 22.1.1 | Ohmická polarizace neboli ohmický spád | 535 |
| 22.1.2 | Polarizační efekty | 536 |

| | | | |
|--------------------------------------|---|-----|-----|
| 22.2 | Selektivita elektrolytických metod..... | 539 | |
| 22.3 | Elektrogravimetrické metody..... | 541 | |
| 22.3.1 | Galvanostatická elektrogravimetrie..... | 542 | |
| 22.3.2 | Potenciostatická elektrogravimetrie..... | 544 | |
| 22.4 | Coulometrické metody..... | 546 | |
| 22.4.1 | Elektrický náboj a zákony elektrolyzy..... | 547 | |
| 22.4.2 | Typy coulometrických měření..... | 548 | |
| 22.4.3 | Potenciostatická coulometrie..... | 548 | |
| 22.4.4 | Coulometrické titrace..... | 550 | |
| | Cvičení | 555 | |
| KAPITOLA 23 | | | |
| | Voltametrie | 559 | |
| 23.1 | Potenciálové programy ve voltametrii..... | 560 | |
| 23.2 | Voltametrická instrumentace..... | 561 | |
| 23.2.1 | Pracovní elektrody..... | 563 | |
| 23.2.2 | Voltametrická křivka..... | 565 | |
| 23.3 | Voltametrie v míchaných roztocích..... | 566 | |
| 23.3.1 | Koncentrační profily u povrchu elektrody..... | 567 | |
| 23.3.2 | Voltametrické proudy..... | 570 | |
| 23.3.3 | Kyslíková vlna..... | 573 | |
| 23.3.4 | Využití voltametrie a amperometrie v míchaných roztocích..... | 573 | |
| 23.4 | Polarografie..... | 579 | |
| 23.4.1 | Polarografické proudy..... | 579 | |
| 23.4.2 | Polarogramy..... | 580 | |
| 23.4.3 | Difuzní proud na kapající rtuťové elektrodě..... | 580 | |
| 23.4.4 | Zbytkový proud..... | 580 | |
| 23.5 | Pulsní voltametrie..... | 581 | |
| 23.5.1 | Diferenční pulsní voltametrie..... | 581 | |
| 23.5.2 | Square-wave voltametrie..... | 582 | |
| 23.6 | Rozpouštěcí voltametrie..... | 583 | |
| 23.6.1 | Elektrolytické nahromadění analytu..... | 584 | |
| 23.6.2 | Doba klidu..... | 584 | |
| 23.6.3 | Voltametrické stanovení..... | 584 | |
| 23.6.4 | Adsorpční rozpouštěcí voltametrie..... | 585 | |
| 23.7 | Cyklická voltametrie..... | 585 | |
| 23.8 | Voltametrie na mikroelektrodách..... | 589 | |
| 23.9 | Analytické využití voltametrie..... | 589 | |
| 23.9.1 | Stanovení anorganických sloučenin..... | 590 | |
| 23.9.2 | Stanovení organických sloučenin..... | 590 | |
| | Cvičení | 591 | |
| ČÁST V | | | |
| Spektrochemická analýza | | | 593 |
| KAPITOLA 24 | | | |
| | Úvod do spektrochemických metod | 595 | |
| 24.1 | Vlastnosti elektromagnetického záření..... | 596 | |
| 24.1.1 | Vlnový charakter elektromagnetického záření..... | 596 | |
| 24.1.2 | Částicový charakter záření: foton..... | 598 | |
| 24.2 | Interakce záření s hmotou..... | 599 | |
| 24.2.1 | Spektrum elektromagnetického záření..... | 599 | |
| 24.2.2 | Spektroskopická měření..... | 601 | |
| 24.3 | Absorpce záření..... | 601 | |
| 24.3.1 | Lambertův–Beerův zákon..... | 603 | |
| 24.3.2 | Absorpční spektra..... | 607 | |
| 24.3.3 | Odchyšky od Lambertova–Beerova zákona..... | 610 | |
