Ksicht

Korespondenční **s**eminář **i**nspirovaný **ch**emickou **t**ematikou

Ročník 1 (2002/2003)

Série 1

Korespondenční seminář
probíhá pod záštitou
Fakulty chemické technologie VŠCHT Praha
166 28 Praha 6, Technická 5

Milí přátelé chemie a přírodních věd vůbec!

To, co nyní držíte v rukou, je zadání první série prvního ročníku nového korespondenčního semináře, zvaného KSICHT (korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou). Seminář organizují studenti VŠCHT a Přírodovědecké fakulty UK.

Co to je korespondenční seminář?

Korespondenční seminář je soutěž, při níž si vlastně my (organizátoři) dopisujeme s vámi (řešiteli KSICHTu). Soutěž probíhá během celého školního roku. Vypadá tak, že vždy na začátku roku rozešleme zadání úloh první série na všechna gymnázia a některé další střední školy, ale také loňským řešitelům KSICHTu. Řešitelé nám do určeného termínu pošlou zpět vyřešené úlohy. My je poté opravíme, obodujeme a spolu se zadáním úloh další série a autorským řešením úloh série předchozí je zašleme zpět. Po každé sérii též rozešleme průběžné výsledky. Na konci školního roku potom ty nejlepší pozveme na soustředění, kde je možno setkat se s ostatními řešiteli, vyslechnout zajímavé přednášky a vyzkoušet si i práci v chemické laboratoři. Stranou však jistě nezůstane ani zábava. Vítězové potom budou odměněni věcnými cenami.

Jak by měl vypadat řešitel KSICHTu?

Takový normální řešitel KSICHTu je člověk, studující nejspíše na nějakém gymnáziu či jiné střední škole, na které se vyučuje chemie. Je to člověk přemýšlivý a rád řeší různé problémy samostatně. Chemie jej baví a rád by se o ní dozvěděl něco nového.

Tím ovšem nechceme říct, že by musel mít hlavu nadupanou chemickými vědomostmi, spíše se vítá zdravý rozum a schopnost vyhledávat potřebné informace. Nebude čekat, že všechny úlohy vyřeší na 100%, vždyť při řešení KSICHTu jde i o zdokonalování sebe sama! Náš řešitel se nebojí zaslat řešení byť jediné úlohy nebo jen řešení částečné - rád se poučí ze svých chyb. Řešitel KSICHTu je také člověk soutěživý a rád by také poznal jiné lidi, které chemie zajímá. Pokud jsi studentem a právě jsi zjistil, že máš všechny vlastnosti řešitele KSICHTu, tak čti dál! Těšíme se na to, až nám pošleš řešení úloh. Pokud jste středoškolským profesorem chemie a myslíte si, že mezi vašimi studenty by se našel nějaký budoucí řešitel KSICHTu, tak prosím zajistěte, aby se mu toto zadání dostalo do ruky.

A co úlohy?

Úlohy v korespondenčním semináři by měly být spíš zábavné a zajímavé. Zabývají se všemožnými problémy z různých odvětví chemie. Pokud budeš úlohy řešit, uvidíš, že chemie není jen odporná a zbytečná věda, ale že s její pomocí lze řešit spoustu praktických problémů. Naší snahou je vybírat takové úlohy, aby si v nich každý přišel na své. V každé sérii je pět úloh. Jsou to jak úlohy jednoduché až hravé, které vyřeší i méně zdatní, tak úlohy obtížnější, určené pro ty hloubavější. Úlohy nejsou zaměřené na testování Tvých znalostí. Spíše by měly procvičovat Tvou chemickou logiku a schopnost řešit problémy. Nelekni se ovšem, pokud něco nevíš nebo něčemu nerozumíš. Chemik se občas bez nějaké té informace neobejde, a tak i ty budeš muset to, co nevíš, vyhledat v nějaké chemické literatuře. Tvůj profesor chemie Ti jistě rád poradí, kde tu či onu informaci hledat. Neboj se, úlohy nejsou dělané tak, abys jen tupě opisoval informace z literatury. Informace Ti budou jen pomáhat, nebudou Ti vládnout! Protože chemie je přírodní vědou, neobejde se bez jistých základních znalostí ostatních přírodních věd, zejména matematiky a fyziky. V tomto případě ovšem určitě nebude překročen jejich středoškolský rámec!

