

# FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM

## FYZIKÁLNÉ PRAKTIKUM II

**Vypracoval:** Patrik Žilka

**Namerané:** 10. 10. 2011

**Obor:** AF

**Ročník:** II

**Semester:** III

**Testované:**

---

### Úloha č. 12a: Overenie platnosti Lambert-Beerovho zákona

#### Teória:

Absorpcia svetla pri jeho priechode látkou je charakterizovaná priepustnosťou (transmisíou)  $T$  a je definovaná vzťahom  $T = \Phi/\Phi_0$ , kde  $\Phi_0$  je svetelný tok dopadajúci na látku a  $\Phi$  je tok látkou prechádzajúci. Pokiaľ sa tento podiel vzťahuje len na straty vnútri látky, hovoríme o vnútornej priepustnosti. Ak uvažujeme o priechode monochromatickej svetelnej vlny homogénnou vrstvou látky o hrúbke  $t$ , potom je priepustnosť daná Lambertovým zákonom

$$T = e^{-\alpha t}$$

kde  $\alpha$  je koeficient absorpcie svetla, ktorá je všeobecne závislá na vlnovej dĺžke (frekvencii) dopadajúceho elektromagnetického žiarenia. Overenie platnosti Lambertov zákona je možné nameraním spektrálnej závislosti priepustnosti  $T(\lambda)$  vo vhodnom intervale vlnových dĺžok na planoparalelných doskách rovnakej látky s rôznymi hrúbkami  $t$ . Zanedbaním reflexií na rozhraniach vzorku sa zásadne neprejavuje v tomto overení, ale hodnota absorpčného koeficientu je týmto zanedbaním však ovplyvnená.

Za predpokladu znalosti reflexie jedného rozhraní vzorku  $R_1$  sa dá stanoviť správne hodnotu absorpčného koeficientu  $\alpha$  bez zanedbania odrazov na oboch rozhraniach vzorku. V tomto prípade nám postačí nasledový vzťah

$$e_{1,2}^{-\alpha t} = \frac{(1 - R_1)^2 \pm \sqrt{(1 - R_1)^4 + 4T^2R_1^2}}{-2TR_1^2}$$

kde  $\alpha$  je hľadaný koeficient a  $t$  je hrúbka meraného sklíčka.