| 24.4 | Emise elektromagnetického záření..... | 615 | |
| 24.4.1 | Atomová emisní spektra..... | 616 | |
| 24.4.2 | Emise záření fluorescencí a fosforescencí..... | 619 | |
| | Cvičení | 621 | |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| KAPITOLA 25 | | |
| | Instrumentace v optické spektrometrii | 625 |
| 25.1 | Součásti přístrojů..... | 625 |
| 25.1.1 | Optické materiály..... | 626 |
| 25.1.2 | Zdroje záření..... | 627 |
| 25.1.3 | Selektory vlnových délek..... | 631 |
| 25.1.4 | Detekce a měření zářivého toku..... | 639 |
| 25.1.5 | Zpracování a čtení signálu..... | 646 |
| 25.1.6 | Kyvety..... | 647 |
| 25.2 | Absorpční spektrometry v oblasti UV/VIS..... | 648 |
| 25.2.1 | Jednopaprskové přístroje..... | 648 |
| 25.2.2 | Dvoupaprskové přístroje..... | 648 |
| 25.2.3 | Multikanálové přístroje..... | 649 |
| 25.3 | Absorpční spektrometry v infračervené oblasti..... | 650 |
| 25.3.1 | Disperzní infračervené spektrometry..... | 650 |
| 25.3.2 | Infračervené spektrometry s Fourierovou transformací..... | 650 |
| | Cvičení | 656 |
| KAPITOLA 26 | | |
| | Molekulová absorpční spektroskopie | 659 |
| 26.1 | Molekulová absorpční spektroskopie v ultrafialové a viditelné oblasti..... | 659 |
| 26.1.1 | Absorbující specie..... | 659 |
| 26.1.2 | Aplikace spektroskopie UV/VIS v kvalitativní analýze..... | 662 |
| 26.1.3 | Aplikace spektroskopie UV/VIS v kvantitativní analýze..... | 664 |
| 26.1.4 | Odměrná stanovení se spektrometrickou indikací konce titrace..... | 673 |
| 26.1.5 | Spektrometrické studium složení komplexů..... | 676 |
| 26.2 | Spektrometrická stanovení v průtokovém uspořádání..... | 678 |
| 26.2.1 | Instrumentace v průtokové injekční analýze..... | 679 |
| 26.2.2 | Pokročilé techniky průtokové analýzy..... | 680 |
| 26.2.3 | Typické aplikace průtokové injekční analýzy..... | 680 |
| 26.3 | Infračervená absorpční spektroskopie..... | 681 |
| 26.3.1 | Infračervená spektra..... | 682 |
| 26.3.2 | Instrumentace v infračervené spektrometrii..... | 683 |
| 26.3.3 | Využití infračervené spektroskopie v kvalitativní analýze..... | 685 |
| 26.3.4 | Využití infračervené spektroskopie v kvantitativní analýze..... | 686 |
| | Cvičení | 687 |
| KAPITOLA 27 | | |
| | Molekulová fluorescenční spektroskopie | 693 |
| 27.1 | Teorie molekulové fluorescence..... | 693 |
| 27.1.1 | Relaxační procesy..... | 694 |
| 27.1.2 | Fluoreskující specie..... | 695 |
| 27.2 | Vztah mezi koncentrací analytu a intenzitou fluorescence..... | 696 |
| 27.3 | Instrumentace ve fluorescenční spektroskopii..... | 697 |
| 27.4 | Aplikace molekulových fluorescenčních metod..... | 699 |
| 27.4.1 | Stanovení anorganických analytů..... | 699 |
| 27.4.2 | Stanovení organických analytů..... | 699 |
| 27.5 | Molekulová fosforescenční spektroskopie..... | 700 |
| 27.6 | Chemiluminiscence..... | 702 |
