

Měření transmise optických a laserových materiálů

M. Paták*, M. Plajner**, J. Rada***

*Gymnázium Sušice, martinpatak@post.cz

**Gymnázium Říčany, sahib@centrum.cz

***Gymnázium Čelákovice, jara3@centrum.cz

Abstrakt:

Cílem miniprojektu bylo určení optických vlastností různých vzorků materiálů. Objasnili jsme si intervaly vlnových délek různých částí spektra elektromagnetického záření. Seznámili jsme se s funkcemi spektrofotometru Shimadzu UV-1601. Na tomto přístroji jsme naměřili transmissi vzorků optických materiálů (filtry, krystaly a zrcadla) a dále brýlí a kapalin (voda, aceton, ethylalkohol) v rozsahu 200-1100 nm. Naměřené transmissní křivky jsme porovnali a určili optické vlastnosti měřených materiálů. Navíc jsme se seznámili se základním principem funkce laseru.

1 Úvod

Úkolem projektu bylo naměření transmissních vlastností různých materiálů v závislosti na vlnové délce a podle naměřených výsledků určit jejich možné použití. Transmise je množství záření prošlé materiálem.

K Měření byl použit spektrofotometr UV-1601.

2 Transmise záření

Měřicí přístroj a postup práce

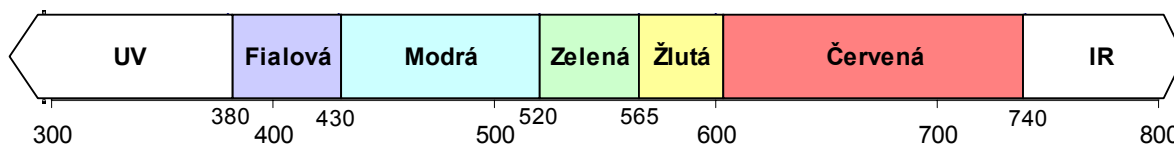
Používali jsme spektrofotometr UV-1601 jehož hlavní součásti jsou fotometr a monochromátor. Jako zdroje záření slouží elektrická žárovka s wolframovým vláknem (viditelná oblast), vodíková výbojka (ultrafialová oblast) a Nerstenova tyčinka (infračervená oblast). Polychromatické záření zdroje je difrakčním prvkem (hranolem, mřížkou monochromátoru) rozloženo na spektrální složky, z nichž se pak záření žádoucí vlnové délky izoluje štěrbinou. Šířka štěrbiny určuje spektrální čistotu záření (naše štěrbinu byla široká 2 nm). Údaje se analyzují fotonásobiči, bolometry a termočlánky. Spektrofotometr je registrační, tzn. že všechna data zakreslí do grafu připojeného počítače.

Výstupní ASCII data spektrofotometru byla zpracována do grafů.

Výsledky

V rámci úlohy byly měřeny transmissní vlastnosti různých optických materiálů používaných v laserových laboratořích. Tyto materiály bylo možno rozdělit do třech skupin na filtry, zrcadla a aktivní prostředí.

Dále byly proměřeny transmissní vlastnosti kapalin a to vody, acetonu a ethylalkoholu. Pro přehlednost uvádíme přehled vlnových délek v nm a příslušné barvy daného záření

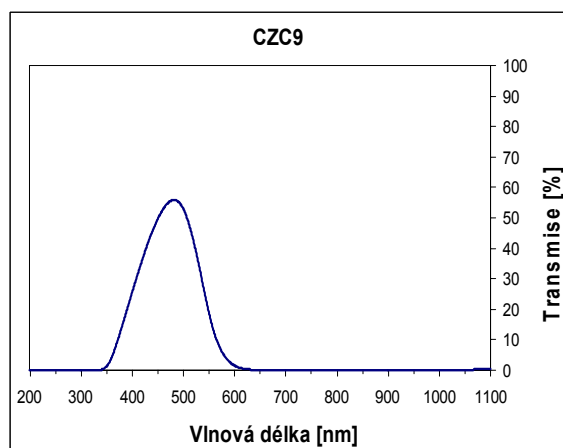


Filtry:

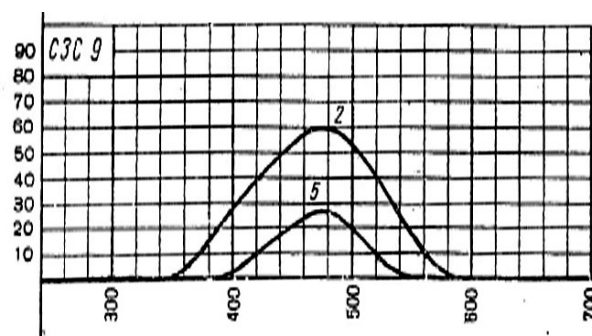
Filtr CZC9 (modrozelená barva), pochází z ruské sady transmisních filtrů. Jeho transmisní charakteristika znázorněná na Graf 1. byla porovnána s údaji přiloženými výrobcem viz Graf 2. Oba grafy se shodovaly. Tento filtr je používán k filtraci záření modré až zelené barvy.