Každou úlohu vypracuj na zvláštní papír, uveď název a číslo úlohy! Každou úlohu totiž opravuje jiný člověk. **Nezapomeň se na každý papír podepsat!** Řešení piš čitelně, nemůžeme považovat za správné něco, co nelze přečíst.

Jak se tedy mohu stát řešitelem KSICHTu?

Není nic jednoduššího! Stačí jen na adresu

KSICHT
Fakulta chemické technologie VŠCHT Praha
Technická 5, 166 28 Praha 6

(nebo v elektronické podobě na **ksicht@host.sk**) zaslat řešení dále uvedených úloh. Kromě toho ovšem o Tobě potřebujeme vědět některé informace, které uveď na zvláštní papír:

Jméno a příjmení, **kontaktní adresa**, na kterou Ti budeme posílat zadání a řešení úloh (pokud si přeješ zadání úloh dostávat na email, napiš nám i email, pokud Ti stačí zadání dostávat pouze na email, též nám to sděl), **škola**, na níž studuješ a **ročník**, ve kterém studuješ (nižší ročníky budou před vyššími mírně bodově zvýhodněny) – studenti víceletých gymnázií uvedou ročník čtyřletého gymnázia, který je ekvivalentní tomu jejich.

KSICHT na internetu

Informace o semináři, zadání a řešení úloh všech sérií (samozřejmě ne řešení série, která právě probíhá), průběžné výsledky a do budoucna jistě i spoustu dalších věcí můžete nalézt na internetu na adrese **http://ksicht.host.sk**. Zde naleznete i kontakt na autory úloh, na něž se můžete kdykoliv obrátit.

Hodně štěstí při řešení úloh přejí autoři a organizátoři!

1. série úloh 1. ročníku KSICHTu

Série bude ukončena **9.12. 2002**, úlohy je třeba odeslat nejpozději v tento den (rozhoduje datum poštovního razítka).

Úloha č. 1: Jan Svatopluk Presl (7 bodů)
autoři: Pavel Řezanka, Michal Řezanka

V roce 1828 vydal J. S. Presl knihu *Lučba čili chemie zkusná*, ve které vytvořil nové české názvy některých prvků, kterým dal koncovku -ík. Některé názvy se dochovaly dodnes (sodík, draslík, vodík, hliník, dusík, hořčík, uhlík, ...), jiné už rozežral zub času.

1. Přiřaďte níže uvedené Preslovy názvy prvků k názvům současným.
2. Pokuste se vysvětlit, jak byly tyto názvy odvozeny.

Preslovy názvy prvků:
barvík, chaluzík, chasoník, ďasík, jermík, kazík, kostík, luník, nebesík, pochvistík, sladík, solík, voník, žestík.

Současné názvy těchto prvků:
berylium, fluor, fosfor, chlor, chrom, jod, kobalt, mangan, molybden, nikl, osmium, selen, titan, uran.

Úloha č. 2: Ježíšovo roucho (6 bodů)
autoři: Richard Chudoba, Karel Berka

Podle našich exkluzivních zpráv bylo právě dnes (nebo to bude zítra?) nalezeno v Izraeli Ježíšovo roucho. A vy jste byli požádáni, abyste ho podrobili archeologickému zkoumání. Jako chemici samozřejmě využijete metod fyzikální chemie, konkrétně metody radiouhlíkového datování.

