

Skutečně vaše sluneční brýle nepropouští ultrafialové světlo?

L. Križan*, M. Jalůvková**, K. Hodinová***

*Gymnázium Česká Lípa – lubos.krizan@seznam.cz

**Gymnázium Petra Bezruče, Frýdek-Místek –
MonikaJaluvkova@seznam.cz

***Gymnázium Jírovцова 8, České Budějovice –
fheabhas@centrum.cz

Abstrakt:

Seznámili jsme s aparaturou pro měření propustnosti pevných látek v ultrafialové, viditelné a blízké infračervené oblasti spektra a s fyzikálními veličinami, které charakterizují absorpci světla v látce. Experimentální úlohy spočívaly v měření propustnosti slunečních brýlí pro světlo v různých oblastech spektra. Na základě změřené spektrální závislosti propustnosti jsme posoudili kvalitu slunečních brýlí z hlediska ochrany zraku před nežádoucími účinky slunečního záření. Dále jsme pomocí absorpčního spektrofotometru zjistili tloušťku vrstvy oxidu germaničitého.

1 Úvod

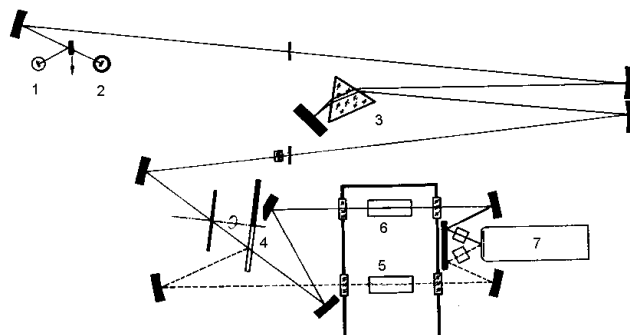
Sluneční brýle mají schopnost blokovat ultrafialové světlo, které může v oku, zejména na sítnici a rohovce, způsobit záněty. Zaměřili jsme se tedy na problém, zda nás naše sluneční brýle skutečně chrání před nepříznivým vlivem UV záření. Dále jsme se zabývali spektrální závislostí propustnosti velmi tenkých průsvitných vrstev, ze které lze určit jejich tloušťku. V našem případě jsme zkoumali vrstvu GeO_2 na podložce z křemene.

2 Experimentální zařízení a zkoumané vzorky

K provedení všech experimentů jsme používali absorpční spektrofotometr SPECORD UV VIS, jehož schéma je na obr. 1. Interval vlnových délek, ve kterých tento přístroj umožňuje provádět měření, je od 200 nm do 800 nm, což odpovídá vlnovým číslům 50000 cm^{-1} až 12500 cm^{-1} . Zdrojem světla v přístroji je wolframová žárovka a deuteriová výbojka. Toto světlo se rozkládá průchodem přes hranol a pomocí děliče svazku prochází střídavě referenčním a zkoumaným vzorkem. Intenzita světla prošlého referenčním a zkoumaným vzorkem je

Obrázek 1

- 1 – wolframová žárovka
- 2 – deuteriová výbojka
- 3 – hranol
- 4 – dělič svazku
- 5 – zkoumaný vzorek
- 6 – referenční vzorek
- 7 – fotonásobič



posléze detekována fotonásobičem. Poměr intenzity paprsku prošlého zkoumaným vzorkem ku intenzitě paprsku na vzorek dopadajícího, který se nazývá transmise, je digitalizován a přes interface jsou hodnoty zaznamenávány do počítače.