| | Cvičení | 703 |
| KAPITOLA 28 | | |
| | Atomová spektroskopie | 705 |
| 28.1 | Vznik atomových spekter..... | 706 |
| 28.1.1 | Atomová emisní spektra..... | 706 |
| 28.1.2 | Atomová absorpční spektra..... | 707 |
| 28.1.3 | Atomová fluorescenční spektra..... | 707 |
| 28.1.4 | Šířka atomových spektrálních čar..... | 707 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| 28.2 | Vznik atomů a iontů | 708 |
| 28.2.1 | Zavádění vzorku..... | 709 |
| 28.2.2 | Plazmové zdroje..... | 710 |
| 28.2.3 | Plamenové atomizátory..... | 714 |
| 28.2.4 | Elektrotermické atomizátory..... | 717 |
| 28.2.5 | Další typy atomizátorů..... | 718 |
| 28.3 | Atomová emisní spektrometrie | 719 |
| 28.3.1 | Instrumentace v ICP-OES..... | 719 |
| 28.3.2 | Zdroje nelinearity kalibračních závislostí v atomové emisní spektrometrii..... | 720 |
| 28.3.3 | Interference v atomové emisní spektrometrii..... | 721 |
| 28.3.4 | Aplikace..... | 722 |
| 28.4 | Atomová absorpční spektrometrie | 723 |
| 28.4.1 | Šířka čáry v AAS..... | 723 |
| 28.4.2 | Instrumentace v AAS..... | 723 |
| 28.4.3 | Atomová absorpční spektrometrie s plamenovou atomizací..... | 727 |
| 28.4.4 | Atomová absorpční spektrometrie s elektrotermickou atomizací..... | 728 |
| 28.4.5 | Technika generování tékavých specií..... | 729 |
| 28.4.6 | Interference v atomové absorpční spektrometrii..... | 732 |
| 28.5 | Atomová fluorescenční spektrometrie | 732 |
| | Cvičení | 733 |
| KAPITOLA 29 | | |
| | Hmotnostní spektrometrie | 735 |
| 29.1 | Principy hmotnostní spektrometrie | 735 |
| 29.1.1 | Hmotnost atomů a molekul..... | 736 |
| 29.1.2 | Poměr hmotnosti a náboje..... | 737 |
| 29.2 | Hmotnostní spektrometry | 737 |
| 29.2.1 | Součásti hmotnostního spektrometru..... | 737 |
| 29.2.2 | Hmotnostní analyzátory..... | 738 |
| 29.2.3 | Detektory iontů..... | 740 |
| 29.3 | Atomová hmotnostní spektrometrie | 741 |
| 29.3.1 | Iontové zdroje v atomové hmotnostní spektrometrii..... | 741 |
| 29.3.2 | Interference v atomové hmotnostní spektrometrii..... | 743 |
| 29.3.3 | Aplikace atomové hmotnostní spektrometrie..... | 744 |
| 29.4 | Molekulová hmotnostní spektrometrie | 744 |
| 29.4.1 | Molekulová hmotnostní spektra..... | 745 |
| 29.4.2 | Instrumentace v molekulové hmotnostní spektrometrii..... | 745 |
| 29.4.3 | Aplikace molekulové hmotnostní spektrometrie..... | 748 |
| | Cvičení | 750 |
| ČÁST IV | | |
| | KINETICKÉ A SEPARAČNÍ METODY | 751 |
| KAPITOLA 30 | | |
| | Kinetické analytické metody | 753 |
| 30.1 | Rychlost chemické reakce | 754 |
| 30.1.1 | Mechanismy reakcí a rychlostní rovnice..... | 754 |
| 30.1.2 | Rychlostní rovnice reakcí prvního řádu..... | 755 |
| 30.1.3 | Rychlostní rovnice pro reakce druhého a pseudoprvního řádu..... | 758 |
| 30.1.4 | Katalyzované reakce..... | 759 |
| 30.2 | Stanovení rychlosti reakce | 763 |