Metoda radiouhlíkového datování slouží k určování stáří předmětů, které jsou rostlinného či živočišného původu, tj. věcí ze dřeva, lnu, vlny… Metoda spočívá v zjištění procentuálního

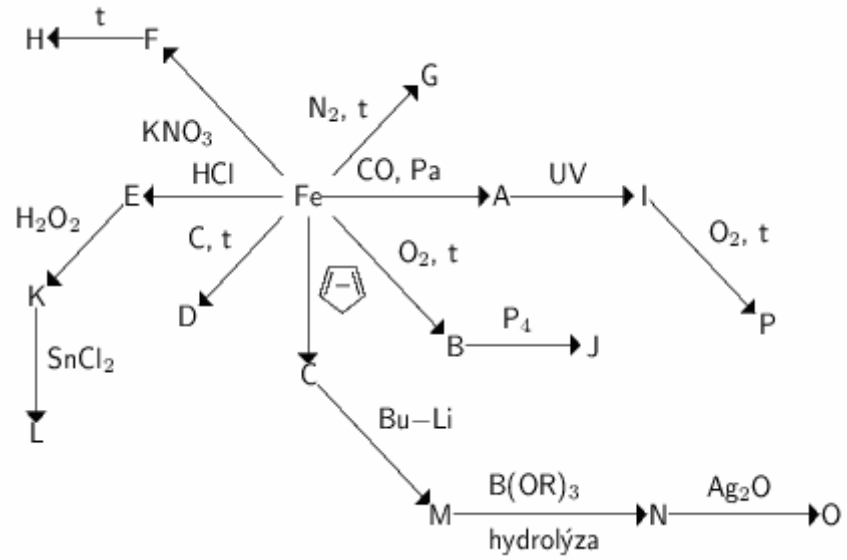
zastoupení radioaktivního izotopu uhlíku ^{14}C, jehož poločas rozpadu je 5730 let. Ve všech živých organismech je množství tohoto izotopu stejné, po smrti organismu však začne toto množství klesat podle rovnice $N = N_0 .e^{-\lambda t}$, kde N_0 je množství izotopu v době úmrtí organismu a N je množství izotopu v čase t. Konečně λ je rozpadová konstanta, kterou už vlastně znáte, neboť znáte poločas rozpadu izotopu. Stačí si uvědomit, že poločas rozpadu je doba, po které je množství izotopu N polovinou počátečního množství N_0.

1. Zastoupení ^{14}C v přírodě by mělo v důsledku radioaktivního rozpadu klesat. Proč tomu tak není, jakým způsobem může izotop ^{14}C v přírodě vznikat?
2. Jak to, že ve všech živých organismech je procentuální množství izotopu ^{14}C stejné a po úmrtí začne klesat?
3. Kolik procent původního množství izotopu ^{14}C obsahuje dnes (píše se rok 2002) pravé Ježíšovo roucho? Předpokládejte, že toto roucho bylo utkáno v roce Ježíšovy smrti, tedy podle historických údajů v roce 29 n.l.
4. Jak vysvětlíte, že v Milánském rouchu, které je vystavováno jako Ježíšova sakristie, je obsah ^{14}C 90,8% původního množství? Doložte výpočtem!

Úloha č. 3: Železný pavouk (12 bodů)
autor: Jakub Fiala

V následujícím schématu odhalte sloučeniny železa, skrývající se pod jednotlivými písmeny. Vodítkem vám může být nápověda v dolní části úlohy. Vedlejší produkty neuvádějte.

Schéma:



1. Jaké látky se skrývají pod A až P?
2. U látek C, M, N a O nakreslete strukturní vzorec.

Vysvětlivky: UV = ultrafialové záření, Pa = zvýšený tlak, t = zvýšená teplota

Nápověda:
Látky A, C, E, F, G, H, K, L, M a N obsahují 1 atom Fe.
Látky B, I, J, O a P obsahují 2 atomy Fe.
Látka D obsahuje 3 Atomy Fe.
Látka F přechází při tavení s KOH na látku H, ve které je Fe v nižším oxidačním stupni.

