

Skutečně vaše sluneční brýle nepropouští ultrafialové světlo?

J. Soukup*, P. Suková**, J. Pavelka***, J. Pavlišta****

*Gymnázium Kladno - j_soukup@seznam.cz

**Gymnázium Svitavy - petra.sukova@tiscali.cz

***Gymnázium tř. Kpt. Jaroše Brno - j.pavelka@centrum.cz

****Gymnázium Jana Masaryka Jihlava - jirka.pavlista@tiscali.cz

Abstrakt:

Změřením propustnosti čtyř různých slunečních brýlí jsme zjistili, že skutečně nepropouštějí UV záření. Stanovili jsme spektrální závislost absorpčního koeficientu materiálu pro hranové filtry OG 570 v okolí absorpční hrany. Využitím interference světelných vln vznikajících vícenásobnými odrazy na rozhraních jsme zjistili tloušťku tenkých vrstev oxidu germaničitého.

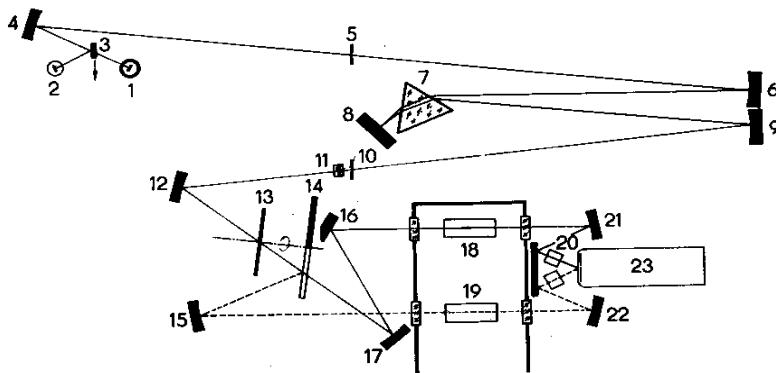
1. Úvod

UV záření je v oku absorbováno převážně spojivkou a rohovkou, což může vyvolat při delším ozáření prudký zánět spojivek a rohovky. Proto nás zajímalo, zda sluneční brýle opravdu dobře ochrání náš zrak před touto hrozbou. Ověřit správnou funkci slunečních brýlí můžeme změřením jejich transmise v závislosti na vlnové délce procházejícího světla. Ze spektrální závislosti transmise lze také zjistit tloušťku velmi tenkých průhledných vrstev, což je důležitý parametr, který je třeba zjistit při jejich nanášení.

2. Experimentální zařízení a zkoumané vzorky

K měření transmise vzorků, což je poměr intenzity světla prošlého vzorkem k intenzitě světla dopadajícího na vzorek, jsme použili absorpční spektrofotometr SPECORD UV VIS. Tento přístroj umožňuje provádět měření v oblasti vlnových délek od 200 do 800 nm neboli pro vlnočty 50000 až 12500 cm^{-1} . Monochromatické světlo totiž můžeme charakterizovat buď vlnovou délkou (λ) nebo vlnočtem (ν), přičemž mezi těmito veličinami platí vztah $\lambda = 1/\nu$.

Schéma spektrofotometru SPECORD UV VIS je znázorněno na obrázku 1. Světlo wolframové žárovky nebo deuteriové výbojky je rozkládáno hranolem. Paprsek monochromatického světla směřuje do děliče, který zajišťuje, že paprsek střídavě prochází zkoumaným a referenčním vzorkem. Tyto paprsky jsou detekovány fotonásobičem. Poměr signálů z fotonásobiče odpovídajících intenzitám obou paprsků je digitalizován a přes interface zaznamenáván počítačem.



Obrázek 1. Schéma spektrofotometru SPECORD UV VIS. 1 – deuteriová výbojka, 2 - wolframová žárovka, 7 – hranol, 14 – dělič svazku, 18 – referenční vzorek, 19 – zkoumaný vzorek, 23 - fotonásobič

Zjišťovali jsme propustnost čtyř různých slunečních brýlí, dvou hranových filtrů OG 570 o tloušťkách 2 a 3 mm a dvou tenkých vrstev oxidu germaničitého na křemenné podložce GeO-759 a GeO-312.

3. Výsledky měření

V intervalu vlnových délek 200 až 800 nm jsme změřili transmise slunečních brýlí, které jsou znázorněny na obrázku 2. Zjistili jsme, že všechny brýle nepropouští světlo až téměř do 400 nm, a proto dostatečně chrání náš zrak před UV zářením. Transmise v oblasti viditelného světla se lišila u různých brýlí v závislosti na jejich zbarvení. Propustnost brýlí 1 roste s rostoucí vlnovou délkou procházejícího světla a proto mají žluté zbarvení. Naopak brýle 2 absorbují více světlo v červené oblasti spektra, čemuž odpovídá jejich modré zbarvení.

