

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Jakub Juránek

Naměřeno: 12. listopad 2012

Obor: UF **Ročník:** II **Semestr:** III

Testováno:

Úloha č. 12: Spektroskopické metody

$$T = 21,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$p = 993 \text{ hPa}$$

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

1. Teorie

1.1. Povinná část

Měření propustnosti skla, určení spektrální závislosti indexu lomu z měřené propustnosti.

Stanovíme-li spektrální závislost propustnosti T pro neabsorbující látku, můžeme pak ze vztahu

$$T = \frac{2n}{n^2 + 1}$$

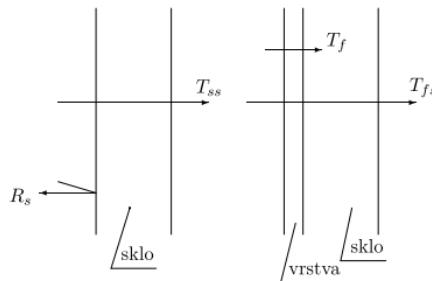
stanovit index lomu této neabsorbující látky jako kořen s fyzikálním významem získané kvadratické rovnice, tedy jako:

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

Celkově pak dostaneme závislost indexu lomu na vlnové délce λ dopadajícího monochromatického světla.

1.2. Varianta A

Určení tloušťky tenké vrstvy z měření propustnosti.



Spektromem můžeme stanovit spektrální závislost měřené propustnosti T_m , kde

$$T_m = \frac{T_{fs}}{T_{ss}}$$

Z ní pak vypočteme hledanou T_f ze vztahu

$$T_f = T_m \frac{1 - R_s}{1 + R_s(1 - T_m)}$$

kde

$$R_s = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2}$$

kde n je index lomu skla pro danou vlnovou délku λ .

Pro minima T_m^{\min} v intervalu vlnových délek $\lambda \in \langle 400, 900 \rangle$ nm stanovíme indexy lomu n_1 vrstvy

$$n_1 = \frac{1 + \sqrt{1 - T_f^{\min}}}{\sqrt{T_f^{\min}}} \sqrt{n}$$

Ze sousedních minim $\lambda' < \lambda$ pak můžeme stanovit tloušťku tenké vrstvy d jako

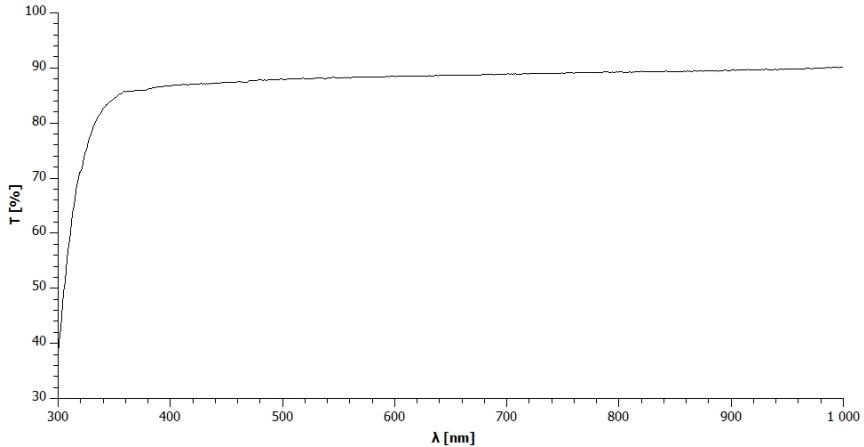
$$d = \frac{\lambda \lambda'}{2(n'_1 \lambda - n_1 \lambda')}$$

2. Měření

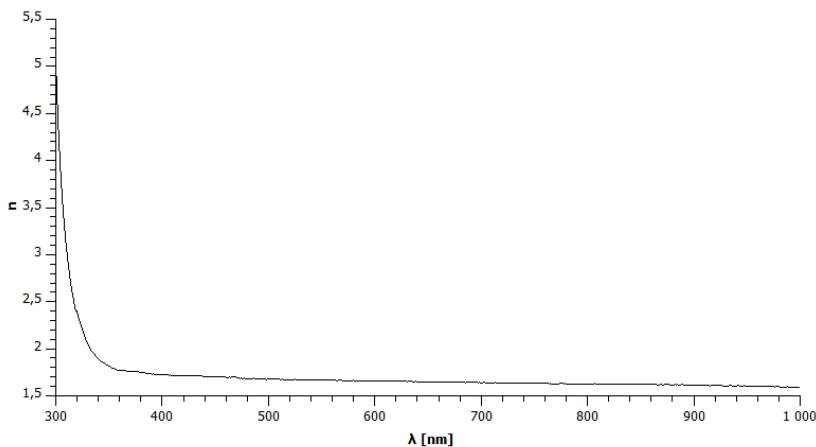
2.1. Povinná část

Nejprve provede referenční měření pro prázdný vrozkový prostor.

