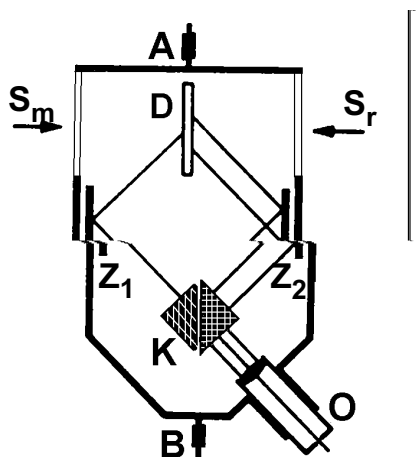


### 3.1 Měření fotometrického diagramu. Fotometrické veličiny a jejich jednotky

#### Princip a postup měření

Přístroje k měření fotometrických veličin, jejichž definice jsou shrnuty v kap. 3 (svítivost, světelný tok, osvětlení, atd.), lze v zásadě rozdělit na subjektivní a objektivní.

- U subjektivních přístrojů se využívá možnosti rozhodnout při vizuálním pozorování, zda sousední plochy vysílají světlo stejné barvy, mají stejný jas. Měření je v tomto případě vždy relativní, měřený zdroj světla porovnáváme s normálovým zdrojem, jehož fotometrické hodnoty jsou známy. Zorné pole přístroje je rozděleno na části, z nichž některé jsou osvětleny měřeným zdrojem, jiné normálem (fotometrické pole). Intenzitu osvětlení od jednoho nebo od obou zdrojů lze definovaně měnit. Nastavíme-li celé zorné pole na stejný jas, lze z nastavení přístroje určit poměr svítivostí obou zdrojů, poměr jejich jasů či dalších fotometrických veličin.



Obr. 3.1–1 Lummerův–Brodhunův fotometr

Pro měření fotometrických diagramů použijeme Lummerova-Brodhunova fotometru, jehož principiální uspořádání vidíme na obr. 3.1.1. Každý z obou porovnávaných světelných zdrojů  $S_m$ ,  $S_r$  osvětluje jednu stranu desky  $D$  s bílým rozptylujícím povrchem. Světlo difusně odražené na obou stranách se po odrazu na zrcadlech  $Z_1$ ,  $Z_2$  pozoruje Lummerovou-Brodhunovou kostkou  $K$ , která vytváří fotometrické pole. Skládá se ze dvou pravoúhlých hranolů, které k sobě přiléhají přeponovými stěnami. Přeponová stěna jednoho, např. levého hranolu je na okrajích sbroušena tak, že pouze její střední část je v optickém kontaktu se stěnou pravého hranolu. Touto střední částí může světlo kostkou nerušeně procházet v původním směru. Při pozorování kostky lupou  $O$  zaostřenou na styčnou plochu hranolu tedy vidíme ve středu zorného pole světlo přicházející

z levého povrchu desky  $D$ . Na krajích přeponové stěny pravého hranolu dochází k úplnému odrazu, takže světlo v okrajové části zorného pole přichází z pravého povrchu desky  $D$ . Vyrovnání obou částí zorného pole na stejný jas se zde provádí změnou vzdáleností  $r_m$ ,  $r_r$  zdrojů  $S_m$ ,  $S_r$  od desky  $D$ . Svítivost zdrojů označme  $J_m$ ,  $J_r$ . Při vyrovnání jsou osvětlení

$$E_m = \frac{J_m}{r_m^2}, \quad E_r = \frac{J_r}{r_r^2}$$

obou stran desky  $D$  stejné, takže je-li např.  $S_r$  normálový zdroj se známou svítivostí, lze svítivost zdroje  $S_m$  určit ze vztahu

$$J_m = J_r \frac{r_r^2}{r_m^2}. \quad (1)$$

Pro vyloučení vlivu případných nesouměrností povrchů desky  $D$  a zrcadel  $Z_1$ ,  $Z_2$  je možno celý přístroj otočit o  $180^\circ$  kolem osy  $AB$ , měření opakovat a jako výsledek brát průměr obou získaných hodnot. Aby bylo možné vyrovnání jasu obou polí přesně provést, musí být splněna podmínka, že oba zdroje mají stejnou barvu světla.

- U objektivních fotometrických zařízení se dopadající světelný tok převádí na některou jinou fyzikální veličinu, obvykle elektrickou, kterou lze vhodným způsobem změřit. Pro převádění lze použít různé fotoelektrické elementy, termočlánky, aj. Správně oceňovaný přístroj dává možnost stanovit fotometrickou veličinu přímo, bez použití srovnávacího normálu. Potíže mohou vzniknout v souvislosti se spektrální citlivostí zařízení. Fotoelektrické veličiny jsou totiž definovány na základě spektrální citlivosti oka. Pro správné měření je proto potřeba, aby provádějící element měl stejnou spektrální citlivost jako lidské oko, což nemusí být vždy snadné splnit. Jinak cejchování přístroje platí vždy jen pro vhodné spektrální složení dopadajícího světla. Při měření budeme používat luxmetr Metra, sloužící k měření osvětlení. Světelný tok dopadající na hradlový fotočlánek se převádí na elektrický proud měřený mikroampérmetrem; přístroj je cejchován přímo v luxech. Luxmetr použijeme ke stanovení svítivosti žárovky, kterou budeme pak při dalším měření používat jako normálu. Svítivost  $J$  určíme z osvětlení  $E$  ve vzdálenosti  $r$  při kolmém dopadu světla na plochu fotočlátku:

$$J = E r^2. \quad (2)$$

Měření provedeme pro kontrolu při několika různých vzdálenostech  $r$  (diskutujte přesnost měření).

Svítivost světelných zdrojů může různým způsobem záviset na směru. V obecném případě je tato směrová závislost charakterisována fotometrickým tělesem. Z pevného bodu – počátku – vyneseme vektory všech možných směrů takové, že velikost každého vektoru udává svítivost zdroje v příslušném směru. Fotometrické těleso je vytvořeno koncovými body těchto vektorů.

Fotometrický diagram charakterizuje stejným způsobem směrovou závislost svítivosti v určité rovině (např. horizontální či vertikální), je to tedy vlastně úhlová závislost svítivosti vynesena v polárních souřadnicích.

Svítivost mnoha plošných rovinných zdrojů  $J$  splňuje s větší či menší přesností Lambertův zákon

$$J = J_0 \cos \vartheta, \quad (3)$$

kde  $\vartheta$  je úhlová odchylka od normály plochy zdroje a  $I_0$  konstanta nezávislá na směru. Pro srovnání vynesete naměřené hodnoty svítivosti plošného zdroje do fotometrického diagramu, kam zakreslíte rovněž křivku (3). Jas  $B$  plošného zdroje je dán vztahem

$$B = \frac{J}{S \cos \vartheta}, \quad (4)$$

kde  $S$  je plocha zdroje. Jas zdroje splňujícího Lambertův zákon (kosinový zářič, viz kap. 3 části I) tedy nezávisí na směru.

#### Pokyny

Po skončení měření zakryjte ihned fotocelu luxmetru plošným krytem a uzavřete kryty Lummerova-Brodhunova fotometru.

K napájení proměřované žárovky použijte zdroje stabilizovaného napětí.