

Ústav fyzikální elektroniky Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Jan Beran

Naměřeno: 10. prosince 2018

Obor: UF

Skupina: F3240/01

Testováno:

Úloha . 12: Spektroskopické metody

$$T = 21,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$p = 988 \text{ hPa}$$

$$\varphi = 41,0 \text{ \%}$$

1. Povinná část

- Stanovte spektrální závislost propustnosti skleněné destičky v zadaném intervalu vlnových délek.
- Z naměřené propustnosti stanovte pro všechny vlnové délky index lomu.“
- Vyneste graficky závislost indexu lomu na vlnové délce.
- Proložte tuto závislost (její klesající část pro delší vlnové délky) Cauchyovým vztahem.

1.1. Teorie

Mezi propustností a indexem lomu platí vztah

$$T = \frac{2n}{n^2 + 1}. \quad (1)$$

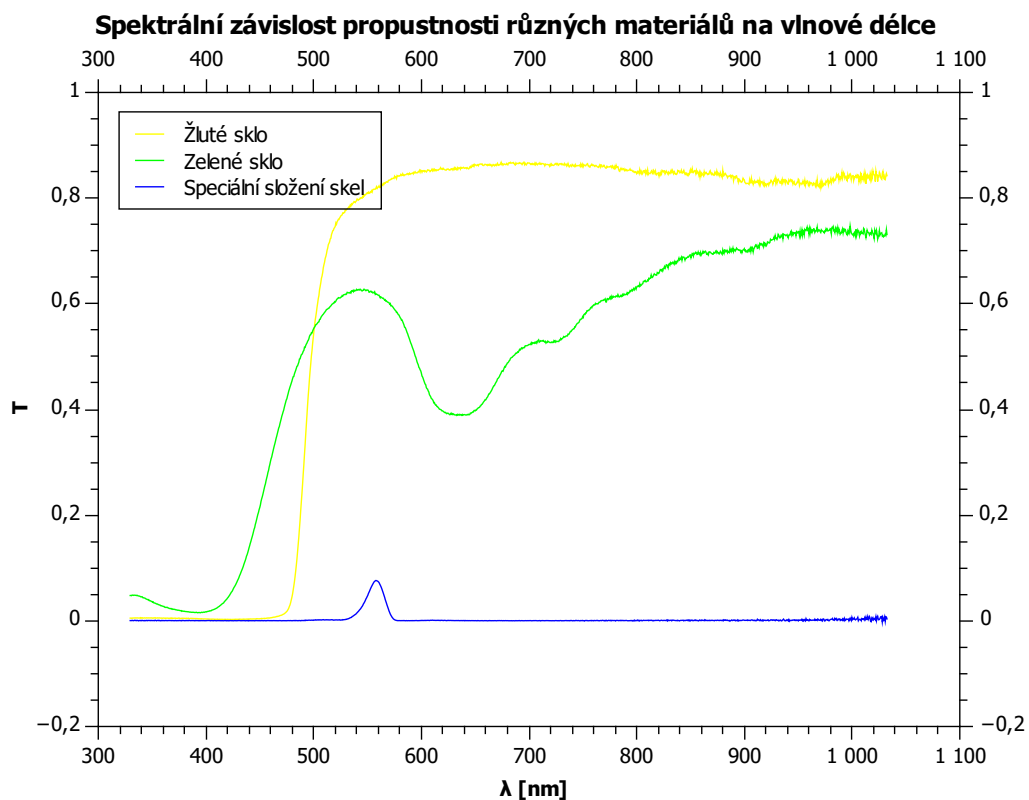
Z této rovnice můžeme spočítat index lomu ze změřené spektrální propustnosti. Kořenem kvadratické rovnice s fyzikálním významem (proto pouze jeden kořen) je

