

Prof. E. Svirlovskis.

L 369

MIKROSKOPS UN TĀ LIETOŠANA.



*L. V. Konevskis par
1949. g.*



F. Vītuma grāmatu spiestuve, Rīgā, Matīsa ielā 57.

Mikroskops un tā lietošana.

Ievads.

Grūti iedomāties citu kādu optisku instrumentu, kam būtu tik plaša nozīme zinātniskos pētījumos, kā mikroskopam. Šis instruments dod iespēju ieskatīties pasaulē, kuŗa bez viņa mums paliktu neredzāma. Tā ir sīkbūtņu pasaule, kas interesē tiklab biologu, bakteriologu, botaniķi un zoologu, kā arī ar šīm zinātnēm saistītus arodus: agronomiju, farmaciju, medicīnu u. d. c. zinātņu nozares. Mikroskops ir mācījis pazīt daudzo slimību dīgļus un rādījis ceļus to apkaŗošanai, izskaidrojis rūgšanas procesu cēloņus u. t. t. Ne tik vien sīkbūtņu pasaules atklāšanā, bet arī augstāki stāvošu organismu pētīšanā šis instruments ir spēlējis jo lielu lomu. Lai dabūtu ieskatu augstāko organismu sīkā uzbūvē, ir jālieto mikroskops, jo arī tādi organismi, kā zināms, sastādās no mikroskopiskiem pamata elementiem, — šūniņām.

Ar mikroskopa palīdzību mēs esam pavierzījušies uz priekšu arī iedzimtības jautājumā, kas pieder pie lielākiem problemiem, ap kuŗa atrisināšanu ir ne mazumu pūlējies cilvēka ģenijs.

Mazāk bagāta ar veidiem ir neorganiskā daba. Kamēr organiskās dabas pētīšanai nepietiek daudzos gadījumos ar mikroskopiem, kas palielina 1, 2—3 tūkstoši reiz, tikmēr neorganiskās dabas pētīšanai parasti lieto tādus instrumentus, kuŗu palielināšana nepārsniedz 1—2 simts reižu. Ar to nav teikts, ka neorganiskās dabas pētīšanai mikroskops būtu lieks. Še tas ir rādījis, ka veseli kalnu masīvi sastāv no mikroskopisku būtņu skeletiem, un no daudzu minerāļu mikroskopiskās struktūras var slēgt, kādā veidā viņi izcēlušies.

Beidzot jāatzīmē, ka ultramikroskops ir devis iespēju dziļi ieskatīties vielu uzbūvē.

Kā katra komplicēta instrumenta, tā arī mikroskopa uzbūve attīstījusies pamazām un pakāpeniski. Pirmie mikroskopi ir atzīmēti jau 16. g. simtenī. Pirmos lielākos panākumus mikroskopijā guva holandiecis Leeuwenhoek's, dzimis 1632. g.

Viņš pagatavoja pats sev mikroskopu, kas sastāvēja no divām metala plāksnēm, kuŗu caurumiņā bija iespīlēta optiska lēca. Priekšmetu uzdūra uz lēcas priekšpusei tuvu piestiprinātas adatas, kuŗu varēja līdz ar priekšmetu pabīdīt augstāku vai zemāku, pagrozīt, tuvināt un attālināt no lēcas. Katrai palielināšanai Leeuwenhoek'am bij savs mikroskops. Ar šā vienkāršā instrumenta palīdzību viņš izdarīja daudzus interesantus novērojumus, starp kuŗiem sevišķi atzīmējamās infuzorijas un mutē atrodošās bakterijas.

Tālākus uzlabojumus mikroskopā izdarīja Muschenbreek's. Viņš izgatavoja mikroskopu, kas atbalstījās uz kājas, pie kam šīnī mikroskopā varēja mainīt lēcas. Pamazām attīstījās mikroskopa veids, kas zināmā mērā līdzinājās mūsu preparēšanas mikroskopiem. Tā kā lēcas ar stipri izliektu virsmu nācās grūti pagatavot, tad to vietā tolaik lietoja stikla bumbiņas.

Jau diezgan komplicētu mikroskopu izgatavoja 1667. g. un lietoja savos klasiskos darbos pazīstamais dabas pētnieks Roberts Hook's. Viņa mikroskopa optiskā daļa pastāvēja no trim dubulti izliektām lēcām, pie kam objektu apgaismoja ar gaismu, kuŗu laida caur kurpnieku stikla lodi.

