

Hmota a záření

Aleš Mareček

Výstup RVP: 1. prohloubení znalostí z oblasti komplexních sloučenin
2. propojení informací z chemie (komplexní sloučeniny)
s fyzikou (světlo, absorpce záření, barevnost látek)

Klíčová slova: bílé světlo, transmitance, absorbance, spektrum

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

30 min

Obtížnost:

střední

Úkol Seznámit žáky s účinky záření z oblasti viditelného světla na komplexní sloučeniny a na sloučeniny s konjugovaným systémem dvojných vazeb.

Pomůcky **Chemikálie:** síran měďnatý, síran nikelnatý, chroman draselný, dichroman draselný, manganistan draselný (případně jiné barevné sloučeniny přechodných kovů), amoniak, roztok kyseliny sírové, roztok hydroxidu sodného, methyloaranž, methylčerveň (případně jiné indikátory), destilovaná voda

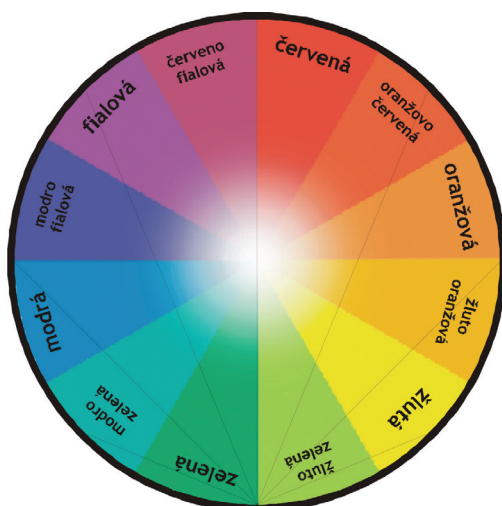
Sklo: kádinky, skleněné tyčinky, chemické lžičky

Přístroje: fotometr **SpectroVis** Plus s příslušenstvím, počítač s programem Logger Pro, dataprojektor

Text pro výkladovou hodinu *Následující text je možno poskytnout jako studijní materiál žákům.*

Zemský povrch je vystaven působení záření nejrůznějších vlnových délek (a tedy i energií). Hmota na přítomnost záření reaguje. Věnujme se nyní tomuto problému podrobněji. Hmota se skládá z molekul a ty jsou tvořeny z atomů. Je třeba si uvědomit, že molekuly nejsou rigidní útvary, ale že jsou schopny z okolí přijímat a do okolí uvolňovat energii ve formě elektromagnetického záření. Záření rozdílných vlnových délek, a tedy i různých energií, vyvolává u hmotných částic odezvy, které jsou závislé na energii absorbovaného záření. Například absorpce infračerveného záření působí časově proměnné změny valenčních úhlů, radiofrekvenční vlny mohou být, v součinnosti s magnetickým polem, kterému je měřený vzorek současně vystaven, absorbovány jádru některých atomů (hovoříme o jaderné magnetické rezonanci) a podobně. Energie záření z oblasti vlnových délek viditelného světla umožňuje přechody elektronů mezi různými energetickými hladinami. A právě touto (z hlediska rozsahu vlnových délek velmi úzkou) oblastí se budeme zabývat podrobněji.

Je všeobecně známo, že se bílé světlo při průchodu hranolem rozkládá na barevné spektrum.



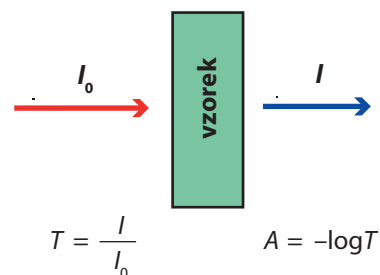
Hmota a záření

Důsledkem absorpce záření v oblasti viditelného světla je barevnost látek. Pokud látka absorbuje záření určité vlnové délky a ta pak v procházejícím (nebo odraženém) záření chybí, jeví se nám v barvě doplňkové. Doplňková barva vzniká složením zbývajících barev spektra viditelné oblasti a v barevném kruhu se nachází proti barvě absorbované. Pokud například roztok síranu měďnatého absorbuje záření oranžové barvy, jeví se nám jako modrý.

Následující tabulka obsahuje vlnové délky absorbovaného záření, jeho barvu a doplňkovou barvu, v níž vnímáme vzorek.