Úloha č. 4: Odpadní kýbl (11 bodů)
autoři: Helena Handrková, Jiří Kysilka, Jakub Fiala

V každé chemické laboratoří existuje nádoba, do níž chemik vylévá veškeré chemikálie, které již nepotřebuje. Chemické složení takovéhoto odpadního kýble mnohdy bývá velice zajímavé.

Jeden takový odpadní kýbl nalezl i chemik Jeremy. Nedůvěřivě si prohlédl obsah nádoby a pozoroval, že v bezbarvém roztoku plove *šedohnědá sraženina A*.

Zaujat vzezřením sraženiny, rozhodl se ji Jeremy zkoumat podrobněji. Sraženinu tedy odfiltroval a promyl destilovanou vodou. *Čirý filtrát F* měl pH 11. Proto se rozhodl sraženinu A rozpustit v 10% kyselině sírové. Získal *bezbarvý roztok B*. S malým množstvím roztoku provedl v slabě alkalickém prostředí reakci se sulfidem amonným. K jeho nemalé radosti se vyloučila *sraženina pleťové barvy C*. Jeremymu svitlo. K několika kapkám zalkalizovaného roztoku B přidal krystalky jodistanu draselného. Zahříváním se roztok zbarvil do fialova za vzniku *iontu D*. Po zalkalizování roztoku B hydroxidem sodným se vyloučila *bílá sraženina E*, která stáním na vzduchu přechází v původní šedohnědou sraženinu A. Tyto informace Jeremymu postačily k předpovězení přítomnosti *kationtu 1*. Žádné další kationty ve sraženině nalezeny nebyly.

Nyní tedy obrátil Jeremy svou pozornost k původnímu *alkalickému filtrátu F*. Pokoušel se filtrát zneutralizovat pozvolným přidáváním 1M roztoku kyseliny chlorovodíkové. Začala se vylučovat *bílá gelovitá sraženina G*, která se však v nadbytku kyseliny znovu rozpouštěla. Opakoval stejný postup, avšak k neutralizaci použil místo kyseliny chlorovodíkové kyselinu sírovou (1:4). Kromě přechodné *sraženiny G* se vylučovala i bílá *sraženina H*, nerozpustná ani ve velkém nadbytku kyseliny sírové. Z uvedených pozorování usuzoval Jeremy na přítomnost dvou kationtů.

Kation 2 dával pozitivní reakci s alizarinem (cihlově červená skvrna na filtračním papíře). Navzdory jedovatosti *kationtu 3*, je jeho sloučenina H nejedovatá a používá se jako kontrastní látka v lékařství.

Vzhledem k zásaditosti původního filtrátu uvažoval Jeremy automaticky přítomnost *aniontu 1*. Chtěl zjistit, zda se v roztoku

vyskytuje ještě nějaký další aniont. Napadlo ho nechat malé množství zásaditého filtrátu nechat reagovat s 1M roztokem dusičnanu stříbrného. Vyloučila se bílá vločkovitá *sraženina I*, která se rozpouštěla v nadbytku amoniaku. Z toho Jeremy usoudil na přítomnost běžného *aniontu 2*, který je též přítomen v mořské vodě. Žádné další anionty se Jeremymu nepodařilo v roztoku prokázat.