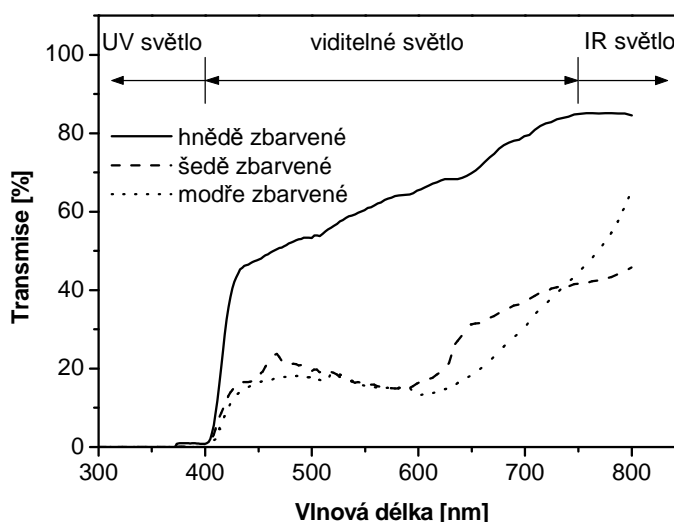
3 Výsledky měření

Transmise slunečních brýlí

Při prvním pokusu jsme na absorpčním spektrofotometru měřili transmissi slunečních brýlí v intervalu vlnových délek 200 nm až 800 nm. Měření jsme prováděli na třech vzorcích. Výsledky jsou znázorněny na obr. 2. Z obrázku je možné vyčíst, že všechny zkoumané brýle pohlcují většinu UV záření, nicméně hnědě zbarvené brýle propouštěly část ultrafialového světla již od vlnové délky 375 nm. Transmise v oblasti viditelného světla, kterému odpovídají vlnové délky 400 až 750 nm se lišila podle zbarvení skel. Vlnové délky větší než 750 nm (infračervené světlo) nejlépe pohlcovaly brýle šedě zbarvené.

Obrázek 2

Graf závislosti transmise slunečních brýlí na vlnové délce světla.



Transmise hranových filtrů OG 570

Jedna z materiálových konstant, která charakterizuje optické vlastnosti materiálu, se nazývá absorpční koeficient α , který umožňuje vyjádřit zeslabení intenzity I_0 rovnoběžného svazku paprsků po projití vrstvou o tloušťce d :

$$I_d = I_0 e^{-\alpha d}$$

Při průchodu rovnoběžného svazku paprsků je však nutno uvažovat odrazy světla na stěnách destičky (viz. obr. 3). Odrazivost materiálu (reflektivita) je definována jako poměr intenzity dopadajícího a odraženého paprsku světla a značí se R . Propustnost vrstvy s absorpčním koeficientem α a reflektivitou R je pak dána vztahem:

$$T = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} I_n}{I_0} = \frac{(1-R)^2 I_0 e^{-\alpha d}}{1 - R^2 I_0 e^{-2\alpha d}}$$

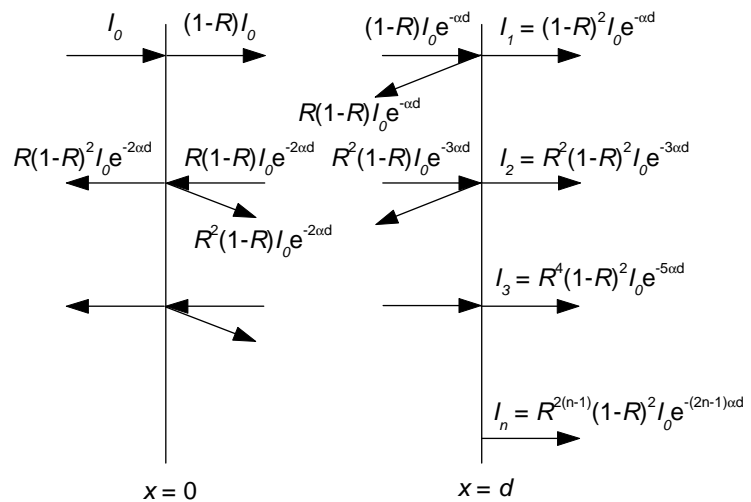
Jelikož jsme ale neznali koeficient odrazu zkoumané vrstvy, určili jsme absorpční koeficient pomocí měření propustnosti dvou hranolových filtrů a různých tloušťkách d_1 a d_2 . Absorpční koeficient je pak aproximován vztahem:

$$\alpha \approx \frac{1}{d_2 - d_1} \ln \frac{T_1}{T_2}$$

Naměřené hodnoty jsou vyneseny na obr. 4, ze kterého je patrné, že zkoumané filtry pohlcují světlo o vlnových délkách kratších než 570 nm, čehož se využívá k odstranění světla propouštěného ve vyšších řádech mřížkovými monochromátory. Zároveň jsme vypočetli spektrální závislost absorpčního koeficientu, která je také znázorněna v tomto obrázku.

