

# Absorpce světla v pevných látkách

M. Blažek\*, P. Pecharová\*\*, S. Solánský\*, J. Švarcbach\*\*\*

\*Gymnázium Františka Palackého Valašské Meziříčí

\*\*Gymnázium Christiana Dopplera Praha 5

\*\*\*Gymnázium Václava Hlavatého Louny

petra.pech@post.cz

## Abstrakt:

Na základě závislosti propustnosti tenkých vrstev oxidu germaničitého na vlnové délce světla byla velice přesně určena jejich tloušťka v řádu několika set nanometrů. Změřením transmise dvou hranových absorpčních filtrů OG 570 o tloušťce 2 a 3 mm byla určena závislost absorpčního koeficientu těchto filtrů v oblasti absorpční hrany. Byla posouzena propustnost tónovaných dioptrických brýlí.

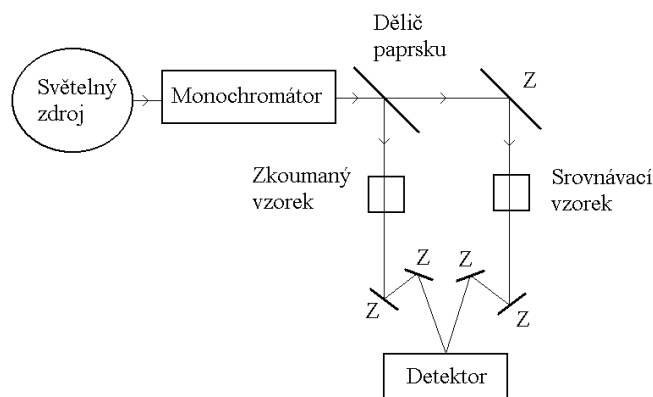
## 1 Úvod

Cílem našeho měření bylo zjistit závislost propustnosti různých vzorků na vlnové délce světla v blízké ultrafialové a viditelné oblasti spektra. Transmise tenké vrstvy je závislá na její tloušťce, takže pokud ji změříme, zjistíme tloušťku vrstvy. Touto metodou můžeme tloušťku vrstvy zjistit s přesností na několik nanometrů. Změřením transmise dvou vzorků o různé tloušťce je možno určit spektrální závislost velikosti absorpčního koeficientu daného materiálu bez znalosti velikosti koeficientu odrazivosti.

## 2 Použitá metodika měření a zkoumané vzorky

K měření transmise vzorku, která představuje poměr intenzity světla prošlého vzorkem k intenzitě světla dopadajícího na vzorek, jsme použili dvoupaprskový absorpční fotometr (viz obr. 1), který umožňuje měření ve viditelné, infračervené a ultrafialové oblasti spektra. Zdroje záření jsou dva, deuteriová výbojka (poskytuje spojité spektrum v UV oblasti spektra) a žárovka s wolframovým vláknem (výměna se provádí pootočením rovinného zrcadla). Světlo je rozloženo monochromátorem na jednotlivé barvy a prochází střídavě referenčním a měřeným vzorkem. Obě světla dopadají na detektor a jsou převáděna na digitální signál, který je dále zpracováván na PC. Odchytky od měření jsou způsobeny reflektivitou zrcadel ve srovnávacím a měřeném paprsku nebo rozdílným osvětlením fotokatody při dopadu těchto paprsků. Abychom odstranili tyto parazitní vlivy na výsledek měření, zjistili jsme nejdříve tzv. stoprocentní a nulovou linii, tj. měření bez vzorku a měření s uzavřenou štěrbínou. Jako

vzorky jsme použili dvě vrstvy oxidu germaničitého napařené na křemenné podložce, dva filtry OG 570 o tloušťce 2 a 3 mm a tónované dioptrické brýle člena skupiny.



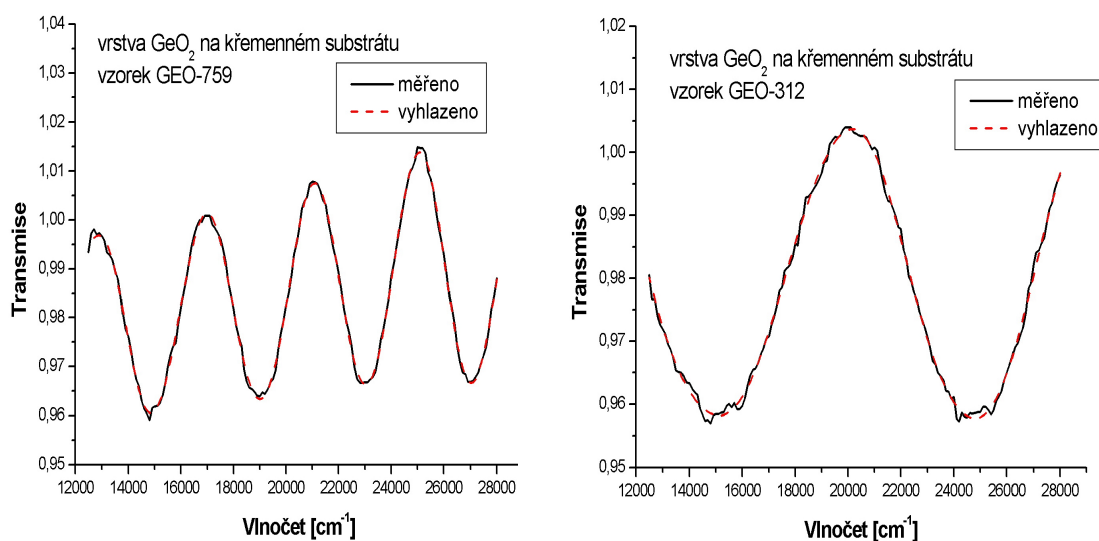
Obr.1 Zjednodušené schéma dvoupráskového absorpčního spektrofotometru