#### Meranie:

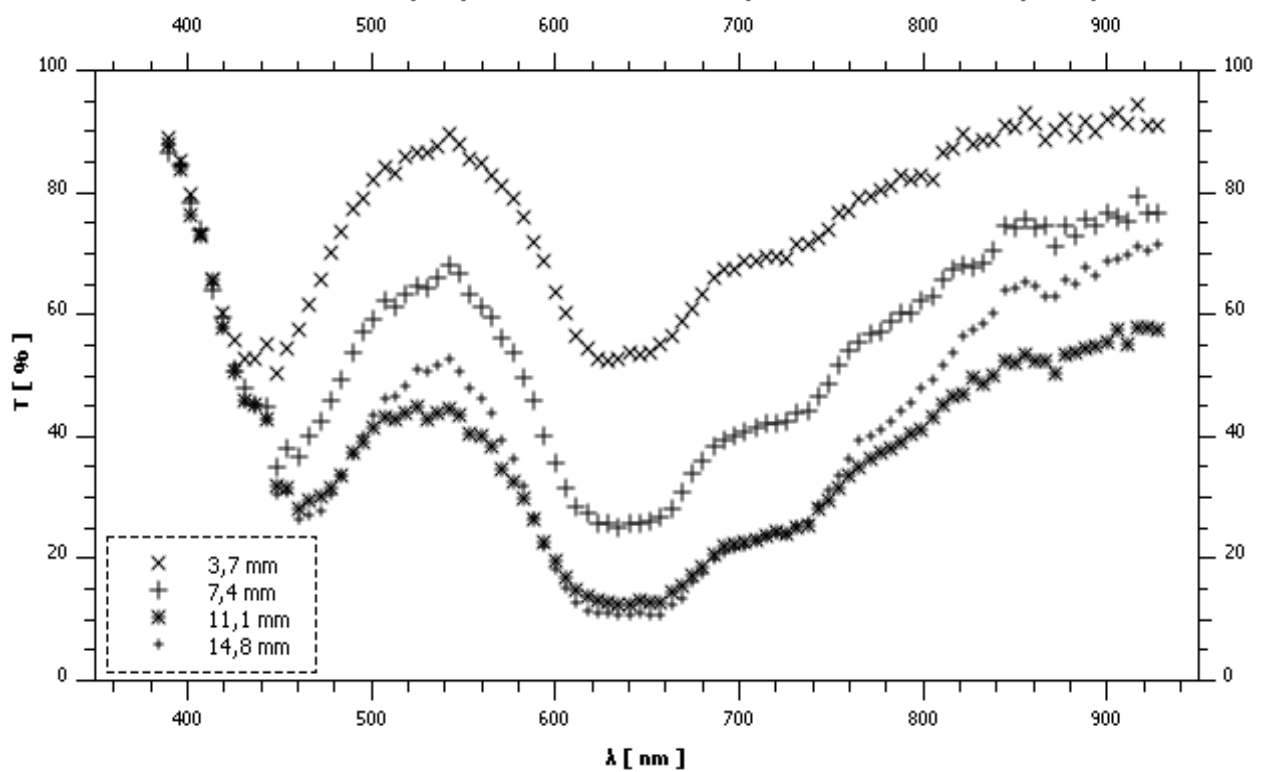
K meraniu boli použité 4 rovnako hrubé sklíčka s určitou hrúbkou. Najprv bolo potrebné namerať intenzitu svetla v danom spektre bez použitia sklíčok. Potom sa odmerala intenzita svetla cez merané sklíčka. Priepustnosť sklíčok je potom daná pomerom intenzity meranej cez sklíčko a intenzity meranej bez sklíčok.