Visiem līdz tam izgatavotiem mikroskopiem gaisma krita objektam no virsus. Neilgi pēc Hook'a mācījās pazīt, ka lielākā daļa priekšmetu, ja tie pietiekoši plāni, ir caurspīdīgi. Apgaismojot tos no apakšas, dabū daudz smalkāku viņu attēlu mikroskopā, nekā apgaismojot no augšas. Ar šo atradumu, kas pieder Bonanni (1691. g.) sākās jauns posms mikroskopijā. Tagadējie mikroskopi ar viņu komplicētiem apgaismošanas aparātiem ir ierīkoti visi caurspīdošai gaismai; tik retos gadījumos lieto apgaismošanu no augšas. 18. gadu simteņa sākumā prof. Hertel's izgatavoja mikroskopu, kas ar savu uzbūvi ļoti atgādināja tagadējos instrumentus. Šā mikroskopa tubuss bija atliecams; zem priekšmeta galdiņa atradās lēca un spogulis, pie kam galdiņa viena puse bija bīdama ar skrūves palīdzību uz augšu un zemi, kādā kārtā objekts pēc vajadzības tuvināms, vai attālināms no objektīva. Šādu ietāisi vēl redz pie vienkāršiem veciem mikroskopiem. Tagad šim nolūkam tuvína vai attālina mikroskopa optiku no preparāta ar makro- un mikrometra skrūvēm.

Bez tam agrākiem mikroskopiem piemita īpašības dot attēlojumus ar krāsotu apkaimi, pie kam vairāk vai mazāk skaidru tēlu no preparāta dabūja redzes aploka vidū, kamēr malās tas bij miglains. Šie trūkumi, kuŗiem par cēloni ir, kā mēs vēlāk redzēsim, sferiskā un

chromatiskā aberācija, tagad ir izlaboti caur stiklu kombinācijām, no kuņām pagatavo lēcas. Tādējādi izlabotas mikroskopa optiskās daļas nosauc par achromātiem vai apochromātiem.

Lielu pakalpojumu mikroskopijā ir izdarījis prof. E. A b b e, ievēdams starp citu viņa vārdā nosauktu apgaismošanas aparātu, kas pastāv no tā saucamā kondensora ar 2 vai 3 lēcām, no irisa diafragmas un no spoguļa. Pateicoties šim aparatam ir iespējams pietiekoši apgaismot preparātu arī pie vislielākās palielināšanas.

Tāpat E. A b b e ir mikroskopijā ievēdis imersijas sistemu, kuņa, kā turpmāk redzēsīm, pastāv iekš tā, ka starp priekšmetu un priekšējo objektīva lēcu ievieto vai nu ūdeni, vai cedreļļu.

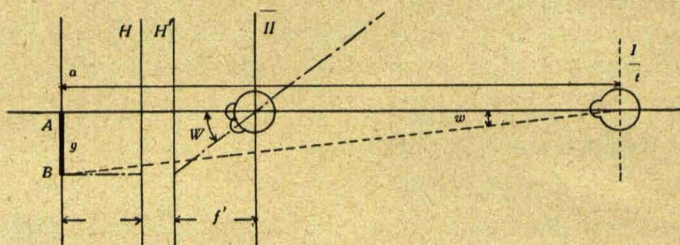
Tā soli pa solim mikroskopa uzbūve ir papildināta. No vienkārša Leeuwenhoek'a mikroskopa ir attīstīties moderns instruments ar visiem viņa komplicētiem palīgaparātiem: polarizācijas mikroskopu, mikrospektroskopu u. t. t. Šo jaunlaiku mikroskopu optiskā, kā arī mehāniskā daļa atrodas uz tādas pakāpes, ka gandrīz pilnā mērā apmierina šā laika stingrās prasības, kādas uzstāda šim instrumentam dažādu zinātņu nozares.

Mikroskopa uzdevums un ceļi šā uzdevuma sasniegšanai.

Nosaukums „m i k r o s k o p s” ir ņemts no grieķu valodas. Tas ir grieķu saliktenis, sastāvošs no vārda „μικρός” (mikròs) = mazs, sīks, un no laika vārda „σκοπεῖν” (skopèin) = apskatīt, aplūkot. Tā tad latviski „mikroskopu” varētu nosaukt par s i k s k a t i. Un patiesi, mikroskopa galvenais uzdevums ir dot iespēju saskatīt tādus sīkus priekšmetus, vai to struktūras, kādas nevar ar neapbruņotu aci saredzēt. To sasniedz ar redzes leņķa palielināšanu, kā to paskaidro sekošs piemērs: ja kādu priekšmetu, piem. naudas gabalu, tuvina vai attālina no acs, tad tas izliekas tuvinot lielāks, kamēr attālinot tas itkā samazinās. Viņa skaidru, asu attēlu dabū, ja priekšmets atrodas no acs zināmā attālumā. Šo attālumu nosauc par s k a i d r a s r e d z e s a t t ā l u m u (*l*), Tas ir dažāds katrai personai. Optikā par skaidras redzes vidējo attālumu nosauc aritmetisko vidējo starp visgarākiem un visīsākiem atstātumiem, pie kuņiem cilvēka normala acs var vēl kaut kādu sīku priekšmetu, piem. sīku burtu, skaidri saskatīt. To pieņem līdzīgu 250 mm. Leņķi, kuņu izveido līnijas, kas nāk no objekta malu punktiem un sastopas acu zīles centrā, nosauc par

redzes leņķi. Ja šis leņķis ir pārāk mazs, tad mūsu acs vairs tādu priekšmetu nesaredz. Šo leņķi var pacelt ar izliektu lēcu palīdzību, kā to rāda zīm. 1.

