



Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Optické soustavy, užívající jako detektoru oka, se nazývají vizuální optické soustavy. Mezi nejznámější patří dalekohled určený pro pozorování vzdálených předmětů a lupa a mikroskop pro pozorování malých blízkých předmětů. Vizuální optické soustavy umožňují také pozorovat obraz předmětu pod větším zorným úhlem než při pozorování prostým okem.

Jednou ze základních charakteristik oka je jeho rozlišovací mez. Bod se zobrazí na sítnici jakomalý rozptylový kroužek. Dva body rozeznáme jako různé, jestliže mezi jejich rozptylovými kroužky leží alespoň jeden čípek - to nastává tehdy, je-li úhel mezi paprsky (od obou bodů) vstupujícími do oka asi $1'$ (při ideálním osvětlení).

Při pozorování předmětu prostým okem je nejmenší vzdálenost y dvou bodů okem ještě rozlišitelných dána úhlovou rozlišovací mezí oka a vzdáleností předmětu od oka. Zpravidla předpokládáme, že předmět je v konvenční zrakové vzdálenosti 25cm. Pak pro lineární rozlišovací mez oka y vychází:

$$y = 0,1 \text{ mm.}$$





Kapitoly: Úvod ▾

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Lupa a mikroskop

Určení zvětšení lupy.

Pro pozorování drobnějších předmětů se používá lupa. Nejednodušší lupa je tvořena tenkou spojnou čočkou s ohniskovou vzdáleností menší než konvenční zraková vzdálenost. Z tenkých čoček jsou jako lupy nejvhodnější čočky plankonvexní, jejichž rovinná plocha je obrácená k oku - nejméně se projevují vady čočky. Takovou lupou je možno dosáhnout zvětšení kolem šesti. Zvětšení 20 až 40 dosahují lupy složené ze dvou nebo i více čoček.

Zvětšení Z lupy definujeme jako poměr zorného úhlu τ , pod nímž se předmět jeví při pozorování okem ozbrojeným lupou, a zorného úhlu τ' , pod nímž se předmět jeví při pozorování prostým okem z konvenční zrakové vzdálenosti 0,25 m.

$$Z = \frac{\text{tg } \tau}{\text{tg } \tau'}$$

Pozorovaný předmět umísťujeme mezi lupu a její ohnisko. Obraz je pak zvětšený, neskutečný a přímý.

Pro zvětšení lupy lze odvodit vztah

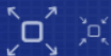
$$Z = \frac{P_0}{f} \left(1 + \frac{o}{P_0'} \right),$$

kde P_0 je vzdálenost předmětu o velikosti y při pozorování prostým okem
 P_0' je vzdálenost obrazu předmětu vytvořeného lupou od oka
 o je vzdálenost oka od obrazové ohniskové roviny lupy
 f je obrazová ohnisková vzdálenost lupy.

Vidíme, že zvětšení lupy závisí nejen na její ohniskové vzdálenosti f , ale i na poloze oka vzhledem k lupě a umístění předmětu. Nejvhodnější poloha lupy je taková, kdy pozorovatelovo oko neakomoduje, tj. je zaostřeno na nekonečno a nedochází k únavě očních svalů. To nastane, je-li předmět umístěn v předmětové ohniskové rovině lupy.



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

Lupa a mikroskop

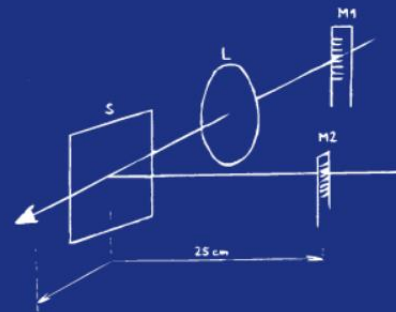
- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Princip měření

Měření provedeme v uspořádání podle obrázku, v němž lze současně pozorovat dvě milimetrová měřítka - měřítka M' lupou a měřítka M prostým okem ze vzdálenosti 0,25 m.

Odpovídá-li m dílkům měřítka pozorovaného prostým okem m' dílků obrazu měřítka vytvořeného lupou, platí pro zvětšení lupy

$$Z = \frac{m'}{m}$$



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

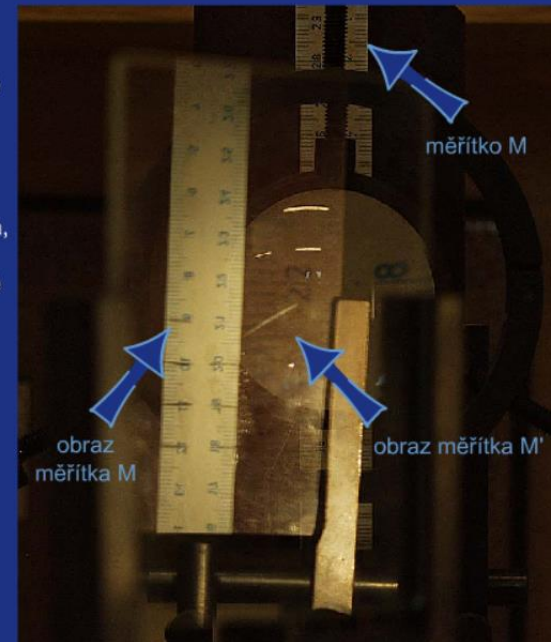


HLASITOST

Úkol 1: Určete zvětšení lupy přímou metodou.