Filtr RG8, Tmavě červené barvy, slouží k odstínění UV a viditelného spektra a pouze infračervené propouští viz Graf 3.

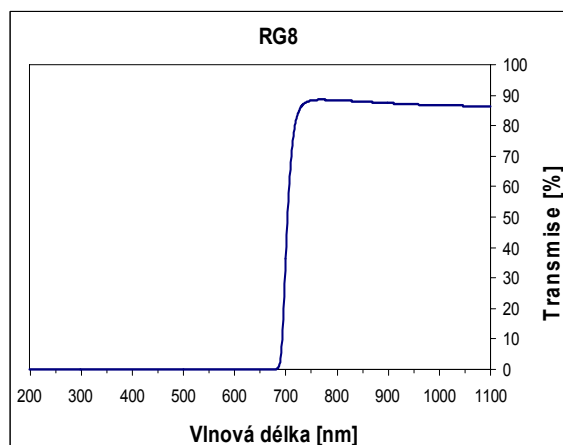
Byly rovněž proměřeny transmisní vlastnosti brýlí slunečních a dioptrických viz Graf 4. Ukazuje se, že sluneční brýle skutečně blokují UV záření více než dioptrické, pro viditelnou část spektra je transmise rovněž výrazně nižší.



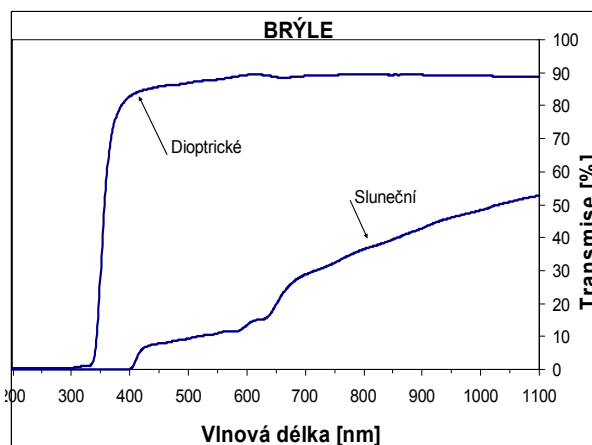
Graf 1. Filtr CZC9 - změřená



Graf 2. Filtr CZC9 – dodaná výrobcem



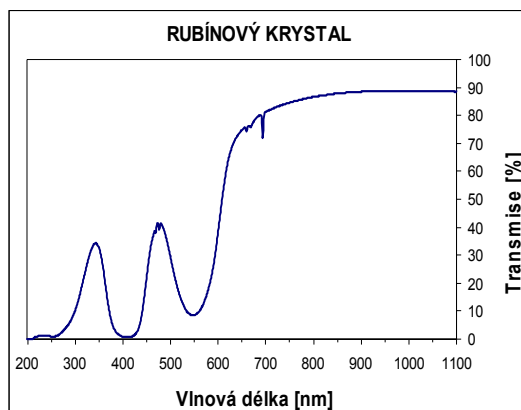
Graf 3. Filtr RG8



Graf 4. Brýle sluneční a dioptrické

Aktivní prostředí

Proměřené laserové aktivní prostředí byl krystal rubínu $\text{Cr}^{3+} : \text{Al}_2\text{O}_3$. Rubínový laser byl první typ laseru (1960). Emitovaná vlnová délka je 693,4 nm. Tento materiál nepropouští vlnové délky v oblastech 400 a 550 nm viz Graf 5 – absorbuje je a může jimi být čerpán.



