

9 Polarizační mikroskop

Pracovní úkoly

1. Z přiložených objektivů vyberte dva, použijte je jako lupy a změřte jejich zvětšení a zorná pole přímou metodou.
 2. Změřte zvětšení a zorná pole mikroskopu pro všechny možné kombinace objektivů a okulárů. Naměřené výsledky srovnajte s výsledky získanými v předchozím bodě a rovněž s hodnotami udávanými výrobcem. Určete čísla zorného pole okulárů.
 3. Diskutujte vztah mezi číselnou aperturou mikroskopu, zorným polem mikroskopu a jeho rozlišovací schopností.
 4. U všech měření odhadněte maximální chyby.
- Polarizačním mikroskopem studujte vlastnosti dvojlomných látek:
5. Změřte měrnou stáčitost křemene pro vybrané vlnové délky.
 6. Určete relativní chybu předchozího měření.
 7. Užitím čtvrtvlnné destičky rozhodněte, je-li islandský vápenec kladný či záporný krystal.

Teorie

Zvětšení optických přístrojů se zavádí jako:

$$Z = \frac{u'}{u} \quad (1)$$

kde u' je zorný úhel, pod kterým vidíme předmět o velikosti y v přístroji a

$$u = \arctan \frac{y}{\delta} \approx \frac{y}{\delta} \quad (2)$$

je úhel, pod kterým tento předmět vidíme v konvenční zrakové vzdálenosti $\delta = 25$ cm.

Zorným polem rozumíme maximální průměr kruhu v předmětové rovině, který lze přístrojem ještě zobrazit.

$Z [1]$ plyne pro zvětšení lupy:

$$Z = \frac{\delta}{f} + \left(1 - \frac{d}{f}\right) \frac{\delta}{\delta_1} \quad (3)$$

kde $\delta_1 = d - a'$ je vzdálenost obrazu od oka. Přiblížíme-li oko těsně k lupě, lze položit $d = 0$. Pozorujeme-li okem akomodovaným na nekonečno, dává vztah (3) pro $\delta_1 \rightarrow \infty$:

$$Z_\delta = \frac{\delta}{f} + 1 \quad (4)$$

Při akomodaci oka na konvenční zrakovou vzdálenost je $\delta_1 = \delta$ a potom:

$$Z_m = \beta_0 Z = \frac{\Delta \delta}{f_1 f_2} \quad (5)$$

Podstatně větších zvětšení dovoluje dosáhnout mikroskop. Skládá se ze dvou spojných soustav – objektivu a okuláru. Objektiv vytvoří skutečný, převrácený obraz, zvětšený β_0 krát. Tento obraz pak pozorujeme okulárem se zvětšením Z_0 . Zvětšení mikroskopu je tedy:

(6)

Při průchodu svazku soustavou je jeho průměr omezen na nejmenší míru clonou, kterou nazýváme aperturní. Je-li aperturní clona zorného pole přede všemi čočkami okuláru (jako v našem případě), je tzv. číslo zorného pole d_z přímo její průměr. Zorné pole mikroskopu je dáno jako:

$$d_z = \beta_0 \rho_m \quad (7)$$

Úhel sevřený v místě předmětu krajními paprsky svazku vymezeného aperturní clonou nazýváme aperturní úhel. Jeho polovinu označme u . Při použití světla o vlnové délce světla λ nelze v důsledku vlnových vlastností světla rozlišit dva body bližší než

$$\varepsilon = 0,61 \frac{\lambda}{N \sin u} \quad (8)$$

kde N je index lomu prostředí před objektivem, ve kterém u měříme. Veličina $A = N \sin u$ je tzv. číselná apertura.

Při stanovení parametrů mikroskopu postupujeme obdobně jako u objektivů. Odečítání usnadňuje hranolek umístěný před okulárem. Zakrývá jen část oční pupily, takže umožňuje jedním okem současně pozorovat obraz jemné stupnice v mikroskopu a neskutečný obraz hrubší stupnice vytvořený odrazem od zrcadla a úplným odrazem v hranolku.

Při měření měrné stáčivosti opticky aktivní látky nastavíme nejdříve polarizátor a analyzátor tak, aby jejich polarizační roviny byly zkřížené (tmavé pole). Po vložení měřeného vzorku na stolek mikroskopu se zorné pole poněkud rozsvětlí. Jeho zatemnění se dosáhne pootočením analyzátozem. Potřebný úhel pootočení analyzátozem udává stočení polarizační roviny α způsobené vzorkem. Měrnou stáčivost α_m vypočítáme z:

$$\rho = \frac{\alpha}{h} \quad (9)$$

kde d je tloušťka vzorku.

Při studiu interferenčních obrazců optických krystalů vsuneme čtvrtvlnovou destičku mezi výbrus zkoumaného krystalu a analyzátor tak, aby vyznačený směr půlil úhly 1. a 3. kvadrantu. V případě kladného krystalu se zorné pole změní dle obr. 5.3-4b v [1]. Kroužky isochromát se v těchto kvadrantech stáhnou směrem do středu. Ve 2. a 4. kvadrantu se kroužky roztáhnou směrem od středu. V těchto místech dále vznikají tmavé oblasti. V případě záporného krystalu jsou obrázky v sudých a lichých kvadrantech navzájem vyměněny.

Při stanovení parametrů mikroskopu postupujeme obdobně jako u objektivů. Odečítání usnadňuje hranolek umístěný před okulárem. Zakrývá jen část oční pupily, takže umožňuje jedním okem současně pozorovat obraz jemné stupnice v mikroskopu a neskutečný obraz hrubší stupnice vytvořený odrazem od zrcadla a úplným odrazem v hranolku.

Literatura

[1] Ivan Pelant a kol. Fyzikální praktikum III - optika, Praha 2005