$$n = \frac{1 + \sqrt{1 - T^2}}{T} \quad (2)$$

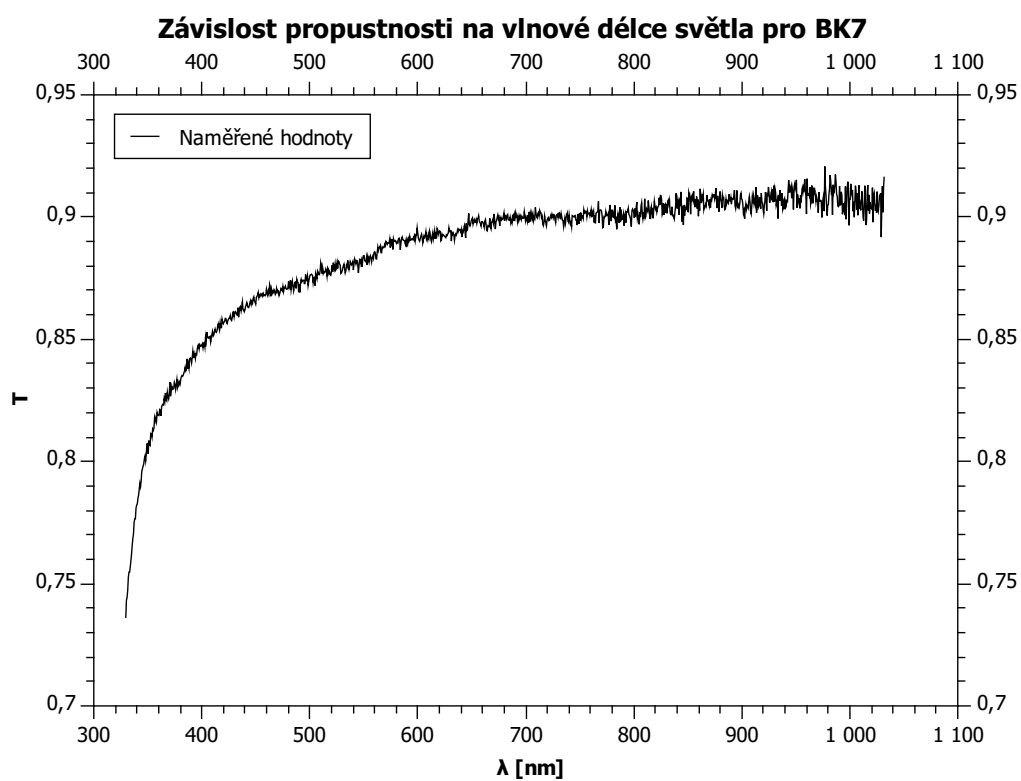
Pomocí spektrometru můžeme změřit spektrální propustnost skla bez vrstvy T_{ss} a propustnosti skla v vrstvou T_{fs} ve stejném spektrálním rozsahu. Pro výpočet propustnosti systému: vrstva-podložka zavedeme měřenou propustnost T_m

1.2. Postup měření

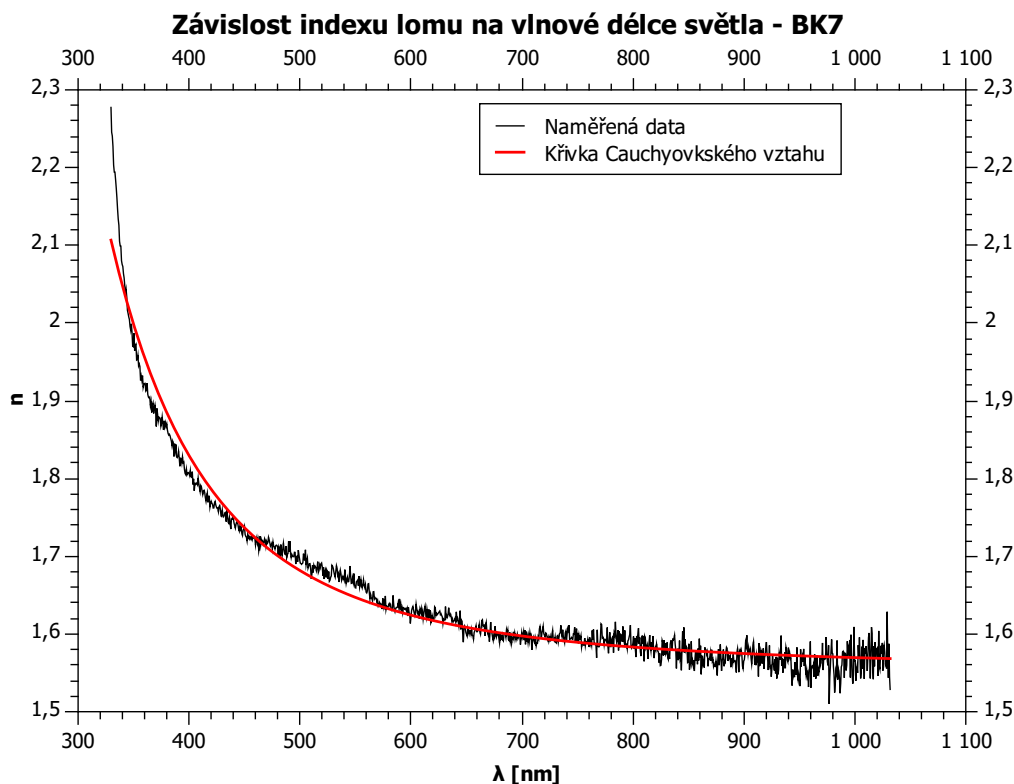
Změřil jsem závislosti propustnosti na vlnové délce pro žluté sklo, zelené sklo a pro složené sklo. Dále jsem změřil závislost propustnosti na vlnové délce pro sklo BK7.