| 30.2.1 | Experimentální metody..... | 764 |
| 30.2.2 | Typy kinetických metod..... | 764 |
| 30.3 | Aplikace kinetických metod | 769 |
| 30.3.1 | Katalytické metody..... | 769 |
| 30.3.2 | Nekatalytické metody..... | 772 |
| 30.3.3 | Kinetická stanovení složek směsí..... | 772 |
| | Cvičení | 773 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| KAPITOLA 31 | | |
| | Úvod do analytických separačních metod | 775 |
| 31.1 | Srážení | 776 |
| 31.1.1 | Srážení založené na kontrole kyselosti..... | 777 |
| 31.1.2 | Srážení sulfidem..... | 777 |
| 31.1.3 | Srážení dalšími anorganickými činidly..... | 778 |
| 31.1.4 | Srážení organickými činidly..... | 778 |
| 31.1.5 | Srážení látek přítomných ve stopovém množství..... | 778 |
| 31.1.6 | Elektrolytické srážení..... | 779 |
| 31.1.7 | Vysolování a vsolování proteinů..... | 779 |
| 31.2 | Destilace | 779 |
| 31.3 | Extrakce | 780 |
| 31.3.1 | Principy..... | 780 |
| 31.3.2 | Extrakce anorganických látek..... | 782 |
| 31.3.3 | Extrakce na pevné fázi..... | 783 |
| 31.4 | Iontová výměna | 784 |
| 31.4.1 | Iontově výměnné pryskyřice..... | 784 |
| 31.4.2 | Iontově výměnné rovnováhy..... | 784 |
| 31.4.3 | Aplikace iontově výměnných metod..... | 785 |
| 31.5 | Chromatografické separace | 786 |
| 31.5.1 | Obecný popis chromatografie..... | 787 |
| 31.5.2 | Klasifikace chromatografických metod..... | 787 |
| 31.5.3 | Eluce v kolonové chromatografii..... | 787 |
| 31.5.4 | Rychlost pohybu látek kolonou..... | 790 |
| 31.5.5 | Rozmývání zón a účinnost kolony..... | 793 |
| 31.5.6 | Proměnné ovlivňující účinnost kolony..... | 796 |
| 31.5.7 | Rozlišení..... | 800 |
| 31.5.8 | Využití chromatografie..... | 805 |
| | Cvičení | 805 |
| KAPITOLA 32 | | |
| | Plynová chromatografie | 809 |
| 32.1 | Instrumentace pro rozdělovací plynovou chromatografii | 810 |
| 32.1.1 | Zdroj a regulace nosného plynu..... | 810 |
| 32.1.2 | Dávkování vzorku..... | 811 |
| 32.1.3 | Typy kolon a kolonové termostaty..... | 812 |
| 32.1.4 | Chromatografické detektory..... | 814 |
| 32.2 | Kolony a stacionární fáze v plynové chromatografii | 819 |
| 32.2.1 | Kapilární kolony..... | 819 |
| 32.2.2 | Náplňové kolony..... | 820 |
| 32.2.3 | Kapalné stacionární fáze..... | 821 |
| 32.3 | Aplikace rozdělovací plynové chromatografie | 823 |
| 32.3.1 | Kvalitativní analýza..... | 823 |
| 32.3.2 | Kvantitativní analýza..... | 826 |
| 32.3.3 | Pokroky v plynové chromatografii..... | 827 |
| 32.4 | Adsorpční plynová chromatografie | 829 |
| | Cvičení | 829 |
| KAPITOLA 33 | | |
| | Vysokoúčinná kapalinová chromatografie | 833 |
| 33.1 | Instrumentace | 834 |
| 33.1.1 | Zásobníky mobilní fáze a systémy pro její úpravu..... | 835 |
| 33.1.2 | Čerpadla..... | 837 |
| 33.1.3 | Systémy pro dávkování vzorku..... | 837 |
| 33.1.4 | Kolony pro HPLC..... | 838 |
