

Fakulta elektrotechnická  
Katedra teorie obvodů

# **Spektrometrické stanovení koncentrace roztoku**

Návod k laboratorní úloze z předmětu  
BAM31LET Lékařská technika

Jan Havlík, Zdeněk Horčík

---

25. října 2018

## 1 Úkol cvičení

Stanovte extinkční (absorpční) koeficient pentahydrátu síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (modrá skalice) pomocí absorpčního spektrofotometru a naměřenou hodnotu porovnejte s tabulkovou hodnotou.

## 2 Teoretický základ

Absorpční spektrofotometrie je optická metoda využívaná mimo jiné pro měření koncentrace roztoků. Tato metoda využívá pohlcování záření při průchodu prostředím, které popisuje Lambertův-Beerův zákon

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon(\lambda)cd}, \quad (1)$$

kde  $I$  je intenzita záření na výstupu ze vzorku tloušťky  $d$ ,  $I_0$  je intenzita záření na vstupu do tohoto vzorku,  $\epsilon(\lambda)$  je molární extinkční (absorpční) koeficient pro záření vlnové délky  $\lambda$  a  $c$  je molární koncentrace absorbující látky.

Absorbance roztoku je pak definována jako

$$A(\lambda) = -\log \frac{I}{I_0} = \epsilon(\lambda)cd. \quad (2)$$

Absorbance roztoku je tedy přímo úměrná jeho koncentraci. Pro měření koncentrace lze tedy měření absorbance roztoku snadno využít, jen je třeba najít pro měření vhodnou vlnovou délku, tedy takovou, která umožní co nejcitlivější měření. Pro měření se proto volí vlnová délka, na které malé změně koncentrace odpovídá co největší změna absorbance, tedy vlnová délka odpovídající absorpčnímu maximu měřené látky.

## 3 Spektrometr

V laboratoři je pro měření k dispozici spektrometr FLAME-S-XR1 od výrobce Ocean Optics [1]. Principem funkce spektrometru je rozklad dopadajícího záření hranolem na jednotlivé spektrální složky a následné změření jejich intenzity řádkovým snímačem. Konkrétní realizace celého měřicího řetězce je samozřejmě závislá na výrobci, pro použitý spektrometr je naznačena v interaktivní prezentaci [2].

## 4 Postup měření

1. V ovládacím SW spektrofotometru (software Ocean View) spusíte měření absorbance – volba *Absorbance (concentration)*. Zvolte režim *Absorbance only* a nastavte vhodné parametry měření. Jedná se především o nastavení integračního času tak, aby při měření nedošlo k saturaci snímače spektrofotometru a nastavení průměrování vzorků. Proveďte měření referenčního spektra (halogenový zdroj světla včetně prázdné květy spektrometru) a vlastního šumu spektrofotometru (měření při zatměném vstupu, resp. zatměném výstupu zdroje světla). Vzorové nastavení včetně principu měření si můžete prohlédnout např. ve videonávodu [3].
2. Seznamte se s měřicím schématem a identifikujte funkci jeho jednotlivých bloků.

3. Pro kontrolu změřte absorpenci prázdné kyvety na vlnové délce  $\lambda = 635$  nm. Při správném nastavení celého měřicího řetězce by měla být absorpance  $A$  prázdné kyvety nulová.
4. Připravte 50 ml roztoku modré skalice o molární koncentraci  $c = 1 \text{ M} = 1 \text{ mol/l}$ . Molární hmotnost modré skalice najdete např. na Wikipedii [4].
5. Proveďte měření absorpance roztoku modré skalice na vlnové délce  $\lambda = 635$  nm pro roztoky s koncentrací 1 M, 1/2 M, 1/4 M až asi 1/16 M a pro čistou vodu. Objem kyvety spektrofotometru je asi 2 ml, tloušťka měřeného vzorku je 10 mm. Vyneste do grafu závislost absorpance na koncentraci roztoku.
6. Z naměřených hodnot vypočtete extinkční (absorpční) koeficient pentahydrátu síranu měďnatého a porovnejte ho s tabulkovou hodnotou. Důsledně uveďte jednotky ke všem použitým veličinám.

## 5 Diskuse

Dohleďte tabulkovou hodnotu extinkčního koeficientu síranu měďnatého, srovnajte ji s výsledkem vašeho měření a diskutujte případné vzniklé rozdíly.

## Reference

- [1] Ocean Optics: Flame-S-XR1. Online <https://oceanoptics.com/product/flame-spectrometer/>, 2018.
- [2] Ocean Optics: Flame Optical Bench Options. Online <https://oceanoptics.com/product-details/flame-optical-bench-options/>, 2018.
- [3] Ocean Optics: Absorbance Spectroscopy with OceanView Software. Online <https://www.youtube.com/watch?v=6C6H4DkOc04>, 2018.
- [4] Wikipedie: Síran měďnatý. Online [https://cs.wikipedia.org/wiki/Síran\\_mednaty](https://cs.wikipedia.org/wiki/Síran_mednaty), 2018.