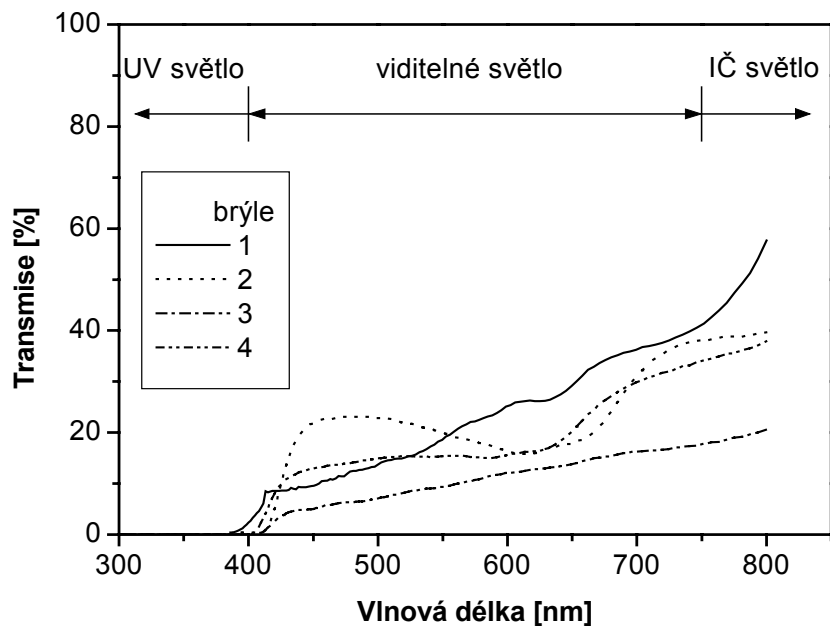
Při průchodu světla různými materiály dochází k jeho absorpci. Ta závisí na tloušťce materiálu a jeho absorpčním koeficientu α , který je pro daný vzorek závislý na vlnové délce světla. Máme-li dva různě tlusté vzorky téhož materiálu, můžeme z naměřených hodnot transmise bez znalosti odrazivosti daného materiálu vypočítat velikost absorpčního koeficientu podle vztahu

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

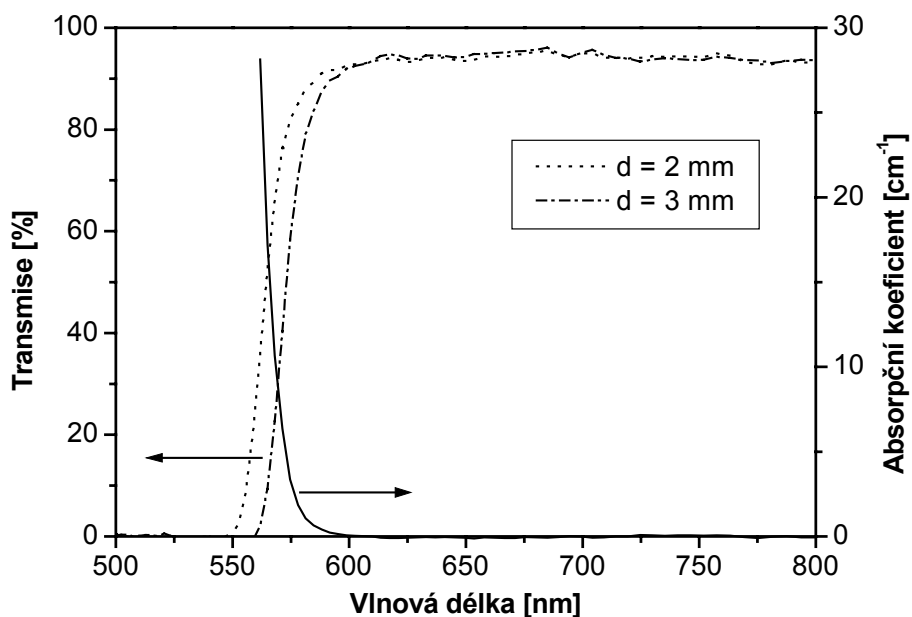
kde d_1, d_2 a T_1, T_2 je tloušťka a transmise tenčího a tlustšího vzorku při dané vlnové délce.