Postup měření:

1. Z držáku odstraníme sklíčko S .
2. Nastavíme předmět M' do předmětové ohniskové roviny lupy. To provedeme tak, že maximálně přiblížíme M k lupě. Poté postupně měřítko vzdalujeme a pozorujeme jeho obraz vytvářený lupou. Zpočátku je obraz vzpřímený, při dalším posouvání však přejde obraz v převrácený. Poloha, při které dochází ke změně orientace obrazu odpovídá umístění měřítka v předmětové ohniskové rovině lupy. Při hledání obrazu vytvářeného lupou je třeba měnit polohu oka, především tehdy, je-li měřítko před předmětovou ohniskovou rovinou lupy.
3. Osvětlíme měřítko M .
4. Upevníme sklíčko S a nastavíme ho v držáku tak, abychom mohli současně pozorovat obraz měřítka m' vytvářený lupou a obraz měřítka M vznikající odrazem na S .
5. Porovnáním, kolik dílků m' měřítka M' připadá na počet m dílků měřítka M a určíme zvětšení.



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Měření některých parametrů mikroskopu.

Mikroskop umožňuje dosáhnout většího zvětšení než lupa a tím i rozlišení jemnější struktury pozorovaného předmětu. Skládá se z objektivu s ohniskovou vzdáleností f_1 a okuláru s ohniskovou vzdáleností f_2 . Mezi obrazovým ohniskem objektivu F_1 a předmětovým ohniskem okuláru F_2 je vzdálenost Δ nazývaná se optický interval mikroskopu.

Objektiv vytváří skutečný, převrácený a zvětšený obraz předmětu, který prohlížíme okulárem jako lupou. Předmět tedy musíme umístit před předmětové ohnisko objektivu F_1 . Při zaostřování mikroskopu dosáhneme situace, kdy obraz vytvořený objektivem leží v předmětové ohniskové rovině okuláru.

Obraz vytvořený okulárem leží v nekonečnu (oko pozoruje bez akomodace), resp. ve vzdálenosti zřetelného vidění (pak oko akomoduje na tuto vzdálenost). Obraz vytvořený mikroskopem je v obou případech neskutečný a převrácený.

Pro ohniskovou vzdálenost f optické soustavy mikroskopu lze odvodit vztah:

$$f = \frac{f_1 f_2}{\Delta}$$



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 2: Seřízení mikroskopu.

Postup seřízení

1. Zmenšíme průměr polní clony pomocí páčky. Cílem je sjednotit obraz této clony vytvořený kondenzorem s předmětovou rovinou objektivu. Na stolek mikroskopu položíme podložní sklíčko a zaostříme na prachová zrnka na povrchu sklíčka. Pomocí ovladače posuvu kondenzoru posouváme kondenzor tak dlouho, až vidíme současně ostře jak prach na sklíčku, tak obraz clony.

2. Obraz světelného zdroje zaostříme na aperturní clonu. Clonu maximálně uzavřeme pomocí páčky. Zvětšíme průměr polní clony a posunem kolektoru pomocí páčky zaostříme.

3. Pro daný objektiv mikroskopu sesouhlasíme průměr obrazu aperturní clony s aperturní clonou mikroskopu. Vyjmeme okulár a nastavíme páčku tak, aby oba průměry byly totožné. Je nutné provést vždy při změně objektivu.

Mikroskop zaostřujeme na preparát tak, že za neustálé kontroly vzdálenosti přiblížíme objektiv těsně k předmětu - nesmí dojít k dotyku preparátu a přední plochy objektivu. Pak objektiv vzdalujeme až zaostříme. Při výměně objektivu v revolverovém uložení stačí jen pootočením objektiv vyměnit a jemným posuvem doostřit.



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 3: Změřte lineární předmětové pole.

Postup měření:

1. Na stolek umístíme předmět s vyznačeným bodem (např. skličko se smítkem).
2. Posuvem x , y stolku mikroskopu nastavíme bod na spodní okraj předmětového pole a odečteme údaj na stolku.
3. Potom přesuneme y posuvem bod na horní okraj předmětového pole a odečteme údaj. Rozdíl hodnot udává velikost lineárního předmětového pole pro daný objektiv okulár.
4. Provedeme pro okuláry H 6x, O 10x a pro různé objektivy.
5. Výsledky srovnáme s hodnotami vypočtenými podle vzorce

$$2y = \frac{P}{\beta_1} ,$$

kde P je číslo zorného pole a β_1 je příčné měřítko zobrazení objektivu.
Pro okulár H 6x je $P = 17,5$ mm, pro O 10x je $P = 17,0$ mm.