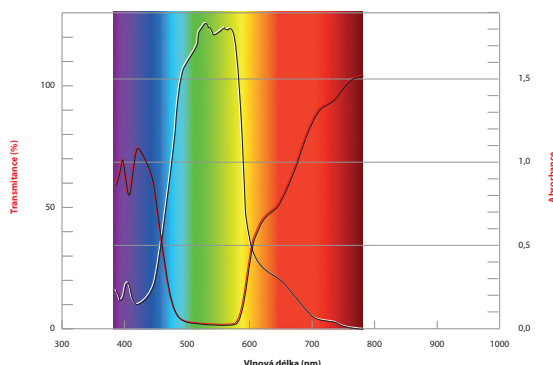
Absorbované záření (nm)	Barva absorbovaného záření	Barva doplňková (barva roztoku)
400 – 435	fialová	žlutozelená
435 – 480	modrá	žlutá
480 – 490	zelenomodrá	oranžová
490 – 500	modrozelená	červenooranžová
500 – 560	zelená	purpurová
560 – 580	zelenožlutá	fialová
580 – 595	žlutooranžová	modrá
595 – 610	červenooranžová	zelenomodrá
610 – 760	červená	modrozelená

Absorpci záření je možno i měřit. Dopadající záření má intenzitu I_0 a záření, které projde vzorkem, I . Poměr intenzit dopadajícího a prošlého záření se nazývá propustnost neboli **transmittance**. Její záporně vzatý logaritmus je pak **absorbance**. Obě veličiny jsou funkcí vlnové délky. **Transmittance** T je bezrozměrná veličina a nabývá hodnot od 0 do 1. Hodnotu $T = 1$ má vzorek, který je pro záření zcela propustný (tedy neabsorbuje), hodnotu $T = 0$ má naopak vzorek, který je pro záření naprosto nepropustný. **Absorbance** A je rovněž bezrozměrná veličina. Nabývá hodnot od 0 do ∞ . $A = 0$ má vzorek, který neabsorbuje záření v dané oblasti vlnových délek. $A = \infty$ má vzorek, který absorbuje veškeré záření dané vlnové délky.



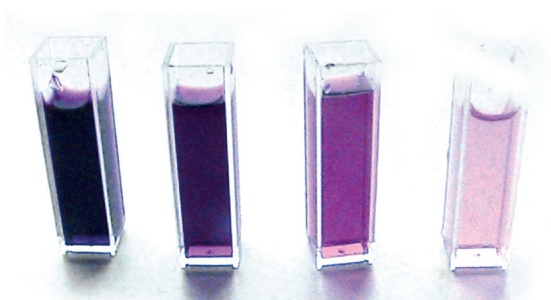
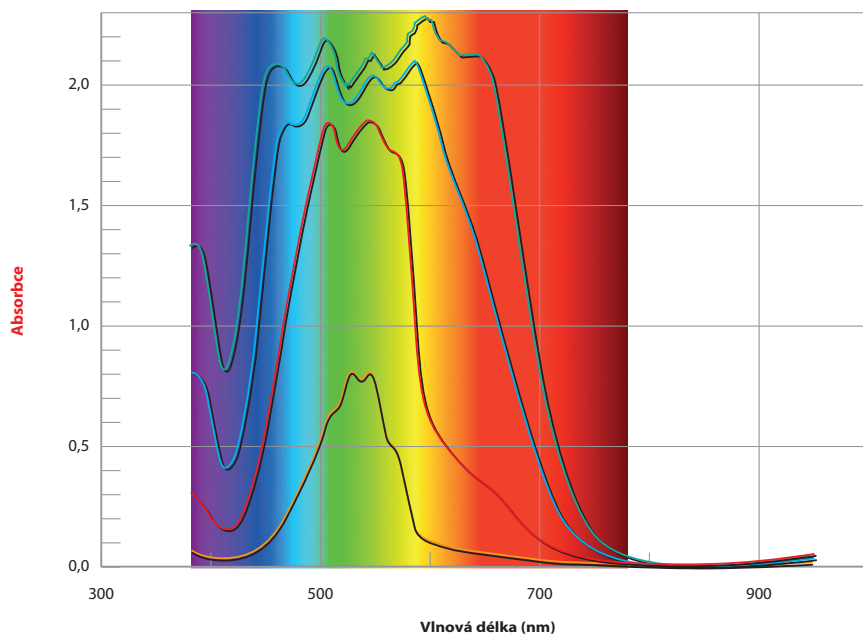
Transmittance i absorbance jsou funkcí vlnové délky. Graf závislosti těchto veličin na vlnové délce se nazývá **spektrum**. Jako příklad si lze uvést spektrum roztoku manganistanu draselného.