### 3 Výsledky měření

V oblasti vlnočtů  $\nu = 12500 - 29000 \text{ cm}^{-1}$  jsme změřili transmissi dvou vrstev  $\text{GeO}_2$  a vypočítali jsme jejich tloušťky  $d_1$  a  $d_2$  podle vzorce

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

kde  $n$  je index lomu oxidu germaničitého ( $n = 1,57$ ) a  $\nu_1$  a  $\nu_2$  jsou dvě po sobě následující minima v závislosti transmise vrstvy na vlnové délce znázorněné na obr. 2.

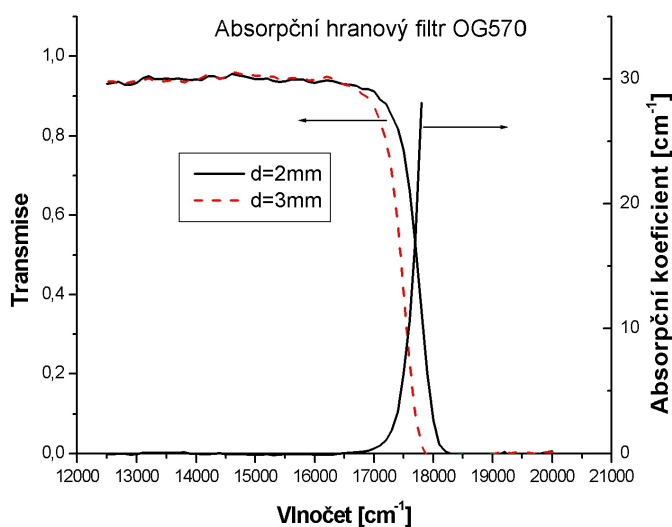


Obr. 2. Transmise vrstev  $\text{GeO}_2$  o tloušťce 328 nm a 796 nm na křemenném substrátu.

V oblasti vlnočtů  $\nu = 12500 - 20000 \text{ cm}^{-1}$  jsme změřili spektrální závislost transmise dvou hranových filtrů OG 570 o tloušťce 2 a 3 mm. Vypočítali jsme absorpční koeficient  $\alpha$  ze vzorce

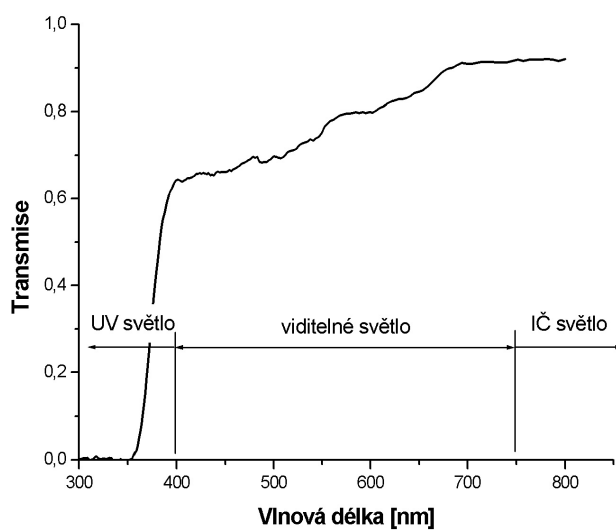
$$\alpha = \frac{1}{d_2 - d_1} \ln \frac{T_1}{T_2} \quad (2)$$

kde  $T_1$  je transmise filtru o tloušťce  $d_1 = 2 \text{ mm}$  a  $T_2$  je transmise filtru o tloušťce  $d_2 = 3 \text{ mm}$  (viz. obr. 3).



Obr. 3. Transmise absorpčních hranových filtrů OG 570 a vypočtená závislost jejich absorpčního koeficientu v oblasti absorpční hrany na vlnočtu světla.

Podobně jako u filtrů byla změřena transmise tónovaných dioptrických brýlí znázorněná na obr. 4.



Obr.4. Závislost propustnosti tónovaných dioptrických brýlí na vlnové délce světla v různých oblastech spektra.

Z obr. 4 vyplývá, že dioptrické brýle propouští UV záření o vlnových délkách 350 nm – 400 nm a dále všechno ostatní záření (obzvláště tepelné). Vzhledem k propustnosti v blízké ultrafialové oblasti spektra nejsou zkoumané brýle vhodné jako sluneční brýle.

## 4 Shrnutí

Pomocí schopnosti absorpce světla je možno velice přesně určit tloušťku tenkých vrstev o tloušťce řádově několik stovek nanometrů. Byly zjištěny tloušťky vrstev  $\text{GeO}_2$ . Po dosažení polohy minim v grafu na obr. 2 do rovnice (1) jsme dospěli k hodnotám  $d_1 = 328$  nm (výrobce udává 312 nm) a  $d_2 = 796$  nm (výrobce udává 759 nm). Dále byla určena spektrální závislost absorpčního koeficientu filtru OG 570 znázorněná na obr. 3.

## 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.*