Poté provedeme měření s vloženým sklem a dostaneme tak závislost $T(\lambda)$:

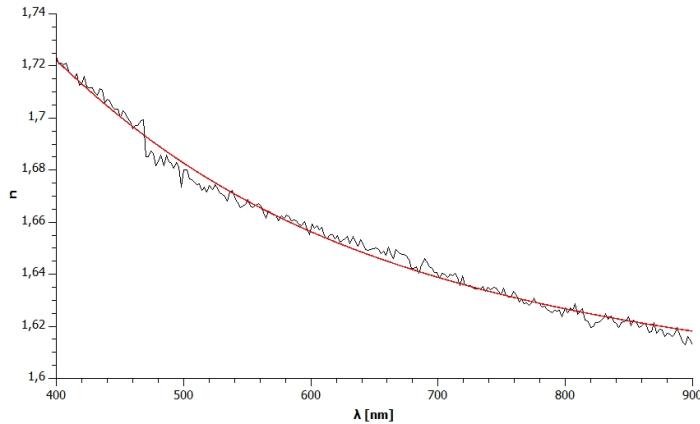


Pro index lomu pak dostáváme závislost $n(\lambda)$:



Zajímavější je ale závislost indexu lomu v intervalu vlnových délek $\lambda \in \langle 400, 900 \rangle$, kterou můžeme proložit Cauchyho vztahem:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$



$$A = 1,5836 \pm 0,0007$$

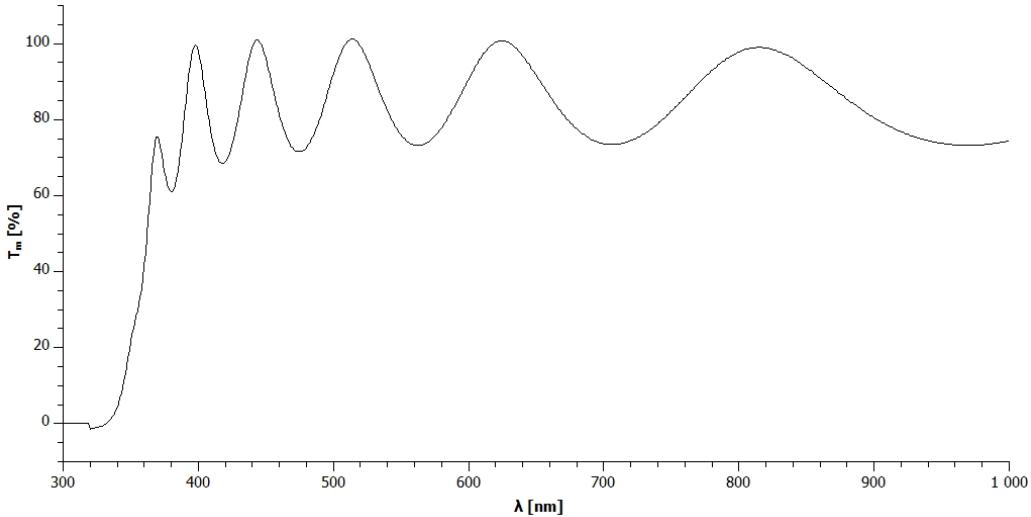
$$B = (294 \pm 5) \cdot 10^2 \text{ nm}^2$$

$$C = (-116 \pm 7) \cdot 10^7 \text{ nm}^4$$

2.2. Varianta A

Nejprve provede referenční měření pro samotné sklo.