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 4: Změřte číselnou aperturu objektivu.

Postup měření:

1. Z mikroskopu vyjmeme kondenzor tím, že povolíme šroub a opatrně kondenzorovou soustavu vysuneme.
2. Na stolec položíme předmět s malým otvorem (plexi s otvorem ve staniolu) a zaostříme na otvor, který nastavíme do středu zorného pole.
3. Povolíme šroub zajišťující osvětlovací soustavu a tu vyjmeme. Na místo osvětlovací soustavy položíme měřítko, které důkladně osvětlíme.
5. Namísto jednoho z okulárů zasuneme krytku s malým otvorem. Pro všechny objektivy určíme počet dílku v , které jsou otvorem v krytce vidět. Lze postupovat i tak, že po měřítku posouváme šipky, které nastavíme na okraj předmětového pole.
6. Odečteme na měřítku počet dílka, které lze vidět. Pro číselnou aperturu pak platí

$$A_n = n \times \sin \sigma = 1 \times \sin \sigma \left(\arctg \frac{\frac{v}{2}}{s} \right),$$

kde s je vzdálenost měřítko od předmětu. Změříme pro objektivy 4:1. 10:1.

7. Vypočtené hodnoty porovnejte s hodnotami uvedenými na objektivěch.



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Kapitoly: Úvod ▾

Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody

Úkol 5: Měření zorného pole okuláru.

úhlová velikost obrazu předmětového pole. Při ztotožnění obrazové roviny objektivu s předmětovou ohniskovou rovinou okuláru platí pro zorné pole okuláru.

$$2\tau' = 2 \operatorname{tg} \frac{\frac{d}{2}}{f_2} ,$$

kde $d = (\beta_1 \times 2y)$ je průměr polní clony, β_1 je uvedeno na objektivu, a lineární předmětové pole $2y$ bylo změřeno. Pro ohniskovou vzdálenost okuláru platí:

$$f_2 = \frac{250}{Z_2} , \quad \text{kde } Z_2 \text{ je zvětšení okuláru.}$$

Postup měření:

1. Ze znalosti zvětšení okuláru určíme hodnoty ohniskové vzdálenosti okuláru.
2. Ze znalosti ohniskové vzdálenosti a průměru polní clony okuláru určíme zorné pole okuláru.
3. Vypočtené hodnoty porovnáme s údaji výrobce:

$$\begin{aligned} 2\tau' &= 23.75^\circ \text{ pro H 6x} \\ 2\tau' &= 37.70^\circ \text{ pro O 10x} \\ 2\tau' &= 43.96^\circ \text{ pro O 15x} \end{aligned}$$



HLASITOST



◀ předchozí kapitola další kapitola ▶



Lupa a mikroskop

- 1 Tlumené kmity
- 2 Rychlost zvuku
- 3 Parametry čoček
- 4 Lupa a mikroskop
- 5 Disperzní křivka
- 6 Fresnelovy vzorce
- 7 Ohyb světla
- 8 Optická aktivita
- 9 Koherenční délka
- 10 LED diody



HLASITOST

Úkol 6: Určení zvětšení mikroskopu.

a) Přímá metoda

Postup měření

1. Na stolek položíme předmět s dělením, jehož úseky známe (1 mm, 0,1 mm, ...).
2. Za okulár umístíme sklíčko (polopropustnou kostku), které vytváří obraz prosvětleného mm měřítka vzdáleného 25 cm.
3. Porovnáním obrazu předmětu za okulárem a obrazu mm měřítka určíme zvětšení mikroskopu.

$$Z = \frac{M_1}{M_2}$$

kde M_1 je pozorovaný počet dílků mm měřítka a M_2 je pozorovaný počet mm dílků předmětu na stolku.

b) Pomocí již naměřených hodnot užitím definice zvětšení

Zvětšení lze určit z již naměřených hodnot podle vztahu

$$Z = \frac{\text{tg } 2\tau}{\text{tg } 2\tau'}, \quad \text{kde } 2\tau' \text{ je určené zorné pole mikroskopového okuláru}$$

$$\text{tg } 2\tau = \frac{2y}{0,25}, \quad \text{kde } 2y \text{ je lineární předmětové pole pro daný okulár a objektiv.}$$

Postup měření:

1. Vypočítáme tangentu úhlové velikosti předmětu velikosti lineárního předmětového pole pro daný okulár a objektiv pozorovaného z konvenční zrakové vzdálenosti.
2. Podělením tangenty úhlové velikosti předmětu pozorovaného mikroskopem (zorné pole mikroskopu) tangenty úhlové velikosti předmětu (lineární předmětové pole) pozorovaného okem z konvenční zrakové vzdálenosti vypočítáme zvětšení mikroskopu.
3. Určíme pro okulár H 6x, 0 10x a objektivu.
4. Porovnejte s hodnotami určenými podle vztahu $Z = \beta_1 \cdot Z_2$ (β_1 je uvedeno na objektivu, Z_2 na okuláru).



◀ předchozí kapitola