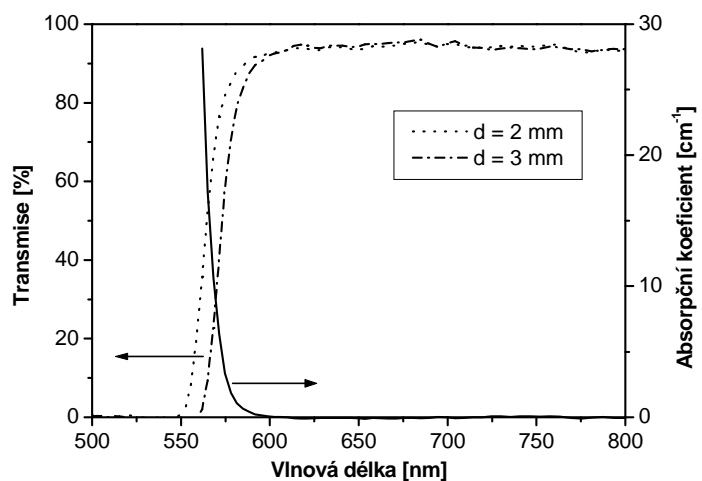
Obrázek 3

Schematické znázornění kolmého průchodu rovnoběžného svazku paprsků absorbující destičkou o tloušťce d .



Obrázek 4

Graf závislosti transmise hranových filtrů OG 570 a závislosti absorpčního koeficientu materiálu na vlnové délce.



Měření tloušťky vrstvy GeO_2 na křemenné podložce

Tloušťka velmi tenkých vrstev průsvitných materiálů se dá také určit na základě měření spektrální závislosti transmise. Tloušťka vrstvy je dána převrácenou hodnotou součinu rozdílu vlnočtů ($\nu_1 - \nu_2$) odpovídajících dvěma po sobě jdoucím minimům ve spektrální závislosti transmise a dvojnásobku indexu lomu n , čili:

$$d = \frac{1}{2n(\nu_1 - \nu_2)}$$

$$\nu_1 = 22500 \text{ cm}^{-1}, \nu_2 = 19100 \text{ cm}^{-1}, n = 1,57$$

$$d = ? [\text{cm}]$$

$$d = \frac{1}{2n(\nu_1 - \nu_2)}$$

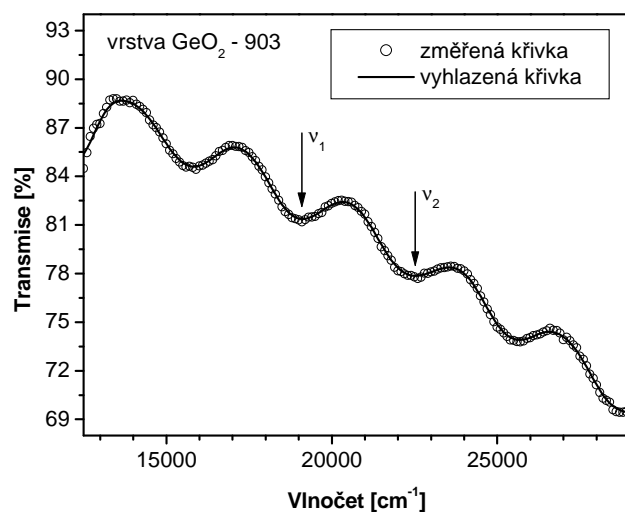
$$\{d\} = \frac{1}{2 \cdot 1,57 \cdot (22500 - 19100)} = 9,68 \cdot 10^{-5}$$

$$\underline{\underline{d = 968 \text{ nm}}}$$

Na základě měření jsme vypočítali tloušťku vrstvy GeO₂ 968 nm, přičemž hodnota určená výrobcem je 903 nm. Graf závislosti transmise vrstvy na vlnočtu je znázorněn na obr. 5.

Obrázek 5

Graf závislosti transmise vrstvy GeO₂ – 903 na vlnočtu.



4 Závěr

Na základě výsledků měření jsme dokázali, že zkoumané brýle pohltily většinu UV záření a jsou tedy pro naše oči bezpečné. Poté jsme zjistili absorpční koeficient materiálu hranových filtrů, aniž bychom znali jeho reflektivitu, provedením dvou měření na hranových filtrech o různých tloušťkách. Při řešení posledního experimentu jsme se seznámili s přesnou metodou zjišťování tloušťky tenkých průsvitných vrstev.

Poděkování

Srdečně děkujeme zejména organizátorům Fyzikálního týdne a supervizoru Ing. Zdeňku Potůčkovi, PhD. za vedení při vypracování miniprojektu.

Reference:

- [1] HENDERSON, B. – IMBUSCH, G. F.: *Optical Spectroscopy of Inorganic Solids* Clarendon Press 1989
- [2] *Návod k úloze „Určování absorpčního koeficientu“ fyzikálního praktika* Katedra inženýrství pevných látek FJFI