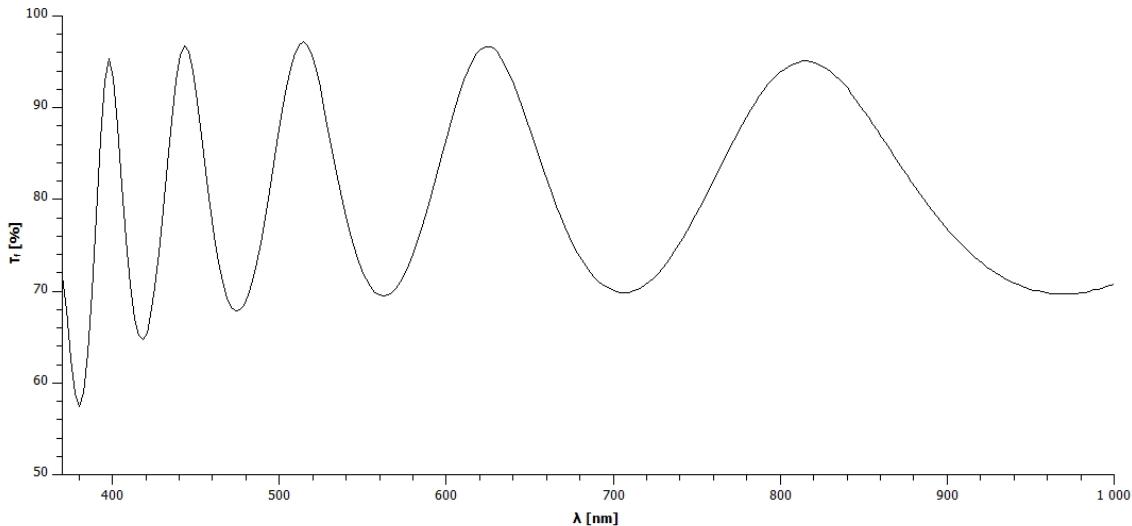
Poté provedeme měření pro sklo s nanesenou vrstvou a dostaneme tak závislost $T_m(\lambda)$:



Pro použité sklo platí následující Cauchyho vztah:

$$n = 1,48 + \frac{8,95 \cdot 10^3 \text{ nm}^2}{\lambda^2} - \frac{4,72 \cdot 10^8 \text{ nm}^4}{\lambda^4}$$

Vypočteme závislost $T_f(\lambda)$ v intervalu vlnových délek $\lambda \in (370, 1000)$:



Pro minima T_f^{\min} stanovíme indexy lomu n_1 vrstvy a pro sousední minima spočteme tloušťku vrstvy d .

	1. minimum	2. minimum	3. minimum	4. minimum	5. minimum	6. minimum
$\lambda[\text{nm}]$	380	418	474	562	707	968
T_f	0,57459559	0,647241	0,678210	0,694553	0,698137	0,696287
n_1	2,69	2,44	2,34	2,28	2,27	2,27

$$d_{12} = 405 \text{ nm}$$

$$d_{23} = 555 \text{ nm}$$

$$d_{34} = 575 \text{ nm}$$

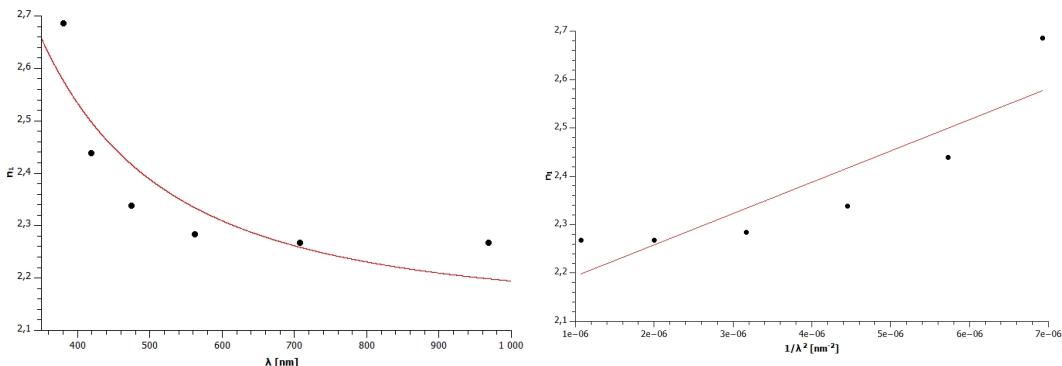
$$d_{45} = 584 \text{ nm}$$

$$d_{56} = 578 \text{ nm}$$

Tloušťku vrstvy d je tedy

$$d = (539 \pm 34) \text{ nm}$$

Proložíme-li získanými indexy lomu Cauchyův vztah, dostaneme:



$$A = 2,13 \pm 0,08$$

$$B = (65 \pm 17) \cdot 10^3 \text{ nm}^2$$

3. Závěr

V první části jsem provedli měření indexu lomu skleněné destičky z propustnosti.

Ve viditelném oboru jsme dostali odpovídající Cauchyho závislost.

Ve druhé části jsme z měřené propustnosti dostali ze čtyř minim tři podobné tloušťky vrstvy.

Dále jsme z těchto minim dostali opět ve viditelném oboru Cauchyovu závislost.

Tato vrstva byla TiO_2 . Index lomu tak odpovídá udávané hodnotě 2,4 až 2,9, což jsou ale hodnoty udané bez odpovídající vlnové délky.