Obrázek 1: Graf spektrální závislosti různých materiálů na vlnové délce, z naměřených hodnot.



Obrázek 2: Graf závislosti propustnosti na vlnové délce pro BK7 z naměřených hodnot.



Obrázek 3: Graf závislosti indexu lomu na vlnové délce proložený křivkou odpovídající Cauchyovu vztahu.

1.3. Naměřené hodnoty

1.4. Zpracování měření

Koeficienty Cauchyova vztahu:

$$A = (1,554 \pm 0,002) \quad (3)$$

$$B = (10 \pm 1) \cdot 10^3 \text{ nm}^2 \quad (4)$$

$$C = (54 \pm 1) \cdot 10^8 \text{ nm}^4 \quad (5)$$

Cauchyův vztah pro index lomu je

$$n = 1,554 + \frac{10 \cdot 10^3}{\lambda^2} + \frac{54 \cdot 10^8}{\lambda^4} \quad (6)$$

2. Povinně volitelná varianta B - Lambert-Beerův zákon, měření absorpčního koeficientu

- Naměřte spektrální závislost propustnosti řady destiček téhož materiálu s různými tloušťkami.
- Pomocí vztahu (7) ve zlogaritmované podobě ověřte, zda platí Lambertův zákon a určete absorpční koeficient dané látky za předpokladu, že nebereme v úvahu odrazy na rozhraních.

2.1. Teorie

Pakliže monochromatické světlo prochází homogenní vrstvou látky o tloušťce d , pak je propustnost dána Lambertovým zákonem:

$$T = e^{-\alpha d}, \quad (7)$$

kde koeficient α je koeficient absorpce světla a obecně závisí na vlnové délce dopadajícího záření.