Zīmējumā ar $AB = y$ ir apzīmēts priekšmets, kuŗu pie I. apskata ar neapbruņotu aci, pie II. ar lūpi HH' , pie kam acs pēdējā gadī-



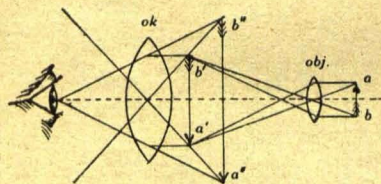
Zīm. 1.

jumā atrodas lūpes pakaļējā degpunktā f_1 . Pirmā gadījumā neapbruņotā acs redz priekšmetu zem leņķa ω uz attāluma at , kas līdzinās skaidrasredzes attālumam (l). Tā tad $tg \omega = \frac{y}{l}$. Ievedot lūpi, acs tiek stipri tuvināta priekšmetam. Viņa redz priekšmeta attēlu zem leņķa W , kas ir daudz lielāks par leņķi ω . $Tg W = \frac{y}{f_1}$. Tā tad, ievēdot starp priekšmetu un aci lūpi, redzes leņķis manāmi palielinās un līdz ar to arī pats priekšmets. Salīdzinot abu min. leņķu tangentes, dabū lūpes palielināšanu P .

$$P = \frac{tg W}{tg \omega} = \frac{y}{f_1} : \frac{y}{l} = \frac{l}{f_1}.$$

Lūpes palielināšana ir vienlīdzīga skaidras redzes attālumam, dalītam ar lūpes degpunkta attālumu $= \frac{250}{f}$.

Tā tad redzes leņķa palielināšanu sasniedz ar lēcas, — pie mikroskopa ar vairāku lēcu sakopojumu palīdzību, kādēļ galvenā mikroskopa daļa, tā sauktā optiskā daļa sastāv no divām lēcu kopojuma sistemām, no kuŗām vienu — novērotāja acij tuvāko, apzīmē par „okularu“, otru, priekšmetam piegriezto, par „objektīvu“. Okulars un objektīvs ir ietverti metala stobrā, kuŗu nosauc par „tubusu“. Šo lēcu



Zīm. 2.

sakopojumu darbība redzama zīmējumā 2.

Priekšmets ab atrodas no objektīva lēcas drusku tālāk par viņas degpunktu. Stari, nākdami no apgaismotā priekšmeta, rada, caur objektīvu iedami, ačgārnū priekšmeta attēlu $a'b'$, kuŗu aplūko okularā. Tā kā ačgārnais, jeb $starpattēls$ atrodas starp okulara lēcu un viņas degpunktu, tad acs uztver viņa palielinātu šķietattēlu $b''a''$.

Lai mikroskopa optiskās daļas būtu ērti lietojamas, tās ir ietvertas atsevišķā mehānismā, kuŗš sastāda mikroskopa mehānisko daļu. Tā tad mikroskops sastāv no *optiskās* un *mehāniskās daļas*.

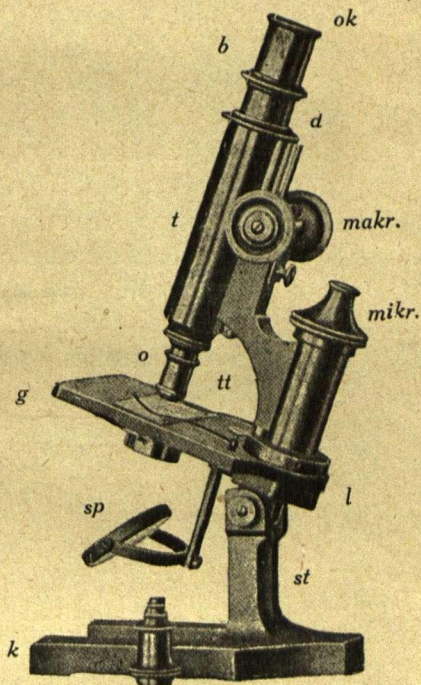
Mikroskopa uzbūve.

Mikroskopa mehāniskā daļa.

