

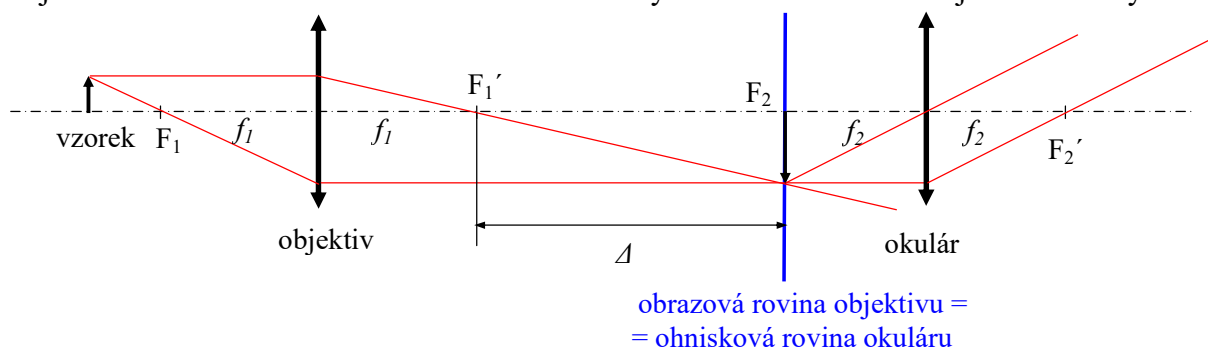
Cílem úlohy je sestavit na optické lavici z optických čoček dvě základní optická zařízení: klasický monokulární mikroskop a hvězdářský dalekohled.

Mikroskop

Principiální schéma mikroskopu sestává ze dvou spojných zobrazovacích soustav. První nazýváme objektiv a je umístěn blíže k pozorovanému vzorku. Objektiv vytvoří zvětšený skutečný obraz, který pozorujeme pomocí druhé zobrazovací soustavy okuláru. Okulár pracuje v podstatě jako lupa a výsledné zvětšení mikroskopu γ je dáno součinem příčného zvětšení objektivu γ_1 a úhlového zvětšení okuláru γ_2 . Celkové zvětšení lze vyjádřit jako

$$\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2 = \frac{\Delta}{f_1} \frac{d}{f_2},$$

kde f_1 a f_2 jsou ohniskové délky objektivu a okuláru, d je konvenční zraková délka a Δ tzv. optický interval, jehož význam je zřejmý z obrázku. Mikroskop bude mít velké zvětšení tehdy, když objektiv i okulár budou mít krátké ohniskové délky a budou od sebe co nejvíce vzdáleny.



Výše popsaná konstrukce mikroskopu je zcela přirozená a její logika vyplyne z následujícího pracovního postupu.

Postup

- 1) Mikroskop budeme konstruovat na optické lavici. Jako vzorek použijeme zezadu osvětlený kousek potištěného papíru. Osvětlovacím zdrojem bude LED zdroj bílého světla.
- 2) Spojnou čočkou krátké ohniskové délky zobrazíme text na stínítko. Dbáme na to, aby obraz byl několikrát zvětšený.
- 3) Nyní vezmeme do ruky druhou spojnou čočku – lupu, kterou se snažíme podívat na vytvořený obraz. Díky lupě vidíme obraz ještě více zvětšený. Je zřejmé, že celkové zvětšení je již nyní dáno součinem zvětšení objektivu a lupy.
- 4) Prohlížení zvětšeného obrazu tímto způsobem však není příliš pohodlné. Musíme se na něj dívat ze strany, jinak si hlavou stíníme.
- 5) Situace se velmi zlepší, když stínítko v obrazové rovině objektivu nahradíme matnicí. Teď je možné pozorovat skutečný obraz vytvořený objektivem zezadu bez toho, abychom si hlavou stínili. Pozorovací lupu upevníme na optickou lavici.
- 6) Přítomnost matnice je však zbytečná, naopak svojí zrnitostí pozorovaný obraz kazí. Proto ji odstraníme. Stále vidíme zvětšený obraz textu. Mikroskop je hotov.
- 7) Nyní si vyzkoušíme různé konstrukce mikroskopu pro různé optické intervaly tak, že měníme vzdálenosti mezi objektivem a okulárem a snažíme se dosáhnout ostrého zobrazení mikroskopem. Výsledky pozorování si zapisujeme.