Pro případ dvou různě tlustých filtrů OG 570 je spektrální závislost transmise a vypočteného absorpčního koeficientu vynesena na obrázku 3. Hranové filtry OG 570 se používají k odstranění světla propouštěného mřížkovými monochromátory ve vyšších difrakčních řádech, protože pohlcují světlo o vlnových délkách kratších než 570 nm. Tato jejich vlastnost je zřejmá z průběhu absorpčního koeficientu na obrázku 3.

Na základě změřené spektrální závislosti transmise můžeme také určit tloušťku velmi tenkých vrstev průhledných materiálů. Metoda využívá interference paprsků vznikajících vícenásobnými odrazy na rozhraních vzduch – tenká vrstva a tenká vrstva – podložka. V závislosti na vlnové délce procházejícího světla mají paprsky vznikající odrazy a primární



Obrázek 2. Závislost transmise slunečních brýlí na vlnové délce světla.

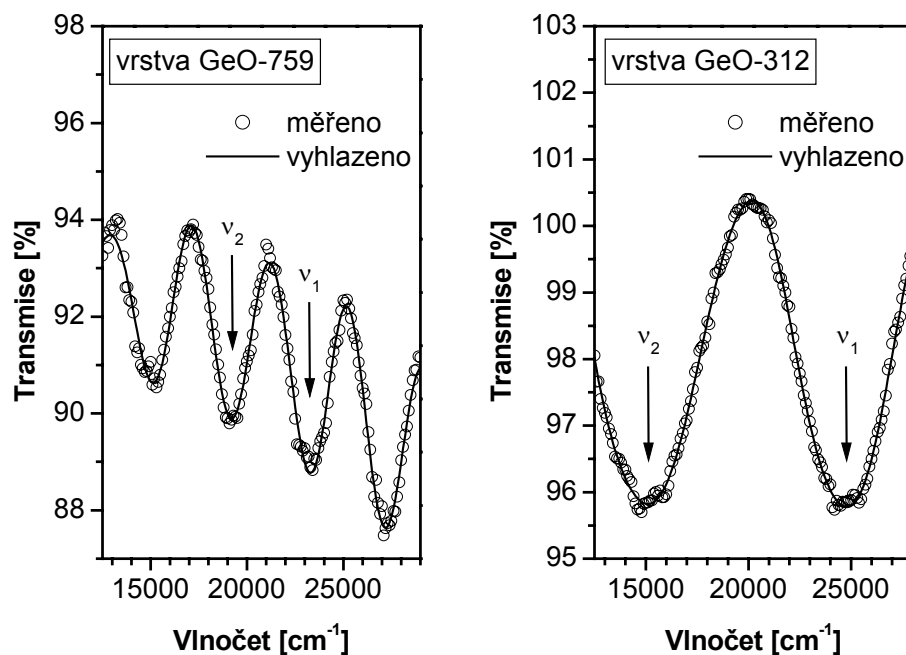


Obrázek 3. Transmise filtrů OG 570 o tloušťce 2 a 3 mm a vypočtená spektrální závislost absorpčního koeficientu materiálu těchto filtrů.

procházející paprsek různou fází a jejich interferencí vznikají ve spektrální závislosti transmise interferenční minima a maxima. Tloušťka vrstvy se vypočte pomocí následujícího vztahu

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

kde n je index lomu vrstvy a ν_1 a ν_2 jsou vlnočty odpovídající poloze dvou po sobě jdoucích minim v závislosti transmise vrstvy na vlnočtu. Pro dvě tenké vrstvy oxidu germaničitého napařených na křemenné podložce jsme z polohy minim vyznačených na obrázku 4 vypočítali tloušťku 301 a 774 nm, přičemž výrobce uvádí tloušťku 312 respektive 759 nm.



Obrázek 4. Transmise tenkých vrstev oxidu germaničitého na křemenné podložce

4. Závěr

Z výsledků našich měření vyplývá, že zkoumané sluneční brýle skutečně nepropouštějí nebezpečné UV záření, a to jak značkové brýle, tak i obyčejné levné brýle. Dále jsme se naučili, jakým způsobem lze určit absorpční koeficient materiálů bez znalosti jeho reflektivity. Podařilo se nám také velice přesně změřit tloušťku velmi tenké vrstvy oxidu germaničitého a to s chybou pouhých 4 % .

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat organizátorům fyzikálního týdne, našemu supervisorovi Ing. Z. Potůčkovi a FJFI ČVUT za poskytnutí prostředků k vypracování našeho projektu.

Reference:

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