Mikroskopa mehānisko daļu apzīmē arī ar nosaukumu „stātīvs“ (zīm. 3.). Skatoties uz viņu lielumu un uzbūves pilnīgumu, stātīvus parasti sadala „mazos“ „vidējos“ un „lielos.“

Kāja. Stātīva pamats sastāv no masīvas metāla kājas (k), uz kuŗas atbalstās viss mikroskops. Kāja pāriet svērtēniskā stabā (st) uz kuŗa guļ tubusa turis (tt). Kājai jābūt pietiekoši masīvai, lai mikroskops varētu uz tās droši atbalstīties arī tad, ja viņa augšdaļa top līmeniski atliekta. Parasti kāja ir pakavveidīga, kā to rāda zīm. 3., ar piesi, vai arī trījkāja veida. Tā parasti ir vai nu misiņa, vai čuguna, pārvilkta ar melnu metāla laku.

Stabs ar tubusa turi. Virs kājas paceļas stabs, kuŗš pie vienkāršiem mikroskopiem ir nepārtraukti viengabala, kamēr pie mikroskopiem ar pilnīgāku uzbūvi kāja saistīta ar tubusa turi caur loci, kuŗa ļauj mikroskopa augšdaļu atlikt līmeniski. Šādi atliekami mikroskopi ir jo ērti



Zīm. 3. Mikroskops ar prizmas mikrometra skrūvi. *ok.* okulars; *o* objektīvs; *d* tubusa izvilkums; *t* tubuss; *makr.* makrometra skrūve; *mokr.* mikrometra skrūve; *tt* tubusa turis; *g* priekšmeta galdiņš; *sp.* spoguls; *st* stabs; *k* kāja.

lietojami pie ilgākas mikroskopēšanas, kā arī noderīgi mikrofotografiskiem un mikroprojekcijas nolūkiem.

Tubuss. Kā jau teikts, tubuss kalpo mikroskopa optisko daļu — objektīva un okulāra — uzņemšanai. Tas sastāv no metāla stobra, kuŗa augšgalā ieliek okulāru un viņa apakšgala vītē ieskrūvē objektīvu. Gaismas atspoguļošanas novēršanai tubusā, viņa iekšpusē nokrāsota melnā krāsā. Lai dabūtu vislabāko priekšmetu attēlu, un lai atturētu malu starus, tubusa iekšpusē atrodas bez tam vēl izcilnis.

Okulāram jāatrodas no objektīva zināmā attālumā, ko sasniedz ar normalu mehāniskā tubusa gaŗumu. Par **mehānisko tubusa gaŗumu sauc atstātumu no tubusa augšējās malas līdz tai vietai, kur tubusā ieskrūvē objektīvu.** Šis normalais tubusa gaŗums ir dažādu firmu mikroskopiem dažāds. Zeiss'a un Reichert'a firmas mikroskopiem tas ir 160 mm., Leitz'a, Seibert'a un Winkel'a 170 mm., kamēr angļu un amerikāņu firmu mikroskopu tubusa normals gaŗums ir pat 250 mm. Lai būtu iespēja statīvu lietot ar dažādu firmu objektīviem un okulāriem, tubusu darina izvelkamu. To panāk, iebīdot tubusā tievāku stobru, tā saucamo tubusa izvilcuma, kuŗu bāžot vai izvelkot var tubusu saīsināt vai pagarināt, t. i. uzstādīt katrā atsevišķā gadījumā vajadzīgo tubusa gaŗumu. Cik tubuss ir gaŗš redz no skalas, kas atrodas uz tubusa izvilcuma. Tomēr skalas skaitļi norāda tieši tubusa gaŗumu tik pie tiem mikroskopiem, pie kuŗiem objektīvu tieši ieskrūvē tubusa apakšgala vītē. Turpretim pie mikroskopiem ar objektīvu revolveri (skat. zīm 7.) tubuss ir pagarināts pateicoties revolveru ievēšanai starp tubusa apakšējo galu un objektīvu par tikdaudz, cik biezas ir objektīvu revolvera plāksnes, kas parasti mēdz būt 15—18 mm. Tādēļ, lai pareizi uzstādītu ar tubusa izvilcuma skalas palīdzību tubusa gaŗumu, pie mikroskopiem ar objektīvu revolveri vajag atskaitīt no skalas dalījuma 15—18 mm., t. i. tik daudz milimetru, par cik tubuss ir pagarināts pielietojot objektīvu revolverus. Piem., ja ir vajadzīgs 170 mm. gaŗš tubuss, tad tubusa izvilcums jāizvelk līdz 155 vai 152 mm. (170 minus 15 vai mīnus 18).

Pie jaunāko konstrukciju mikroskopiem, piem. firmas Zeiss mikroskopiem, tubusa gaŗumu nolasa arī tieši no skalas dalījumiem, jo pie šiem mikroskopiem jau ņemts vērā objektīvu revolvera biezums.

Izvelkamam tubusam ir daudzas priekšrocības. Kā tājāk redzēsim, segstikliņa biezumam ir zināms iespaids uz mikroskopa attēla

skaidrumu. Segstikliņa biezuma iespaidu var pa daļai izlabot attiecīgi saīsinot, vai pagarinot tubusu.