hrúbka jedného sklíčka

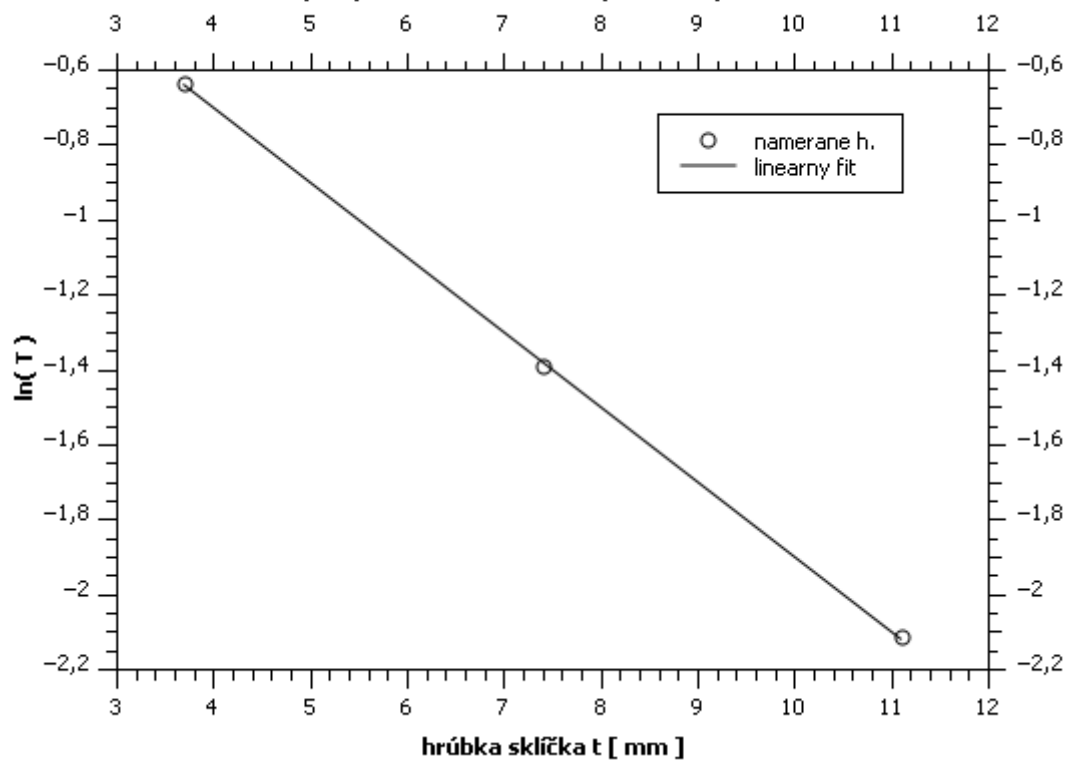
$t = (3,72 \pm 0,05) \text{ mm}$

$\delta t = 1,3 \%$

Graf č. 1: Závislosť priepustnosti sklíčok rôznych hrúbok od vlnovej dĺžky

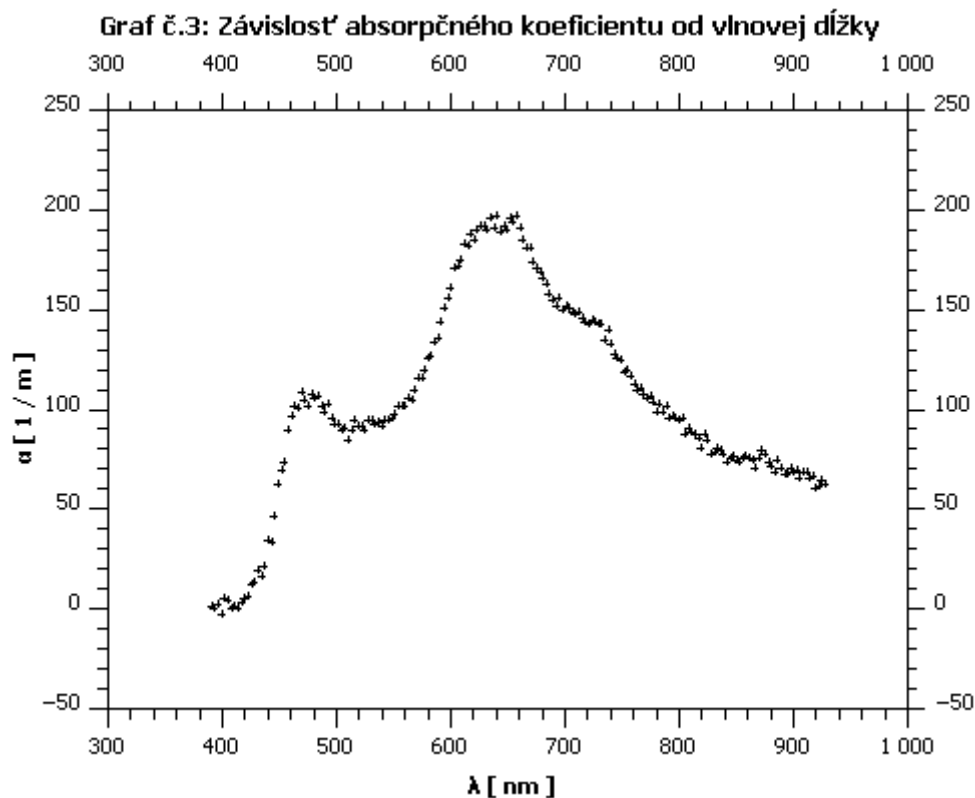


Graf č. 2: Závislosť ln priepustnosti od hrúbky sklíčka pre svetlo s  $\lambda = 647,8 \text{ nm}$



koefficient absorpcie svetla s vlnovou dĺžkou  $\lambda = 647,8 \text{ nm}$  vyjadrený z fitovanej krivky ( z QtiPlotu ) podľa vzťahu uvedeného v úvodnej teórii.

$$\alpha = ( 199,8 \pm 2,1 ) \text{ m}^{-1} \quad \delta\alpha = 1,1 \%$$



**Záver:**

Na grafe č. 1 je vidieť závislosť priepustnosti rôzneho počtu ( hrúbky ) sklíčok od vlnovej dĺžky. Taktiež je vidieť, že priepustnosť 4 sklíčok bola značne ovplyvnená buď chybným meraním, vplyvom nerovnosti dosťčiek alebo odčítaním z nameraných hodnôt vplyv priepustnosti vzduchu, ktorý bol v tomto prípade menší.