1. Určete, které 3 kationty (tj. prvky, které by se po úplném zneutralizování celého obsahu kýble vyskytovaly v roztoku jako kationty) a které 2 anionty se podařilo Jeremymu v odpadním kýbli prokázat.
2. Napište chemické složení substancí A až I. Jde-li o směsi, napište v případě směsi pevných látek všechny pevné složky, v případě roztoků všechny ionty.
3. Vyčíslenými chemickými rovnicemi popište veškeré pozorované chemické děje. Je-li to vhodné, smíte použít i iontových rovnic. V případě reakce kationtu 2 s alizarinem stačí vysvětlit princip reakce, uvést vznikající sloučeninu a popsat stechiometrii reakce.
4. Vysvětlete, proč se lišil účinek kyseliny chlorovodíkové a kyseliny sírové při neutralizaci zásaditého filtrátu.
5. Proč je možné sraženinu H bez problémů požít, ačkoli kationt 3 je všeobecně velmi jedovatý? Přestože sloučenina H je nejedovatá, byly zaznamenány i otravy, kdy při jisté nedbalosti lékaře pacient požil nejedovatou sloučeninu H a přitom se otrávil kationtem 3. Byli byste schopni tento fakt vysvětlit?
6. Při dokazování aniontů si mohl Jeremy zkoušky na některé anionty rovnou odpustit. Proč a které? Napište alespoň 2 takovéto anionty.

Úloha č. 5: Indikátor (10 bodů)

autoři: Pavel Řezanka, Jiří Kysilka

Indikátory jsou látky, které svou barevnou změnou zviditelňují bod ekvivalence při titracích. Nás nyní budou zajímat indikátory

acidobazické. Tyto látky jsou slabými kyselinami, jejichž nedisociované molekuly mají jinou barvu než ionty, vzniklé disociací. Disociaci indikátoru si lze představit takto:

$$HInd + H_2O = Ind^- + H_3O^+$$

V jedné nejmenované výzkumné laboratoři byla právě objevena látka, která má vlastnosti indikátoru. Struktura této látky není ještě do všech detailů prozkoumána. V laboratoři však byly zjištěny jisté informace. Látka je rozpustná ve vodě, v kyselých roztocích je bezbarvá, zatímco v zásaditých roztocích je barevná.

Při přesném měření absorpčního spektra byl použit roztok o koncentraci $5{,}00 \cdot 10^{-5}$ mol.l^{-1}, jehož pH bylo upraveno na 12. V takovémto prostředí je totiž takřka všechna rozpuštěná látka přítomna v disociované formě (Ind^-). Bylo zjištěno, že látka nejvíce absorbuje při 625 nm, naměřená absorbance byla 1,185.

Poté se pracovníci snažili zjistit disociační konstantu indikátoru. K tomuto účelu si připravili 2 roztoky o stejné koncentraci indikátoru, kterou ovšem ve své práci opomněli uvést. Oba roztoky se ovšem lišily svým pH. Absorbance prvního roztoku, jehož pH bylo 7,00, byla 0,672 při vlnové délce 625 nm, absorbance druhého roztoku, jehož pH bylo 9,00, byla při stejné vlnové délce 0,854. Měření byla prováděna v kyvetě o délce 1 cm.

1. Jakou barvu má tato látka?
2. Uměli byste z těchto dat spočítat disociační konstantu zkoumaného indikátoru? Jestliže ano, pak ji spočítejte!
3. Při jakém pH dochází k barevnému přechodu?
4. Vyhledejte v literatuře strukturu nějakého indikátoru, nakreslete jeho nedisociovanou i disociovanou formu a jednoduše (z organickochemického hlediska) vysvětlete barevnou změnu.

Seriál

Během každého ročníku probíhá též seriál, při jehož čtení se můžeš dozvědět spoustu zajímavých a užitečných informací, které se Ti mohou hodit jak při řešení úloh KSICHTu, tak při dalším studiu chemie. V každém ročníku bude mít seriál jiné téma. Pište, o čem by měl být seriál v dalším ročníku – jakýkoli návrh je vítán! V letošním ročníku bude vycházet seriál o **spektrálních metodách v chemii**.