Tubusa izvilkuma stobra apakšgalā atrodas vītes, kuņās var ieskrūvēt vājas sistēmas objektīvu un tā radīt palīg mikroskopu. Aizrādītā ierīce noder — skaitliskās apertūras noteikšanai, kā vispār visu parādību aplūkošanai, kuņas norit objektīva pakaļējā degpunktā. Sevišķiem mērķiem, piem. mikrofotografiskiem darbiem, pagatavo platākus tubusus nekā tas parasts.

Optikas nostādīšana.

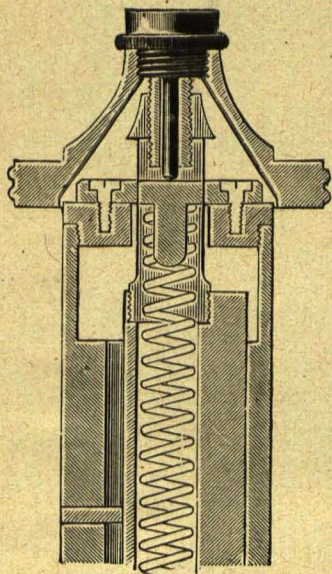
Lai dabūtu asu priekšmeta attēlu, vajag nostādīt priekšmetu mikroskopa fokusā. Vecākas uzbūves mikroskopos to panāk priekšmeta galdiņu ar priekšmetu ar skrūves palīdzību tuvinot vai attālinot no optikas. Pie tagadējiem mikroskopiem priekšmetu ievirza fokusā, vai nu tubusu ar roku paceļot vai nolaižot, kā tas ir pie mazākiem, vienkāršās uzbūves mikroskopiem, vai tubusu bīdot ar makro — un mikrometra skrūvju palīdzību, pie kam makrometra skrūve kalpo rupjai, mikrometra skrūve smalkai optikas nostādīšanai.

Makrometra skrūve. Makrometra skrūve (zīm. 3. *makr.*) darbojas šādi: pie tubusa ir pieskrūvēts metala stienītis ar slīpi gulošiem zobiem. Šā stienņa zobos ieķēz zobrats, kuņš guļ uz līmeniskas ass, kas iet caur tubusa turī. Abi ass gali nobeidzas ar skrūves galvām. Griežot pēdējās, kustība pāriet caur asi uz zobratu, kuņš, ieķerdams zobstienī, bīda ar viņu cieši saistīto tubusu uz augšu un leju.

Makrometra skrūvei jābūt tā nostrādātai, lai tubusu bīdot pēdējais nenovirzās sāpus no sava svērtēniskā ceļa. Bez tam skrūvei jādarbojas viegli, gludi, bez traucējumiem, un tubusam jāpaliek tanī vietā, kuņā skrūvi aptur. Vecas, sabojātas vai arī slikti nostrādātas skrūves šīs prasības neizpilda.

Mikrometra skrūves. Pie vājākiem palielinājumiem makrometra skrūve ļauj optiku nostādīt pietiekoši asi priekšmetam. Pie šādiem palielinājumiem nostādīšanu var arī izdarīt, kā tas ir pie vienkāršākiem mikroskopiem, bīdot tubusu ar roku. Pie stiprākām sistēmām lieto smalki būvētas skrūves, — mikrometra skrūves (zīm. 3. *mikr.*). Šo skrūvju uzbūve ir dažāda. Viena no vecāku sistēmu mikrometra skrūvēm ir tā saucamā

prizmas mikrometra skrūve (zīm. 4.), kuņas uzbūve ir šāda. Virs priekšmeta galdiņa, kā mikroskopa kājas pagarinājums paceļas trīsstūru prizma. Šī prizma ir cauru vidū kuņā iebīdīta stipra tērauda spirale, spējīga nest visu mikroskopa augšdaļu.



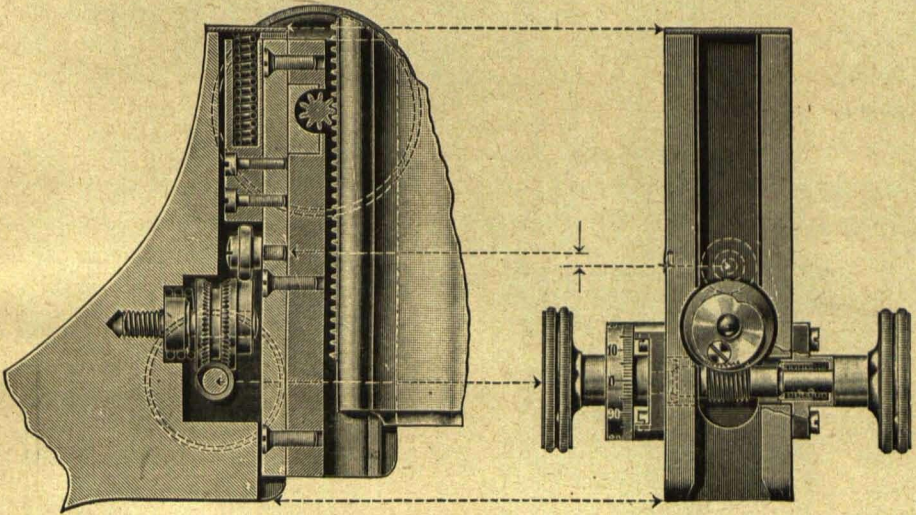
Zim. 4. Prizmas mikrometra skrūve.

