

Absorpce a emise světla

Příprava IR filtru z lihového fixu

Před vlastním měřením si připravíte optický filtr, který absorbuje viditelné světlo, ale propouští infračervené (IR) záření. Na závěr lekce, až filtr zaschne, si proměříte absorpční spektrum filtru a vyzkoušíte jednoduché experimenty, které budete moci použít přímo ve výuce.

Filtr připravíme tak, že nanese tenkou vrstvu barviva z černého lihového fixu na skleněnou destičku. Fix rozebereme a barvivo vymačkáme na sklo. Nakláněním skleněné destičky rozlijeme barvivo rovnoměrně po celé ploše skla. Po zaschnutí, které můžeme urychlit mírným ohřátím, zopakujeme totéž i na druhé straně skla.

Absorpce elektromagnetického záření v Si a GaAs

Křemík i arsenid galitý (většinou nesprávně nazývaný galium arsenid) jsou polovodiče s šířkou zakázaného pásu Si: 1,10 eV a GaAs: 1,34 eV. Šířka zakázaného pásu ovlivňuje nejen elektrické, ale i optické vlastnosti látky. Rozdíl mezi oběma materiály je velmi zřetelný při srovnání jejich schopnosti absorbovat elektromagnetické záření. To lze ověřit následujícím experimentem.

Před zdroj světla s halogenovou žárovkou umístěte přípravek s dvojicí destiček. Jedna je z křemíku (Si) a druhá z arzenidu galitého (GaAs). Namiřte kameru mírně ze strany na přípravek a zaostřete. Je-li kamera přesvícena, snižte napájecí napětí žárovky. Vidíte nějaký rozdíl mezi oběma destičkami? Která z destiček je Si a která GaAs?

Křemík i arsenid galitý velmi silně absorbují viditelné světlo, ale dobře propouští infračervené záření. O tom se nejlépe přesvědčíte, když se budete s pomocí kamery dívat skrz polovodičovou desku na různé zdroje světla: svíčku, žárovku, kompaktní zářivku, LED diody různých barev. Použijte oboustranně leštěnou křemíkovou desku (obdobnou desku z GaAs nemáme k dispozici).

Obsluha optického spektrometru

Spektrometr Avantess patří mezi jednodušší spektrometry vybavené pevnou optickou mřížkou. Při analýze světla je měřeno vždy celé dostupné spektrum. Detektorem je lineární CCD prvek. Protože štěrbina je pevně nastavená, expozici CCD čipu lze regulovat pouze nastavením integrační doby nebo orientací optického vlákna. Při příliš krátké době je signál utopen v šumu, při příliš dlouhé době je čip zahlcen a může hrozit i jeho poškození. Integrační dobu u silných zdrojů nastavíme na několik ms, u velmi slabých zdrojů i na několik stovek ms či sekund. Signál lze též omezit použitím šedého filtru.

V režimu **Scope** program opakovaně měří a zobrazuje spektrum. Pokud chceme přístroj použít k měření propustnosti nebo absorpce, musíme nejprve změřit a programu sdělit tzv. referenční spektrum zdroje bez absorbujícího vzorku. Jeho intenzita I_0 vystupuje ve vztazích
propustnost $T = I/I_0$, absorpance $A = \ln(I_0/I)$.

Kromě toho je nutné ještě naměřit a programu sdělit (přes Menu) úroveň pozadí (tzv. dark). V režimech **Transmission** a **Absorbance** program automaticky podle uvedených vztahů počítá a zobrazuje propustnost nebo absorpanci.

Měřená spektra nejsou automaticky ukládána. Spektrum lze přes menu uložit do formátu .roh, ze kterého je nutné ho převést do formátu .trt. Ten lze zobrazit v programu Spectrum Analyzer, příp. upravit v textovém editoru.

Měření se spektrometrem

Wienův posunovací zákon

Změřte spektrum halogenové žárovky pro různá napájecí napětí. Použijte transmisní mód, kdy referenční signál bude záření halogenové žárovky při nominálním napětí 24V. Sledujte, jak se mění maximum emisní křivky s napájecím napětím.

IR záření

Porovnejte transmisní spektrum křemíku a arsenidu galitého. Jako zdroj světla použijte halogenovou žárovku. Nejprve vyzkoušejte transmisní mód, kde referenčním signálem bude záření prošlé přes GaAs. Jak vysvětlíte nesmyslné údaje pro krátkovlnnou oblast? Poté srovnajte obě transmisní spektra měřením ve Scope módu. Vzhledem k velmi nízké intenzitě prošlého záření je nutné nastavit dlouhou integrační dobu měření. Nevystavujte ale při ní spektrometr přímému záření žárovky.

UV záření

Změřte absorpční spektra různých skel a křišťálu. Jako zdroj záření použijte deuteriovou výbojku, která bude současně vaším referenčním signálem. Porovnávejte zejména absorpci v UV oblasti.

Luminiscence

Porovnejte absorpční a emisní spektrum kapalného luminoforu – eosinu..

Emise světla

Změřte a porovnejte emisní spektra různých zdrojů: LED diod různých barev, kompaktní zářivky, rtuťové a sodíkové výbojky.

Časová závislost spektra sodíkové výbojky

V režimu **Scope** nastavte integrační dobu na 2 ms a vlákno namiřte na hořák vysokotlaké sodíkové výbojky ve vzdálenosti asi 1 m. Teprve poté výbojku zapněte a pozorujte časový vývoj spektra. Pokud je signál příliš velký, vlákno mírně pootočte ze směru k nejintenzivnější části výboje.

Měření propustnosti filtru z lihového fixu.

Změřte absorpční spektrum vámi vyrobeného IR filtru. Jako zdroj světla použijte halogenovou žárovku, která bude současně vaším referenčním signálem. Nezapomeňte si naměřená data zkopírovat, abyste si je mohli spolu s filtrem odnést.

Experimenty s filtrem z lihového fixu

S pomocí videokamery nebo digitálního fotoaparátu pozorujte různé zdroje světla přes vámi vyrobený filtr. Výsledky porovnejte s dřívějšími experimenty s oboustranně leštěnou křemíkovou deskou.

Pokyny pro práci se zdroji napětí a snímací technikou

Externí halogenovou žárovku lze napájet maximálním napětím 24 V. Před zapojením zdroje vždy snižte napětí na nulu a poté opatrně zvyšujte napájecí napětí. **Bud'te vždy opatrní, abyste zdroj světla nespálili.** Při práci riziko spálení žárovky nesnáze vyloučíte tak, že nastavíte proudové omezení na vhodnou, vámi zjištěnou hodnotu.

Nejprve se důkladně seznamte s obsluhou kamery a monitoru za dostatečného osvětlení. Povšimněte si zejména ovládacích prvků na objektivu kamery: ostření, clony a zoomu. S objektivem manipulujte vždy lehce, nepoužívejte násilí.

Zajistěte, aby v žádném případě nedopadlo světlo ze silně rozžhavené žárovky do nezacloněného objektivu kamery

Literatura: <http://www.physics.muni.cz/kof/vyuka/prchem8.pdf>