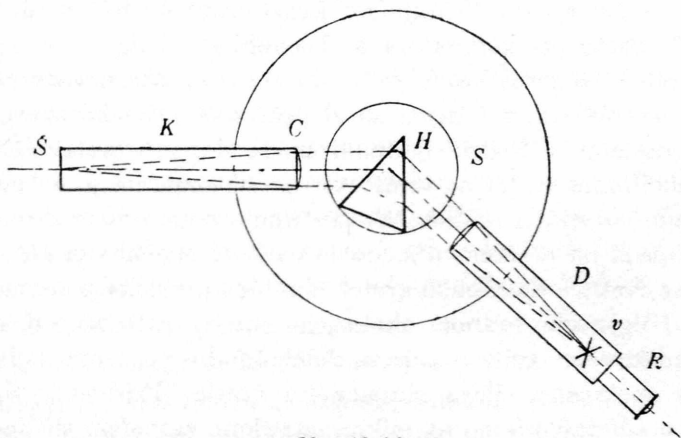


Aby sme sa o tom presvedčili, majme na mysli zobrazenie na optickú os kolmej a dost dlhej úsečky AB pomocou spojnej šošovky (obr. 12.13). Ak obrazom bodu A je bod A' , cez ktorý prechádza — na optickú os kolmo — rovina S , v dôsledku astigmatizmu najkvalitnejší obraz bodu B sa vytvára v mieste B' pred rovinou S . Kým za spojkou nie je clonka, bod B sa v rovine S zobrazuje ako rozptylový krúžok so stredom v bode M , kde končí svetelný lúč vychádzajúci z bodu B a idúci stredom šošovky. Keď však za šošovkou, je clonka, stredom bod B zobrazujúceho rozptylového krúžku sa stane bod M' , v ktorom končí svetelný lúč idúci cez stred clonky. Pretože bod M' je ďalej od optickej osi ako bod M , nastáva tým poduškové skreslenie tvaru obrazu. Ak je clonka pred šošovkou, dochádza podobným spôsobom k sudovému skresleniu. Clonka objektívu má byť preto na vhodnom mieste medzi jeho šošovkami.

12.4. Spektrometre a spektrografy. Na štúdium a rozklad zloženého svetla na jeho monochromatické — tzv. spektrálne — zložky sa používajú prístroje, ktoré sa podľa svojej konštrukcie nazývajú: spektroskop, spektrometer alebo spektrograf. Rozklad svetla nastáva v nich lomom v optickej hranole alebo ohybom v optickej mriežke (pozri čl. 13.4). Podrobnejšie opíšeme len spektrometer hranolový (obr. 12.14). Jeho hlavné časti sú:

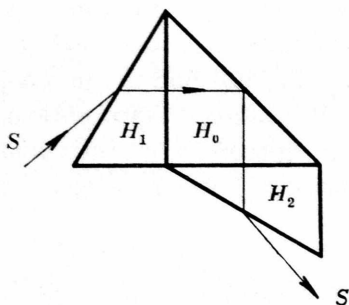


Obr. 12.14.

1. Kolimátor K , kovová trubica, ktorá je na jednom konci vystrojená jemnou zvislou štrbinou \check{S} a na druhom konci achromatickou spojnou šošovkou C . Dĺžka trubice kolimátora je volená tak, aby štrbina bola v ohniskovej rovine šošovky. Štrbina sa osvetľuje skúmaným zdrojom svetla. Pretože

štrbina sa nachádza v ohniskovej rovine spojnej šošovky kolimátora, svetelné lúče dopadajúce na hranol H spektrometra sú navzájom rovnobežné a ich monochromatické zložky ostávajú navzájom rovnobežné aj po prechode hranolom. Kolimátor býva pevne spojený s podstavcom spektrometra.

2. Optický hranol H , upevnený na stolčeku S , s ktorým sa hranol spektrometra môže otáčať okolo zvislej osi.



Obr. 12.15.

3. Ďalekohľad D , s Ramsdenovým okulárom R a nitkovým krížom v , zaostrý na nekonečno. V ohniskovej rovine jeho objektívu vytvárajú sa vedľa seba obrazy štrbiny kolimátora v jednotlivých farbách skúmaného zloženého svetla, čím vzniká tzv. *spektrum*, ktoré sa pozoruje okulárom ďalekohľadu ako lupou. Ďalekohľad univerzálne upotrebitelného laboratórneho spektrometra môže sa tiež otáčať okolo zvislej osi prístroja.

Vykonané pootočenie stolčeka spektrometra s hranolom aj pootočenie ďalekohľadu možno odčítat na vodorovnom delem kruhu prístroja.