1. Spektrofotometrie ve viditelné oblasti spektra

Molekuly mají schopnost pohlcovat elektromagnetické záření. Příjem kvanta elektromagnetického záření přivede molekulu do vyššího (tzv. excitovaného) energetického stavu. Protože molekuly mohou existovat pouze v určitých energetických stavech, absorbují elektromagnetické záření pouze určitých vlnových délek. Jestliže má molekula možnost přejít ze stavu s nižší energií E_q do stavu s energií vyšší E_p, absorbuje molekula záření o frekvenci ν, která právě odpovídá rozdílu energií mezi energetickými hladinami E_p a E_q obou kvantových stavů podle Planckovy podmínky:

$$\Delta E = E_p - E_q = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

kde c je rychlost světla, λ vlnová délka a h je Planckova konstanta. Jak tedy vidíte, vzdálenost těchto dvou energetických hladin, mezi kterými molekula přechází, přímo určuje vlnovou délku elektromagnetického záření, které molekula pohlcuje.
Energeticky nejnáročnější jsou přechody mezi elektronovými energetickými hladinami (z ostatních vzpomeňme třeba energetické přechody, způsobené rotacemi či vibracemi molekul, o kterých se zmíníme v některém z dalších dílů). Elektronové přechody zapříčiňují absorpci ultrafialového (190 až 400 nm) a viditelného záření (400 až 800 nm). Látky, které absorbují viditelné světlo jsou

barevné. Absorpci záření lze měřit na přístrojích, které nazýváme absorpční spektrometry.

Při absorpčním měření se při určité vlnové délce záření porovnává tok záření prošlého kyvetou s čistým rozpouštědlem (Φ_0) s tokem záření prošlého kyvetou s měřeným roztokem (Φ). Podíl zářivých toků Φ/Φ_0 se nazývá propustnost nebo transmitance τ. Transmitance se často uvádí v procentech prošlého záření.

Na většině spektrofotometrů lze odečíst hodnotu absorbance A, tj. záporně vzatý logaritmus transmitance:

$$A = -\log\tau = \log\frac{\Phi_0}{\Phi}$$

Závislost transmitance či absorbance na vlnové délce (nebo na vlnočtu či frekvenci) nazýváme absorpční spektrum. Absorpční spektrum je tvořeno absorpčními pásy. Absorpční pás charakterizujeme polohou jeho maxima, molárním absorpčním koeficientem v maximu a tvarem.

Využití spektrofotometrie v analýze

Absorpční spektrum slouží ke kvalitativní identifikaci sloučenin, zejména organických, s chromoforními skupinami (tj. skupinami, které jsou příčinou zbarvení molekul), jako např. C=O, N=N, N=O, konjugovanými dvojnými vazbami apod. V takovýchto seskupeních totiž může docházet k četným energetickým přechodům, a proto molekuly, obsahující tato uskupení, absorbují v ultrafialové či viditelné oblasti.

Absorbance při určité vlnové délce závisí na koncentraci c a na tloušťce vrstvy l podle Lambert-Beerova zákona:

$$A_\lambda = \varepsilon_\lambda . l . c ,$$

kde konstantou úměrnosti je molární absorpční koeficient ε_λ má rozměr $1.mol^{-1}.cm^{-1}$. Takováto pěkná závislost absorbance na koncentraci platí pro monochromatické (jednobarevné) záření při

nízkých koncentracích (řádově menších než 10^{-2} mol.l^{-1}). Při vyšších koncentracích můžeme pozorovat jisté odchylky od Lambert-Beerova zákona. Lambert-Beerův zákon také neplatí v případě, že dochází k jiným interakcím látky s prostředím (např. fluorescence, fosforescence…). Ve většině případů však Lambert-Beerův zákon platí a chemik jej může využít pro zjištění koncentrace látky v roztoku. Proto má absorpční spektrofotometrie rozsáhlé použití v kvantitativní analýze. Mírným nedostatkem je, že lze takto zjistit jen koncentraci látek barevných nebo látek absorbujících alespoň v ultrafialové oblasti. Pokud látka v těchto oblastech spektra dostatečně neabsorbuje, je třeba ji převést na látku, která absorbuje více. Například velká většina kationtů ve zředěných vodných roztocích vykazuje jen nepatrnou absorbanci. Kationty se proto převádějí do barevných stabilních komplexů reakcí s komplexotvornými činidly obsahujícími chromoforní skupiny. Vznik komplexu obvykle vyžaduje určité prostředí o vhodné hodnotě pH apod.