Na grafe č. 2 je vidieť lineárnu funkciu, ktorá odpovedá Lambert-Beerovmu zákonu, ktorého platnosť je týmto grafom overená.

Na grafe č. 3 je vidieť aj závislosť absorpčného koeficientu od vlnovej dĺžky.

## Úloha č. 12b: Určenie indexu lomu skla z merania priepustnosti

### Teória:

V optike sa zavádzajú intenzitné veličiny odrivosť  $R$ , priepustnosť  $T$  a absorpcia  $A$ , ktoré pri kolmom dopade svetla charakterizujú z optického hľadiska danú látku. Zo zákona zachovania energie platí  $R + T + A = 1$  a keď ide o neabsorbujúcu látku tak  $A = 0$ .

Z Fresnelových koeficientov vieme, že  $r = (1 - n)^2 / (1 + n)^2$  a aj z tohto vzťahu postupne dostávame celkovú priepustnosť danej neabsorbujúcej látky:

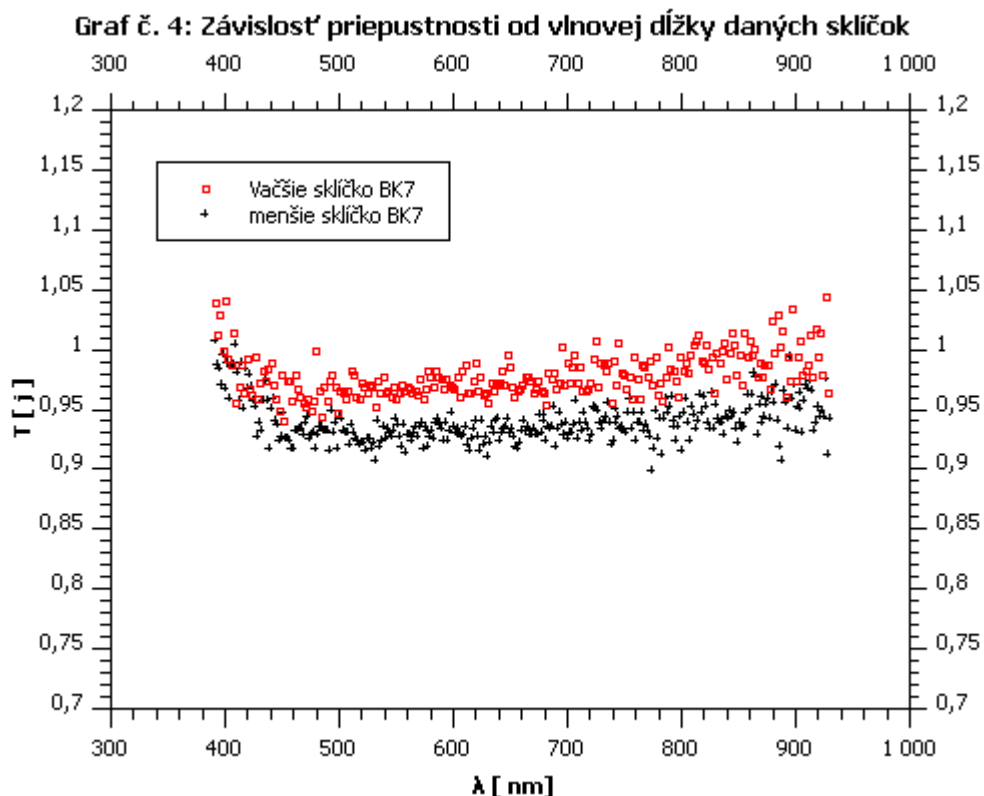
$$T = 2n / (n^2 + 1)$$

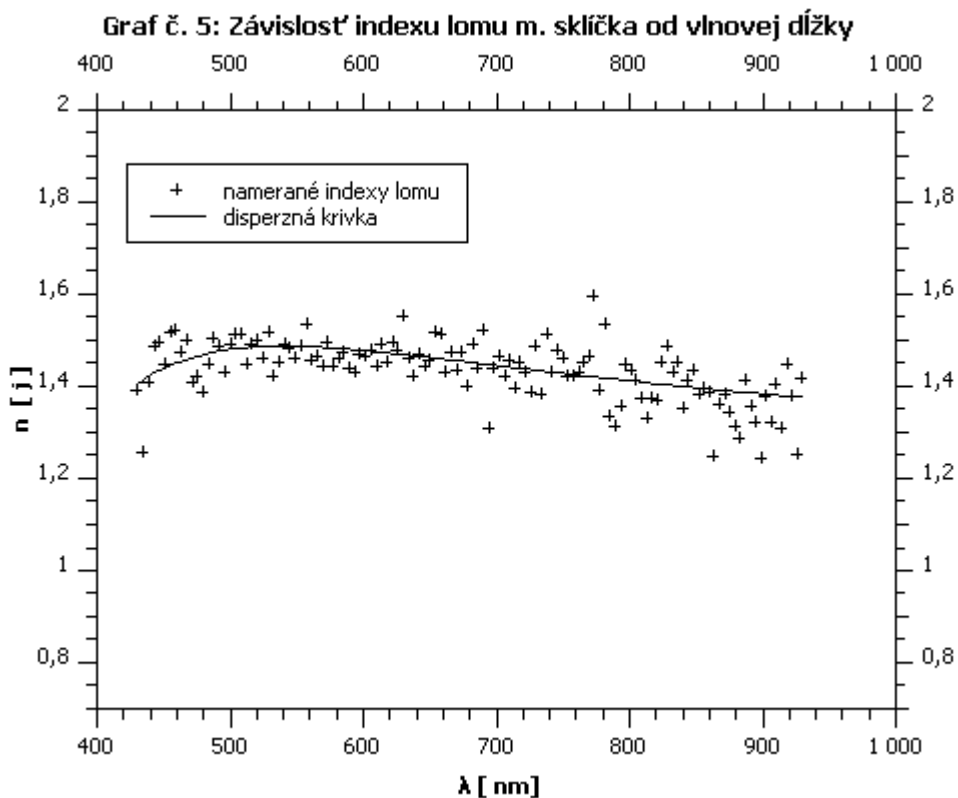
Úlohou je tiež stanoviť materiálové konštanty  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  v Cauchyovom vzťahu pre index lomu a vyniesť disperznú krivku  $n = f(\lambda)$ . Cauchyov polynóm:

$$n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2} + \frac{\gamma}{\lambda^4}$$

### Meranie:

Na meranie bolo použité jedno menšie a jedno väčšie sklíčko BK7. Najprv sa odmerala intenzita v danom spektre bez sklíčok, teda cez vzduch. Potom sa odmerala intenzita cez jednotlivé sklíčka. Podiel intenzít bez sklíčka a so sklíčkom by mal určovať ich priepustnosť, ktorá je znázornená na nasledujúcom grafe:





Dané hodnoty boli vyfitované programom QtiPlot podľa Cauchyovho polynómu uvedeného v teórii. Program tak určil materiálové konštanty:

$$\begin{array}{ll} \alpha = ( 1,235 \pm 0,011 ) & \delta\alpha = 0,9 \% \\ \beta = ( 1,467 \pm 0,085 ) 10^{-13} m^2 & \delta\beta = 5,8 \% \\ \gamma = ( -2,13 \pm 0,14 ) 10^{-26} m^4 & \delta\gamma = 6,6 \% \end{array}$$

### Záver:

Na grafe č. 4 je vidieť priepustnosť dvoch sklíčok a na grafe č. 5 index lomu menšieho skla. Z grafov je vidieť, že priepustnosť sklíčok je takmer konštantná a že meranie bolo dosť nepresné. Nepresnosť merania mohla byť spôsobená zmenami intenzity, nerovnosťami povrchov alebo rozdielnim vplyvom vzduchu.