

TEORETICKÝ ÚVOD

Spektroskopie elektromagnetického záření je vědní obor, který se zabývá studiem vzniku a vlastností spekter záření. Spektrum elektromagnetického záření je charakterizováno určitým oborem vlnových délek a významnými vlnovými délkami, které v tomto oboru emituje zdroj záření. Jedním z úkolů spektroskopie je analyzovat intenzity jednotlivých vyzařovaných vlnových délek (resp. frekvencí záření).

Existuje mnoho spektroskopických metod, pomocí nichž je možné studovat složení spekter různých oblastí elektromagnetického záření od záření gama až po radiové vlny. Lidské oko lze z hlediska spektroskopie přirovnat ke snímači elektromagnetického záření, který reaguje na elektromagnetické vlny v oboru vlnových délek 380 – 780 nm (viditelná oblast).

Spektroskopie obecně zkoumá spektra na základě interakce záření s látkou, která může probíhat různými mechanismy. Základními mechanismy interakcí jsou emise (vyzáření), absorpce (pohlcení) a luminiscence. Ve všech těchto procesech se studují vlnové délky na základě množství energie, která do děje vstupuje, resp. z děje vystupuje. Výhodou je, že neexistují dvě látky stejného složení, které by byly charakterizovány stejným spektrem vyzařovaných (případně pohlcených) vlnových délek. Spektroskopie dokáže na základě analýzy spektra přiřadit látku, na níž k interakci dochází.

Přejde-li elektron z nižší do vyšší energetické hladiny, energii pohlcuje, při opačném přechodu dochází k vyzařování energie, typicky ve formě elektromagnetického záření určité vlnové délky. Základní vztah mezi vlnovou délkou a jí odpovídající energií je

$$W_{\lambda} = \frac{hc}{\lambda},$$

kde h je Planckova konstanta, c je rychlost elektromagnetické vlny ve vakuu (rychlost světla) a λ je vlnová délka. V souladu s kvantovou teorií probíhá přenos energie vlnou po malých příspěvcích, označovaných jako kvanta záření. Velikost kvanta záření pro danou vlnu odpovídá výše uvedenému vztahu.

U některých látek dochází při interakcích k částečné konzervaci energie. Dodává-li se takové látce energii ve formě energie elektromagnetických vln (ozáření), elektrické energie (vystavení elektrostatickému poli, průchod elektrického proudu), případně tepla, může docházet k postupnému uvolňování energie ve formě elektromagnetických vln různých energií. Tento jev se nazývá luminiscence a lze ji pozorovat typicky na organických látkách složitých chemických staveb. Tento jev nepřísluší výhradně viditelné části spektra, bývá pozorován zejména v UV oblasti. Paradoxně vedl tento jev k objevu radioaktivity, když Henri Becquerel prokázal, že vzorek uranové soli emituje viditelné záření i bez dodání vnější energie. Spektroskopie elektromagnetického záření nachází uplatnění nejen v oblasti analýzy zdrojů světelného záření, ale i v analýze materiálů (luminiscence biologických vzorků, Ramanova spektroskopie), forenzních technikách (otisky prstů, analýza DNA, studium organických vzorků), medicíně, biologii, chemii a dalších.

SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA SVĚTELNÝCH ZDROJŮ

ÚLOHA č. 57

Úkol: Pro vybrané zdroje záření analyzujte spektrum vlnových délek.

- Díličí úkoly:**
1. Proveďte spektrální analýzu diodového zdroje, který vyzařuje v oboru vlnových délek 350 – 1000 nm.
 2. Analyzujte vybraný výbojový zdroj a porovnejte jeho spektrum s teoretickým.
 3. Výsledky předchozích analýz porovnejte se spektrem klasické či halogenové žárovky stolní lampy.

Způsob měření:

Schéma měření:



Sestava úlohy se skládá ze sady zdrojů, přenosových optických vláken a spektrometru s USB rozhraním. Použitý spektrometr RedTide USB650 je vybaven liniovým křemíkovým CCD snímačem o velikosti matice 1 x 650 bodů. Spektrální rozsah přístroje je 350 – 1000 nm, optická rozlišitelnost pohybuje na hranici 2 nm.

Pro přenos signálu se používají optická vlákna. Rozvidlené vlákno umožňuje studovat směsná spektra dvou zdrojů. Přístroj vyhodnocuje spektra v režimu on-line, je tedy třeba vlákno při měření fixovat.

K dispozici je několik typů zdrojů, jejichž charakteristické spektrum vyzařovaných vlnových délek se principiálně liší. Diodový zdroj využívá jediný P-N přechod, který je charakterizován jednou vlnovou délkou vyzářenou při tomto energetickém přechodu. Šířka takového spektra se pohybuje v jednotkách až desítkách nanometrů. Výbojový zdroj je založen na principu emise charakteristických vlnových délek vznikajících při energetických přechodech mezi hladinami v atomovém obalu určitého prvku. Taková spektra jsou typicky čárová a podle příslušné dolní energetické hladiny je lze zařadit do tzv. spektrálních sérií. Naproti tomu spektrum klasické či halogenové lampy je spojitě s výrazným podílem vyzářené energie v infračervené oblasti. Viditelná oblast typicky vykazuje maximum okolo 500 – 570 nm dle teploty vlákna. Záření v takových zdrojích vzniká na principu vyzáření energie, která je rovna Joulovu teplu. Proudem žhavené vlákno se chová téměř jako černé těleso, při teplotě vlákna kolem 2500 °C má vlákno charakteristickou žlutou barvu a vyzářené spektrum je v dobré shodě s Planckovým zákonem vyzařování.

Připomínky k měření a vyhodnocení

Měření proveďte pomocí programu Overture. Návod k nastavení programu a provedení vlastního měření naleznete na kartě k úloze.