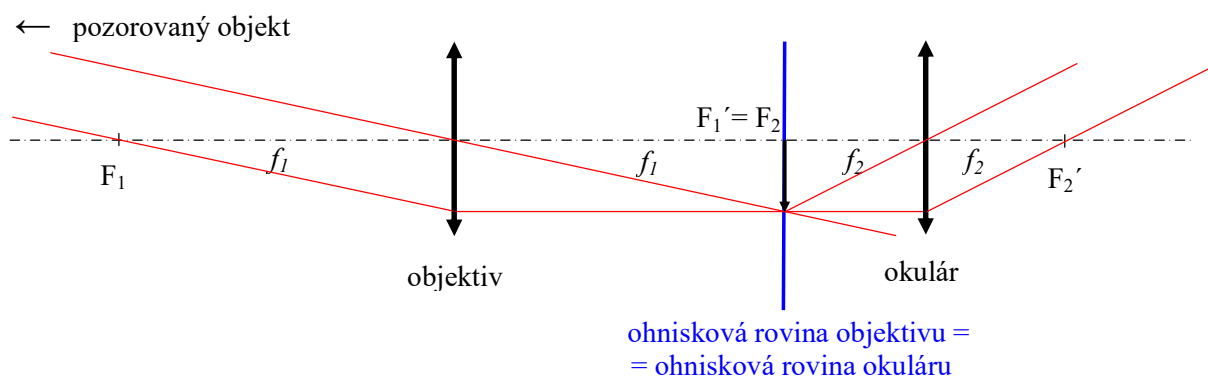
Všimli jste si, že po odstranění matnice je zorné pole mikroskopu úzké a je potřeba obraz za okulárem polohou hlavy hledat? Skutečné okuláry toto řeší vložím další čočky do roviny meziobrazu, okulár tak bývá složen ze dvou čoček.

Dalekohled

Dalekohled je konstruován velmi obdobně jako mikroskop. Hlavním rozdílem je skutečnost, že objektivem zobrazujeme velmi vzdálený objekt. Obrazová rovina objektivu je tedy v jeho ohniskové rovině a ohniska objektivu a okuláru splývají. Zvětšení dalekohledu je dáno vztahem:

$$\gamma = \frac{f_1}{f_2},$$

kde stejně jako u mikroskopu jsou f_1 a f_2 ohniskové délky objektivu a okuláru. Dalekohled bude mít velké zvětšení, pokud bude mít objektiv co největší ohniskovou délku a okulár co nejkratší.



Při konstrukci dalekohledu postupujeme obdobně jako v případě mikroskopu.

Postup

- 1) Dlouhou optickou lavici namíříme na laboratorním stole směrem k oknu tak, abychom výsledným dalekohledem mohli pozorovat fasádu protějšího domu na Konečného náměstí.
- 2) Spojnou čočku s dlouhou ohniskovou délkou umístíme na začátek lavice a nalezneme její obraz na stínítku.
- 3) Nyní vezmeme do ruky druhou spojnou čočku – lupu, kterou se snažíme podívat na vytvořený obraz.
- 4) Obdobně jak v případě mikroskopu není prohlížení obrazu tímto způsobem pohodlné. Proto stínítko v obrazové rovině objektivu nahradíme matnicí a pozorujeme skutečný obraz vytvořený objektivem zezadu. Lupu – okulár – upevníme na optickou lavici.
- 5) Matnici odstraníme. Vidíme zvětšený a převrácený obraz vzdálených předmětů. Dalekohled je hotov.
- 6) Porovnáním velikosti obrazu vytvořeným dalekohledem a neozbrojeným okem (střídáme pohled jedním okem přes dalekohled a druhým bez něj) lze odhadnout úhlové zvětšení.

Dalekohledu zkonstruovanému podle uvedeného schématu se říká Keplerův nebo hvězdářský dalekohled. Dalekohled obraz převrací, to ale na obloze nevadí. Existují ale i jiné konstrukce. Z učebnic známý Galileův pozemský dalekohled, tvořený spojkou a rozptylkou, se víceméně nepoužívá. Triedr je tvořen opět Keplerovým dalekohledem, převrácený obraz převrací zpět na přímý optické hranoly mezi objektivem a okulárem. V astronomii jsou standardní zrcadlové dalekohledy, využívající zrcadlo na místě objektivu anebo i u okuláru. Výhodou je absence chromatické vady (barevného zkreslení).