| 33.1.5 | Detektory v HPLC..... | 839 |
| 33.2 | Rozdělovací chromatografie | 840 |
| 33.2.1 | Vázané stacionární fáze..... | 840 |
| 33.2.2 | Normální a reverzní fáze..... | 842 |
| 33.2.3 | Výběr mobilní a stacionární fáze..... | 843 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| 33.2.4 | Aplikace..... | 843 |
| 33.3 | Adsorpční chromatografie | 843 |
| 33.4 | Iontová chromatografie | 844 |
| 33.4.1 | Iontová chromatografie založená na supresorech..... | 845 |
| 33.4.2 | Jednokolonová iontová chromatografie | 846 |
| 33.5 | Vylučovací chromatografie | 846 |
| 33.5.1 | Náplně kolon | 847 |
| 33.5.2 | Aplikace..... | 847 |
| 33.6 | Afinitní chromatografie | 849 |
| 33.7 | Chirální chromatografie | 850 |
| 33.8 | Srovnání vysokoúčinné kapalinové chromatografie a plynové chromatografie | 850 |
| | Cvičení | 851 |
| | | |
| KAPITOLA 34 | | |
| | Další separační metody | 853 |
| 34.1 | Separace superkritickou tekutinou | 853 |
| 34.1.1 | Vlastnosti superkritických tekutin..... | 854 |
| 34.1.2 | Přístrojové vybavení a vliv experimentálních podmínek..... | 854 |
| 34.1.3 | Srovnání superkritické fluidní chromatografie s ostatními kolonovými metodami..... | 856 |
| 34.1.4 | Aplikace..... | 856 |
| 34.2 | Planární chromatografie | 857 |
| 34.2.1 | Aplikace tenkovrstvé chromatografie | 857 |
| 34.2.2 | Principy tenkovrstvé chromatografie | 858 |
| 34.2.3 | Papírová chromatografie..... | 859 |
| 34.3 | Kapilární elektroforéza | 860 |
| 34.3.1 | Přístrojové vybavení pro kapilární elektroforézu | 860 |
| 34.3.2 | Elektroosmotický tok | 861 |
| 34.3.3 | Principy elektroforetických separací..... | 862 |
| 34.3.4 | Aplikace kapilární elektroforézy..... | 863 |
| 34.4 | Kapilární elektrochromatografie | 865 |
| 34.4.1 | Elektrochromatografie s náplňovými kolonami..... | 866 |
| 34.4.2 | Micelární elektrokinetická kapilární chromatografie..... | 866 |
| 34.5 | Frakcionace tokem v poli | 868 |
| 34.5.1 | Separací mechanismy | 868 |
| 34.5.2 | Metody frakcionace tokem v poli..... | 870 |
| 34.5.3 | Výhody frakcionace tokem v poli ve srovnání s chromatografickými metodami..... | 871 |
| | Cvičení | 872 |
| | | |
| | DODATKY | 875 |
| | Dodatek 1 Doporučená literatura | 877 |
| | Dodatek 2 Součiny rozpustnosti při 25 °C | 881 |
| | Dodatek 3 Disociační konstanty ve vodě při 25 °C..... | 885 |
| | Dodatek 4 Konstanty stability komplexů při 25 °C..... | 890 |
| | Dodatek 5 Oxidačně-redukční potenciály | 893 |
| | Dodatek 6 Použití exponentů a logaritmů | 900 |
| | Dodatek 7 Chemický ekvivalent, normalita..... | 903 |
| | Dodatek 8 Látky používané pro přípravu standardních roztoků.... | 904 |
| | Dodatek 9 Systém managementu kvality a nejistotní přístup..... | 906 |
| | Dodatek 10 Odpovědi na vybraná cvičení..... | 911 |
| | | |
| | BAREVNÁ PŘÍLOHA | 929 |
| | | |
| | REJSTŘÍK | 939 |