Pro kvantitativní analýzu je nutné vybrat takovou vlnovou délku, při níž stanovovaná látka silně absorbuje a ostatní látky mají absorpci minimální.

Nejjednodušším způsobem ověření platnosti Lambert-Beerova zákona je proměření závislosti absorbance na koncentraci při konstantní vlnové délce a tloušťce vrstvy. V případě platnosti Lambert-Beerova zákona je výsledná závislost přímková a nazýváme ji kalibrační přímkou.

Při spektrofotometrickém stanovení se pracuje obvykle postupem přímé fotometrie: přímou fotometrií rozumíme stanovení koncentrace látky z měření absorbance roztoku vzorku. K výpočtu koncentrace je třeba znát hodnotu součinu $\varepsilon_\lambda.l$, kterou lze zjistit proměřením standardního roztoku o známé koncentraci. V praxi se však většinou používá pro stanovení koncentrace metody kalibrační křivky (přímky), tj. proměří se absorbance několika roztoků známých koncentrací.

Absorpční spektrofotometrii lze použít také např. k určení stechiometrického složení a konstanty stability komplexu. Stechiometrické složení komplexu ML_n lze určit, mimo jiné, metodou kontinuálních variací nebo metodou látkových poměrů.

Metoda látkových poměrů je podobná titraci a využívá měření absorbance roztoků s konstantní koncentrací kovu M a stoupající koncentrací ligandu L. Poměry látkových koncentrací M a L se musí měnit tak, aby zahrnovaly i teoretický stechiometrický poměr. Za předpokladu, že komplex vzniká kvantitativně, má závislost absorbance roztoků na poměru c_L/c_M dvě přímkové větve, jejichž průsečík odpovídá stechiometrickému koeficientu n. Je-li komplex méně stabilní, projeví se rovnováha zakřivením v blízkosti stechiometrického poměru c_L/c_M a určení n může být zatíženo značnou chybou. Metoda látkových poměrů je proto vhodná pouze pro stabilní komplexy.

Metoda kontinuálních variací (též Jobova metoda) je založena na měření absorbance řady roztoků kovu M a ligandu L, v nichž je součet celkových (analytických) koncentrací M a L stálý $c_M + c_L = m$, ale mění se jejich poměr.

V řadě roztoků se mění látkový zlomek x = c/m od 0 do 1. Pro rovnovážné koncentrace kovu [M] a ligandu [L] platí (látková bilance):

$[M] = c_M - [ML_n]$ a $[L] = c_L - n\,[ML_n]$

Vztah mezi [M], [L] a $[ML_n]$ je dán konstantou stability:

$$\beta_n = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n}$$

Úpravou předchozích rovnic získáme vztah pro závislost rovnovážné koncentrace komplexu na látkovém zlomku kovu:

$[ML_n] = \beta_n\,(xm - [ML_n])\{(1 - x)m - n\,[ML_n]\}^n$

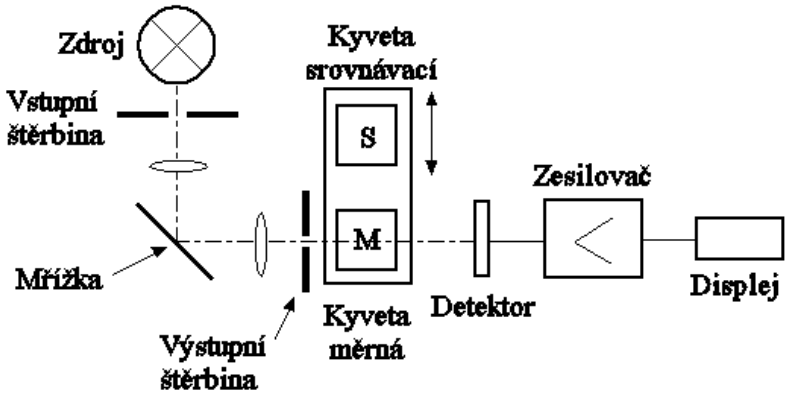
Lze dokázat, že tato závislost má maximum v bodě x, pro který platí: n = (1 - x)/x, kde n je stechiometrický koeficient.