Hodnoty transmittance i absorbance závisí na koncentraci roztoku a tloušťce vrstvy, kterou záření prochází. Tuto závislost vyjadřuje Lambert-Beerův zákon



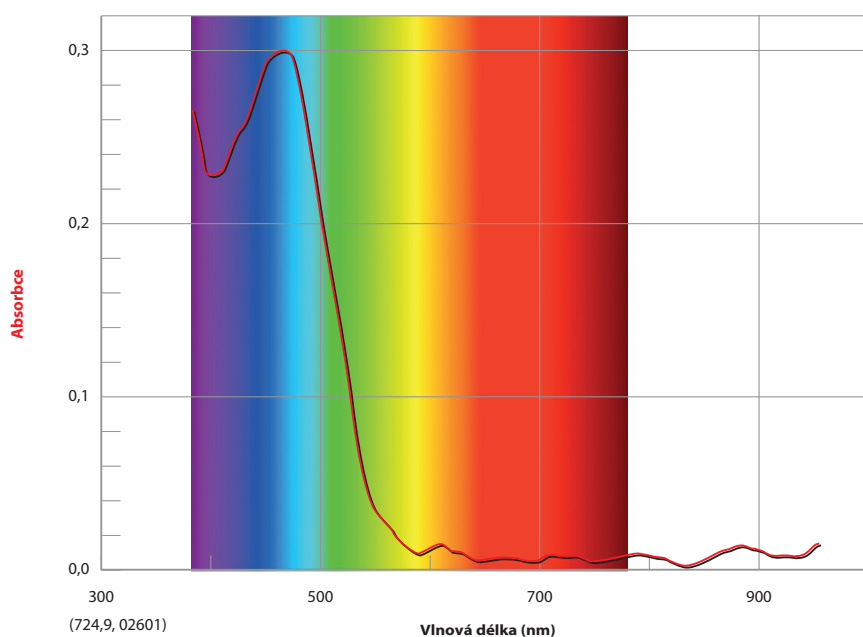
$$A = c \cdot l \cdot \epsilon$$

kde c je koncentrace látky v $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$; l je délka vrstvy v cm; ϵ je molární absorpční koeficient, který je charakteristický pro měřenou látku a pro zvolenou vlnovou délku je konstantní (jeho rozměr je $\text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1}$).

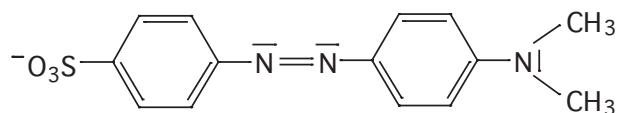
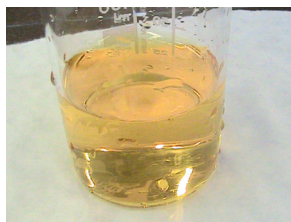


Na obrázku jsou spektra různě koncentrovaného roztoku manganistanu draselného. Druhý parametr, tedy tloušťka vrstvy, je většinou řešen užíváním kyvet s tloušťkou vrstvy kapaliny 1 cm. V řadě případů je možné porovnat absorbanci v závislosti na koncentraci i vizuálně.

Schopnost absorbovat záření z oblasti vlnových délek viditelného světla má řada sloučenin přechodných kovů (z nichž většina náleží do oblasti sloučenin komplexních).



Hmota a záření



Schopnost absorbovat v oblasti viditelného světla mají i látky s rozsáhlejším systémem konjugovaných dvojných vazeb. Do této skupiny látek patří například nejrůznější rostlinná barviva a také acidobazické indikátory, které obsahují skupiny schopné reagovat na změnu pH. Příkladem takového indikátoru je methyloranž. V alkalické oblasti se vyskytuje v podobě anionu a v kyselé zase v podobě kationu. V souvislosti s touto změnou dochází i k jinému rozložení delokalizovaného π -elektronového systému, a tak i ke změně oblasti absorpce viditelného záření. Na následujících obrázcích je barva, spektrum a vzorec methyloranže v alkalické a následně kyselé oblasti.