Uz prizmas uzmaukts un viņai pielāgots tubusa tura stobrs tā, ka viņu ar visu tubusa turi viegli var bīdīt uz augšu un leju. Prizmas cauruma augšgals noslēgts ar skrūvi. Šīs skrūves vītes ir ļoti rūpīgi nostrādātas, pie kam viņas apakšgals ir smails. Uz prizmas uzmauktais tubusa tura stobrs augšā noslēdzas ar plāksni, kas uzmaukta uz prizmas un pieskrūvēta pie tubusa tura. Pret šo plāksni, un līdz ar to arī pret mikrometra skrūves galu, spiež prizmas caurumā esošā spirale. Skrūvītes kustība nepāriet tieši uz plāksni, bet uz četrskaldņu metala stienīti, kurš iet cauri četrskaldņu šķeltnei prizmā un ir piestiprināts pie plāksnes. Stienīša caurumā atrodas vaļēji iebīdīta tērauda nagliņa, kuņas galviņā ir iedobums; pēdējā iegrimsti smailais mikrometra skrūves gals. Tādā kārtā berzēšanās stipri samazinās. Pagriežot mikrometra skrūvi uz leju, spirale tiek saspiesta un tubusa turis ar tubusu slīd uz leju. Pretējā gadījumā no mikrometra skrūves spiediena atbrīvotā spirale ceļ tubusu uz augšu. Lai pasargātu mikrometra skrūvi no putekļiem, uz viņas galvas ir uzmaukta un piestiprināta zvaniņam līdzīga metala cepurīte, uz kuņas malām pie lielākiem mikroskopiem atrodas daļījumi, kas norāda milimetra simtdaļās par cik tubus ir pacelts vai nolaists pie mikrometra skrūves griešanas. Katrs daļījums norāda $\frac{1}{100}$ mm, tubusa virzību.

Prizmatiskās skrūves mehānisma konstrukcija rāda, kā ar šādu skrūvi konstruētus mikroskopus nedrīkst celt, cik ērti arī tas nebūtu, aiz tubusa tura, jo viss mikroskopa smagums pie šādas ierīces gulstas uz mikrometra skrūves, kuņa caur šādu rīcību ciestu.

Ērtākas un arī jūtīgākas ir jaunlaiku mikrometra skrūves, kas konstruētas uz dažādiem principiem. Še atzīmēsim divus — trīs no šādu skrūvju tipiem. Viena no tām sastopama pie firmas Leitz mikroskopiem (zīm. 5.).

Līmeniski gulošās mikrometra skrūves galvu grozot, kustība pāriet uz ass vītēm, kuŗa saistīta ar skrūves galvām. Vītes ieķeras zobriteni; uz pēdējā ass atrodas sirdsveidīgs tērauda disks, uz kuŗa guļ apaļš, ar tnbusa nesēju saistīts, ritenītis. Diska aploce izveido spiralkurvi, pa kuŗu rit ritenītis, pārnesdams kustības uz tubusu.



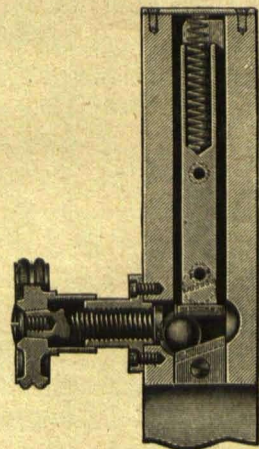
Zīm. 5. Leitz'a mikrometra skrūves mechanisms.

Otru no šīm skrūvēm, tā saucamo Leitz'a lodes mikrometra skrūvi, rāda zīm. 6.

Ar tubusu sakarā stāvošs un ar spirali saistīts stienis atbalstas uz tērauda lodītes. Līmeniski gulošās mikrometra skrūves gals bīda lodīti pa slīpu plāksni uz augšu vai leju, sakarā ar ko tiek celts un nolaists arī tubuss.

Uz divu pēdējo tipu skrūvēm ir skālu dalījumi, ar kuŗiem tubusa kustības var novērtēt uz $\frac{1}{1000}$ mm. Tā ka ar mikrometra skrūves palīdzību, kā mēs redzēsīm, var izdarīt arī objekta biezuma mērišanu, tad tādi smalki dalījumi dod iespēju izdarīt dažādas ļoti jūtīgas mērišanas.