Pohodlne sa pracuje s *Hilgerovým spektrometrom*, ktorý je vystrojený tzv. *Hilgerovým hranolom*, uskutočňujúcim konštantnú odchýlku lúčov všetkých farieb o 90° . Preto osi kolimátora a ďalekohľadu Hilgerovho spektrometra sú na seba kolmé. Hilgerov hranol (obr. 12.15) sa skladá z pravouhlého a rovnoarmenného hranola H_0 , s ktorým sú zlepené dva rovnaké hranoly H_1 a H_2 s lámavými uhlami 30° . Pri vhodnom smere dopadu svetelného lúča S na hranol H_1 uhol lomu svetla na tomto vstupnom rozhraní je 30° . Svetelný lúč v tom prípade vo vnútri hranola H_1 postupuje kolmo na rozhranie hranolov H_1 a H a dopadá na preponovú stenu hranola H pod uhlom 45° . Tu nastáva totálny odraz svetla a ďalší chod svetelného lúča prebieha podobne. Vhodným pootočením Hilgerovho hranola okolo jeho zvislej osi možno dosiahnuť, aby do stredu nitkového kríža okuláru ďalekohľadu prístroja bola privedená ktorákoľvek spektrálna čiara skúmaného svetla. Príslušnú vlnovú dĺžku možno potom odčítat priamo na mikrometrickej zariadení slúžiacom na otáčanie hranola.

Spektroskop — na rozdiel od spektrometra — nie je vybavený zariadením umožňujúcim napríklad meranie vlnových dĺžok. Používa sa na pozorovanie spektier a na porovnávanie spektier rôznych svetelných zdrojov.

Keď ďalekohľad spektrometra alebo spektroskopu nahradíme fotografickou komorou s objektívom zaostrým na nekonečno, máme spektrograf. Pomocou

spektrografu možno skúmať aj neviditeľné časti zloženého svetla. Ale pretože sklo tieto žiarenia silne pohlcuje, na štúdium infračerveného svetla sa používa optika (hranoly a šošovky) zhotovená z kamennej soli a na štúdium ultrafialového svetla kremenná optika alebo optika vyrobená z kazivca.

Úlohy na cvičenie

1. Sviečka stojí pred dutým zrkadlom vo vzdialenosti 60 cm od jeho vrcholu. Keď ju priblížime k zrkadlu o 10 cm, zväčší sa vzdialenosť obrazu od zrkadla o 80 cm. Aká je ohnisková vzdialenosť zrkadla? (40 cm alebo 85,7 cm).
2. Zdroj svetla je vo vzdialenosti d od tienidla. Do akej vzdialenosti od zdroja treba umiestniť tenkú spojnú šošovku s ohniskovou vzdialenosťou f , aby sa na tienidle vytvoril reálny obraz zdroja? ($a_{12} = l/2 \pm \sqrt{l^2/4 - lf}$).
3. Dokažte, že najmenšia vzdialenosť medzi predmetom a jeho obrazom vytvoreným tenkou spojnou šošovkou je $d = 4f$.
4. V akej vzdialenosti pred dutým zrkadlom s ohniskovou vzdialenosťou $f = 16$ cm má sa nachádzať oko, aby sa videlo vo vzdialenosti $l = 24$ cm? (8 cm).
5. Dve tenké spojky zhotovené z rovnakého skla majú ohniskové vzdialenosti f_1 a f_2 . Dokážte, že pri vzájomnej vzdialenosti $d = (f_1 + f_2)/2$ predstavujú achromatickú kombináciu!

13. INTERFERENCIA A OHYB SVETLA

13.1. Základné poznatky. Interferenciou a ohybom mechanického vlnenia hmotného prostredia sme sa zaoberali už v 1. diele tejto učebnice. Interferencia a ohyb elektromagnetického (vo zvláštnom prípade svetelného) vlnenia nastáva za podmienok v podstate rovnakých a odohráva sa podľa podobných pravidiel. V dôsledku veľmi malej vlnovej dĺžky svetla (asi 10^{-3} mm) interferencia, a preto aj ohyb svetla, sa však od podobných javov mechanických kvantitatívne predsa líšia, a to najmä v týchto dvoch bodoch:

1. malá vlnová dĺžka svetla umožňuje vznik tzv. *čistých interferenčných javov*, pri ktorých nedochádza súčasne aj k pozorovateľnému ohybu svetla;
2. veľmi vysoká frekvencia svetelného vlnenia, $\nu = c/\lambda$, je príčinou toho, že pozorovať možno len interferenciu svetla vychádzajúceho z toho istého zdroja, ktoré sme odrazom, lomom alebo nejakým iným spôsobom rozdelili na tzv. *koherentné*, t. j. od seba závislé vlnenia.

Objasníme si nutnosť koherencie svetelných vlnení pre vznik pozorovateľného interferenčného javu. Predstavme si, že vo vákuu alebo nejakom inom priehľadnom hmotnom prostredí postupujú v tom istom smere súčasne dve rovinné svetelné vlnenia, charakterizované elektrickými vektormi $\mathbf{E}_1 = \mathbf{f}_1(\mathbf{r}, t)$