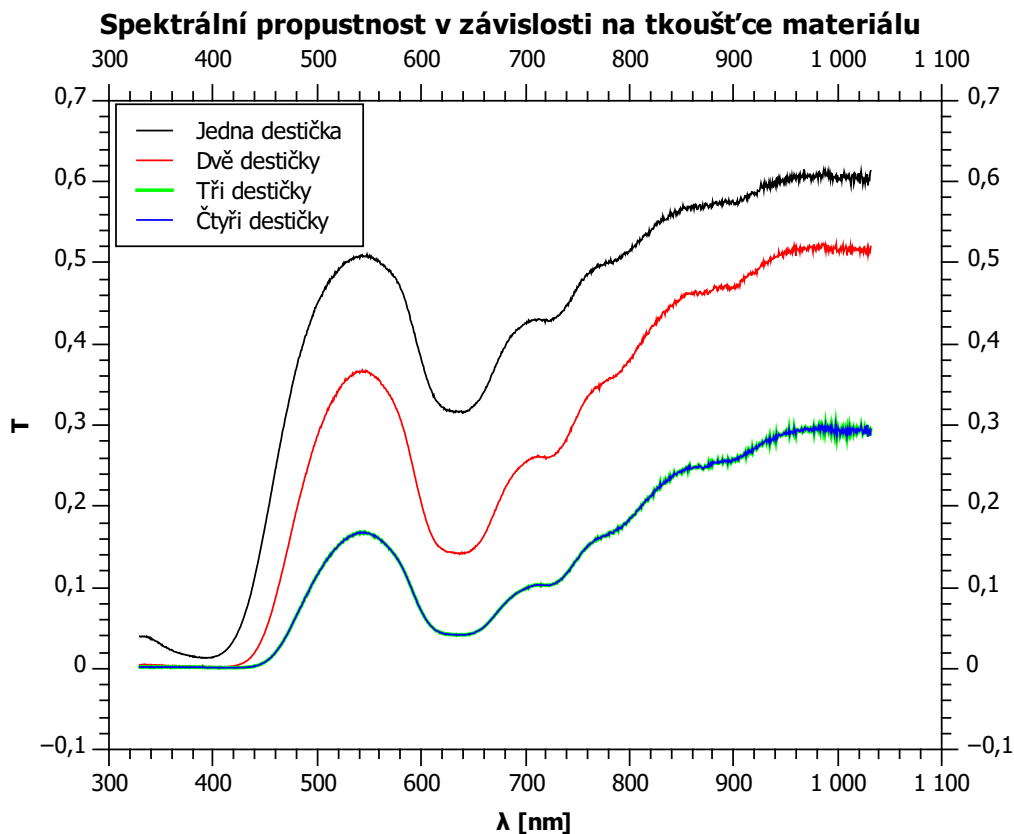
Zlogaritmováním rovnice (7) dostaneme rovnici:

$$\ln T = -\alpha d. \quad (8)$$

2.2. Postup měření

Změřil jsem velikosti jednotlivých destiček. Měřil jsem závislosti propustnosti na vlnové délce pro jednu destičku, dvě destičky, tři destičky a čtyři destičky.

2.3. Naměřené hodnoty



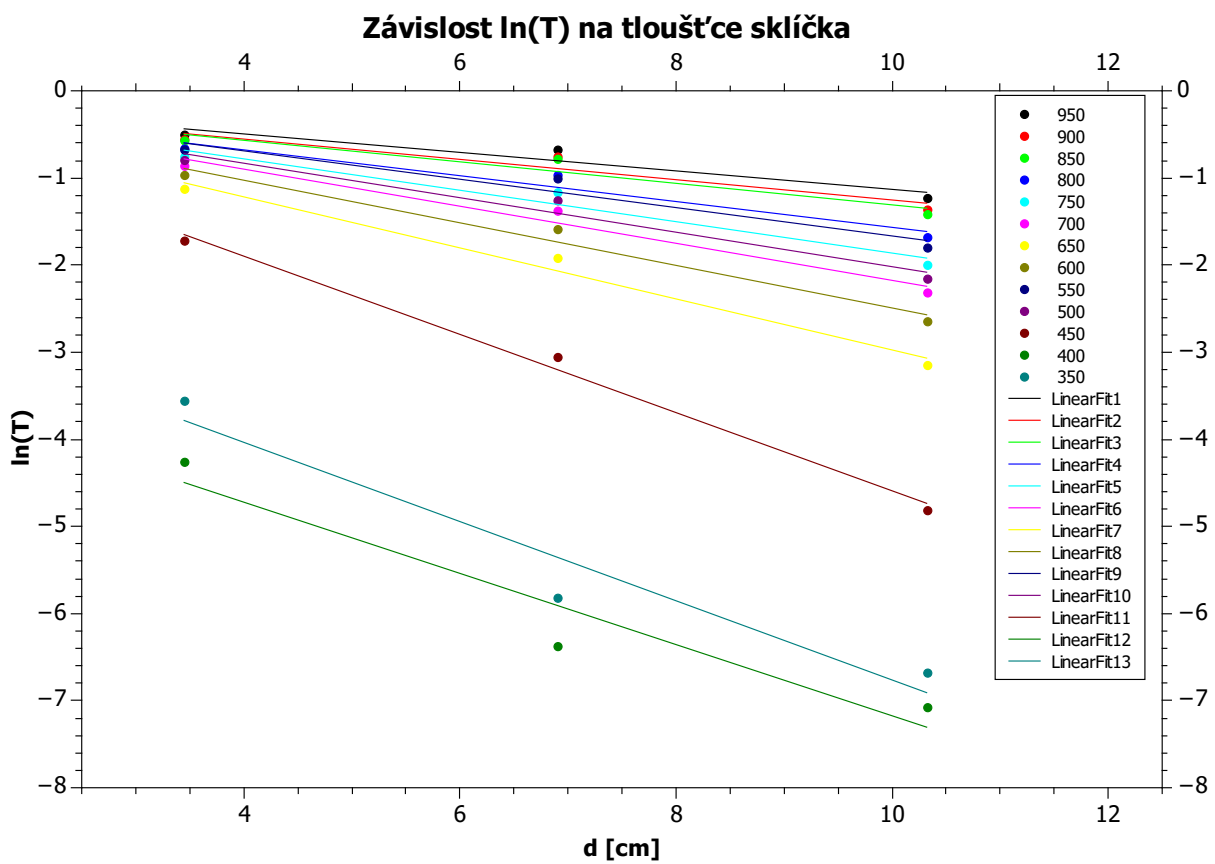
Obrázek 4: Grafy závislosti propustnosti na tloušťce materiálu.