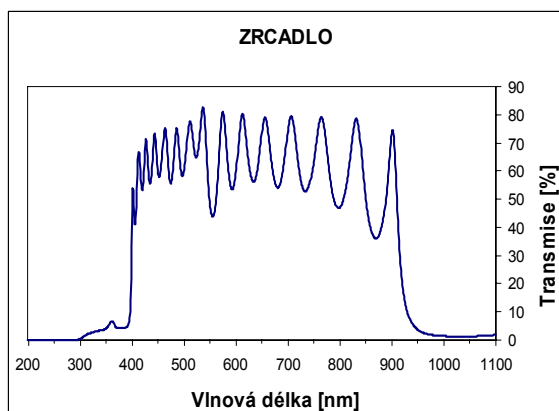
Graf 5. Krystal rubínu

Zrcadla:

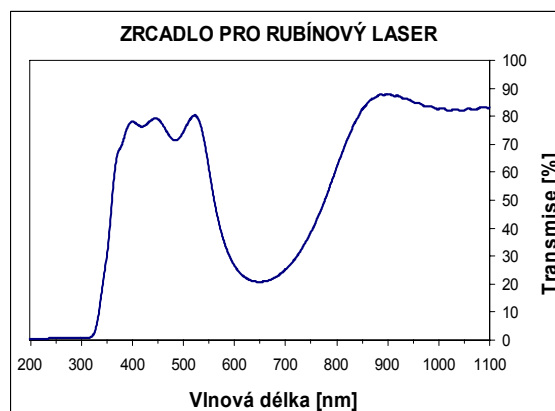
Testovaná zrcadla vznikla napařením různých dielektrických vrstev na skleněnou podložku tak, aby bylo dosaženo požadovaných transmisních a tedy i reflexních vlastností. Pro lasery se používají zrcadla s reflektivitou $\sim 0,8 - 1$ (tj odráží 80 až 100%) generovaného laserového záření. Zrcadla mohou být používána i jako filtry propouštějící, nebo blokující požadované vlnové délky např. filtr výstupního laserového záření od zbytků budící záření.

V Graf 6. je znázorněna transmisní charakteristika zrcadla používaného pro Nd:YAG laser (emitovaná vlnová délka 1062 nm) Reflektivita tohoto zrcadla ~ 1 .

Jako výstupní zrcadlo rubínového laseru (693nm) může být používáno zrcadlo k němuž přísluší Graf 7, jeho reflektivita $\sim 0,8$.

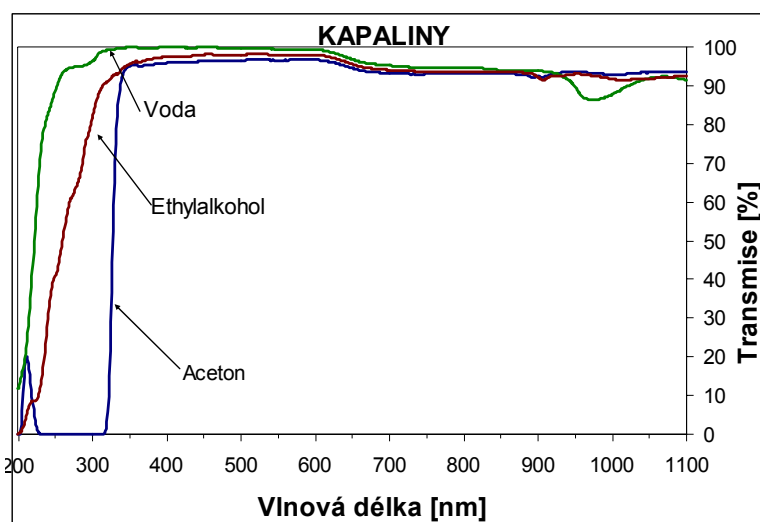


Graf 6. Zrcadlo pro Nd:YAG laser



Graf 7. Zrcadlo pro rubínový laser

Rovněž jsme proměřili transmisní vlastnosti kapalin a to vody, ethylalkoholu a acetonu. Výsledky jsou shrnuty v Graf 8. Kapaliny byly umístěny do skleněné kyvety.



Graf 8. Relativní srovnání transmise kapalin (měřeno v kyvetách)

3 Shrnutí

Seznámili jsme se s funkcemi spektrofotometru Shimadzu UV-1601. Na tomto přístroji jsme naměřili transmissi vzorků optických materiálů (filtry, krystaly a zrcadla) a dále brýlí a kapalin (voda, aceton, ethylalkohol) v rozsahu 200-1100 nm. Naměřené transmisní křivky jsme porovnali a určili optické vlastnosti měřených materiálů.

Poděkování

Pracovníkům Katedry fyz.elektroniky

- Ing. Alena Zavadilová
- Ing. Petr Koranda
- Ing. Petr Gavrilov CSc.
- Prof. Ing. Václav Kubeček DrSc.

Pořadatelům a sponzorům Fyzikálního týdne

Reference:

[1] <http://space.fjfi.cvut.cz/web/blazej/bigfiles/ul13.pdf>

[2] Vrbová M. a kolektiv – Lasery a moderní optika, Prométheus 1994