Zeiss'a firmas jaunākās konstrukcijas mikroskopiem mikrometra skrūves uzbūve sakopota sevišķi rūpīgi taisītos zobriteņos,



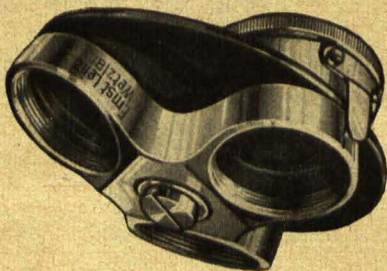
Zīm. 6. Leitz'a lodes mikrometra skrūves mechanisms.

kuŗu zobi ieķeras viens otrā un kas savukārt iedarbojas uz līku sviri, kuŗas kustība pāriet uz tubusa turi.

Objektīvu maiņi.

Pie vienkāršākiem mikroskopiem objektīvu tieši ieskrūvē tubusa vītēs. Bet tā ka parasti priekšmetu apskata vispirms pie vājas, tad pie stiprākas palielināšanas, tad objektīvi bieži jāmaina. Lai nebūtu katru reiz objektīvus mainot viņi jāizskrūvē un atkal jāieskrūvē, tad pilnīgākas konstrukcijas mikroskopiem ir dažāda veida objektīvu maiņi.

Objektīvu revolveri. Vieni no visbiežāki lietojamiem objektīvu maiņiem ir tā saucamie objektīvu revolveri diviem, trim vai četriem objektīviem (zīm. 7.). Objektīvu revolveris sastāv no īsa metala cilindra ar vītēm,



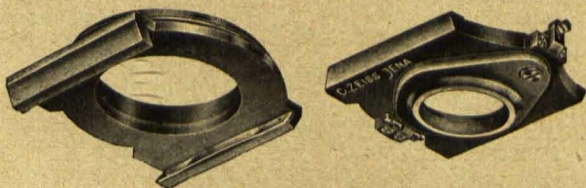
Zīm. 7. Objektīvu revolveris trim objektīviem.

kas stāv sakarā ar metala plāksni. Pēdējai tanī vietā, kuŗā cilindrs saistīts ar plāksni, ir caurums. Skatoties pēc tā, vai revolveris ir domāts diviem, trim vai četriem objektīviem, šīs plāksnes veids ir garens (pie 2 obj.) vaj apaļš. Zem virsējās plānākās plāksnes ir otra tāda, apakšējā, biežākā plāksne ar caurumiem objektīvu ieskrūvēšanai. Viņa pieskrūvēta pie pirmās tā, ka ir grozama ap piestiprināšanas asi, pie kam to grozot apakšējās plāksnes caurumi sakrīt ar augšējās plāksnes caurumu. Objektīva revolvera augšējā īsā cilindra vītes ieskrūvē tubusā, kamēr pašus objektīvus ieskrūvē apakšējās plāksnes caurumos. Grozot apakšējo plāksni ap asi, objektīvi nonāk tādā stāvoklī, kuŗā viņu optiskā ass sakrīt ar tubusa asi, t. i. viņi ir centri. Šo stāvokli nostiprina sevišķa atspere, kuŗa iekrīt apakšējās objektīvu plāksnes bedrītēs, kā tas redzams zīmējumā.

Labiem objektīvu revolveriem jābūt tā būvētiem, ka, apmainot vienu, asi uz preparātu uzstādīto objektīvu ar otru, arī pēdējam jābūt fokusā, t. i. attēlam jāpaliek asam, vai arī ir pielaižama pie stiprākiem objektīviem tikai necīga mikrometra skrūves virzīšana. Šādu rūpīgi nostrādātus revolverus nosauc par „labijustetiem“.

Neskatoties uz ērtumu, ar kādu sasniedz objektīvu maiņu pie revolvera sistēmas, tomēr pie darbiem, kuŗos ir vajadzīga ļoti rūpīga objektīvu centrēšana, piem. kristallografijā, mikrografijā u. c., lieto objektīvu maiņai citas ierīces: slidu objektīvu maiņus un kniebla objektīvu maiņus.

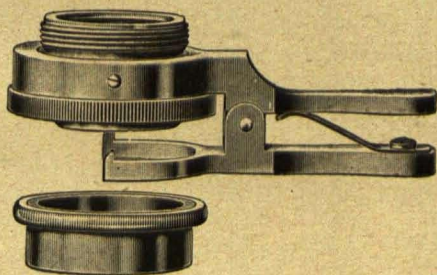
Slidu objektīvu mainis sastāv no tubusa slidas, kas pieskrūvēta pie tubusa, kamēr objektīva slidas cauruma vītēs ieskrūvēts objektīvs, kuŗu var centrēt ar atsevišķām skrūvēm (zīm. 8.).



Zīm. 8. Slidu objektīvu mainis.