Tabulka 1: Naměřené hodnoty tloušťky jednotlivých destiček.

| | |
|-------|----------|
| d_1 | 3,448 mm |
| d_2 | 3,452 mm |
| d_3 | 3,420 mm |
| d_4 | 3,430 mm |

2.4. Zpracování měření

Vyloučil jsem z měření závislost pro čtyři destičky, protože bylo nejspíše zatíženo hrubou chybou. Nejspíše při ukládání dat bylo místo naměřených dat pro 4 skleněné destičky uložena data pro tři destičky nebo naopak.



Obrázek 5: Graf pro ověření Lamber-Beerova zákona. Závislost $\ln T$ na tloušťce d pro jednotlivé vlnové délky a každá tato závislost byla proložena lineární regresí, čímž se dopočítali hodnoty α ,

Koeficienty absorpce α pro jednotlivé vlnové délky:

$$\alpha_{350} = (0,11 \pm 0,03) \text{ cm}^{-1} \quad (9)$$

$$\alpha_{400} = (0,12 \pm 0,03) \text{ cm}^{-1} \quad (10)$$

$$\alpha_{450} = (0,12 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (11)$$

$$\alpha_{500} = (0,15 \pm 0,03) \text{ cm}^{-1} \quad (12)$$

$$\alpha_{550} = (0,18 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (13)$$

$$\alpha_{600} = (0,21 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (14)$$

$$\alpha_{650} = (0,29 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (15)$$

$$\alpha_{700} = (0,24 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (16)$$

$$\alpha_{750} = (0,16 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (17)$$

$$\alpha_{800} = (0,20 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (18)$$

$$\alpha_{850} = (0,45 \pm 0,04) \text{ cm}^{-1} \quad (19)$$

$$\alpha_{900} = (0,41 \pm 0,12) \text{ cm}^{-1} \quad (20)$$

$$\alpha_{950} = (0,46 \pm 0,15) \text{ cm}^{-1} \quad (21)$$

3. Závěr

V první části jsem zjistil Cauchyův vztah pro závislosti indexu lomu na vlnové délce. Dále jsem vytvořil spektrální závislosti propustnosti různých materiálů. Nakonec jsem určil Cauchyův vztah pro KB7 jako:

$$n = 1,554 + \frac{10 \cdot 10^3}{\lambda^2} + \frac{54 \cdot 10^8}{\lambda^4} \quad (22)$$

Ve volitelné části B jsem ověřoval platnost Lamber-Beerova zákona. Jak je vidět z obrázku 5 pro naše data platí Lamber-Berrův zákon, alespoň pro elektromagnetické vlny o vlnové délce od 950 nm do 450 nm.