Pokud při zvolené vlnové délce absorbuje pouze komplex a nikoliv ionty kovu ani samotný ligand, mají závislosti A_λ, resp. $[ML_n]$ na x stejný průběh a hodnotu n lze vypočítat z hodnoty x odpovídající maximu závislosti A_λ na x.

Metoda kontinuálních variací je vhodná i pro méně stabilní komplexy, tj. komplexy s malou hodnotou konstanty stability. Pro stechiometrický koeficient n > 3 jsou však výsledky této metody nepřesné.

Absorpční spektrofotometr

Nyní si povíme něco o absorpčním spektrofotometru. Absorpční spektrofotometr je tvořen čtyřmi základními částmi. Jsou to: 1. zdroj záření, 2. monochromátor, 3. absorpční prostředí a 4. detekční systém (viz obrázek).



Zjednodušené schéma jednopaprskového spektrofotometru (SPEKOL 11)

1. Zdrojem spojitého elektromagnetického záření pro viditelnou oblast je běžně wolframová nebo halogenová žárovka.
2. Monochromátor je tvořen vstupní a výstupní štěrbinou, rozkladným prvkem a zrcadlovou nebo čočkovou soustavou. Rozkladným prvkem může být hranol nebo reflexní mřížka. Pro

viditelnou oblast spektra, tj. 400 - 800 nm, je hranol ze skla. Natáčením rozkladného prvku se postupně zobrazují jednotlivé monochromatické obrazy vstupní štěrbiny na štěrbinu výstupní.
3. Absorpční prostředí tvoří kyveta s měrným, příp. srovnávacím roztokem. Materiál kyvet se řídí měřenou oblastí spektra. Pro viditelnou oblast jsou okénka kyvety ze skla. Absorpční prostředí tvoří většinou roztok látky ve vhodném rozpouštědle. Nejběžnějším rozpouštědlem pro viditelnou oblast spektra je destilovaná voda. Absorpční prostředí může tvořit i samotná látka v tuhém stavu po vhodné mechanické úpravě.
4. Detekční systém je složen z detektoru záření a elektronického zařízení na zpracování jeho odezvy. Detektor převádí zářivý tok na elektrický signál: Pro detekci záření ve viditelné oblasti se používají fotonky nebo fotonásobiče, selenové hradlové fotočlánky, fotoodpory apod. Signál z detektoru se zpracovává v zesilovači a jeho výstup se vede na měřidlo nebo číslicový displej.

Svazek polychromatického záření vycházející ze zdroje dopadá na vstupní štěrbinu monochromátoru. Po rozkladu na reflexní mřížce nebo hranolu vychází z výstupní štěrbiny svazek přibližně monochromatického záření, které je charakterizováno intervalem vlnových délek, které projdou výstupní štěrbinou. Střední hodnotou tohoto intervalu je nastavená vlnová délka. Velikost intervalu je závislá na konstrukci přístroje (pro SPEKOL 11 je asi 11 nm). Po průchodu absorpčním prostředím dopadá monochromatické záření na fotoelektrický detektor a vzniklý fotoproud je veden na analogový nebo digitální výstup.

Spektrofotometrie v ultrafialové a viditelné oblasti (UV/VIS) lze tedy použít jednak v kvalitativní organické analýze, kdy absorpce v této oblasti je důkazem nějakého konjugovaného systému dvojných vazeb nebo přítomnosti nějakých chromoforních skupin, hlavní těžiště je ovšem v kvantitativní analýze, kdy z naměřené absorbance můžeme přímo zjistit rovnovážnou koncentraci určité složky.