Kniebļa objektīva mainis (zīm. 9.) pastāv no vītes gabala, savienota ar kniebļa augšējo daļu, kamēr apakšējā ir pakavveidīgi izgriesta. Kniebļa atspēri saspiežot, pakavveida izgriezumā iebīda objektīvu, kas ieskrūvēts sevišķā gredzenā.

Ievedot vienu vai otru objektīvu maini, tubus tiek pagarināts: pie slidu maiņa pa 22 mm., pie pārējiem atzīmētiem maiņiem 15—18 mm., kādēļ, lai dabūtu normalo tubusa gaŗumu, no dalījumiem, kas atzīmēti uz tubusa izvilkuma, jāatņem 18 vai 15 mm.



Zīm. 9. Kniebļa objektīvu mainis.

t. i. tubusa izvilkums jāsaīsina pa 15 vai 18 mm.

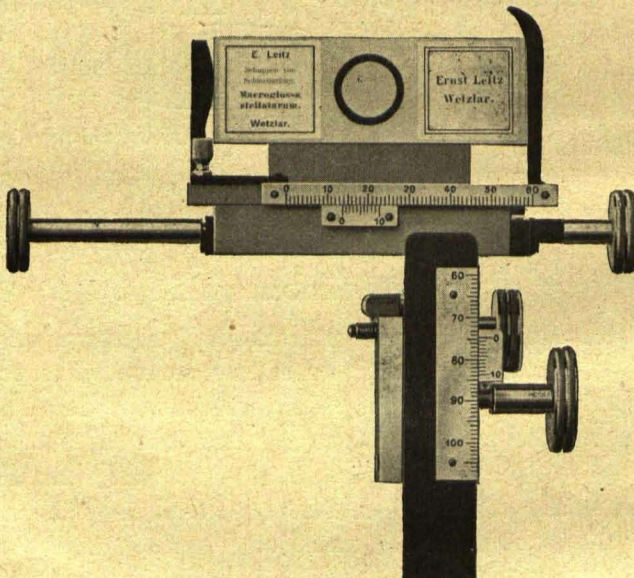
Priekšmeta galdiņš.

Priekšmeta galdiņš kalpo mikroskopa preparata novietošanai. Visvienkāršākā veidā tas sastāv no stipras metāla plāksnes ar apaļu caurumu, caur kuŗu nāk gaisma priekšmeta apgaismošanai. Lai novērstu gaismas atspoguļojumu, šī plāksne ir melni krāsota, bet lai padarītu viņu izturīgu pret reaktīviem un skābēm, uz tās parasti atrodas ebonīta vai emalja slānis. Priekšmeta galdiņš ir četršķautņīgs vai apaļš. Tam jāatrodas stāteniski pret mikroskopa optisko asi un jābūt pietiekoši lielam ērtai strādāšanai. Tāpat arī galdiņa caurumam jābūt pietiekoši lielam, parasti 33 mm. Cilindra diafragma šo caurumu samazina uz 20 mm.; pielietojot kondensoru, tas var būt vēl mazāks. Nepietiekoši liels caurums nedod iespēju, pie spoguļa apgaismošanas, apgaismot priekšmetu slīpi, kā arī pilnā mērā izmantot gaismas avotu. Tā kā cauruma apakšējās malas

aiztur zināmā mērā slīpos starus, tad malu parasti izgriež slīpi zem 135° lenķa. Lielākiem mikroskopiem galdiņi ir grozāmi ap mikroskopa optisko asi un bīdāmi divos krusteniskos virzienos. Grozāmie galdiņi sastāv no divām plāksnēm, no kuŗām augšējā ir grozāma ap savu asi. Šādu galdiņu grozāmās plāksnes malās ir dažreiz dalījumi, kāda ierīce ir sevišķi noderīga kristallografiskiem darbiem. Bez tam, kustināmus galdiņus var ar divu sānos atrodošos skrūvju palīdzību bīdīt divos krusteniskos virzienos dažus milimetrus ekscentriski turp un atpakaļ.

Mikroskopisko preparātu piestiprina pie galdiņa ar divu priekšmeta atspere palīdzību. (zīm. 3.) Tomēr ir labi, ja pierod preparātu bīdīt ar rokām, atsperes nelietojot, jo tādā ceļā to var ātrāki pēc patikas virzīt. Gadījumā, ja kādu vietu preparatā grib ilgāku laiku novērot, ieteicams lietot priekšmeta atsperes.

Ja vēlāms visu preparātu pakāpeniski caurskatīt, tad lieto t. s. krusta galdiņus, kuŗi vai nu cieši saistīti ar mikroskopa priekšmeta galdiņu, vai uz to uzliedami. Šādās ierīcēs darbojas divas skrūves, bīdīdāmas objektu krusteniskos virzienos, kā



Zīm. 10. Krusteniski priekšmetu bīdama ierīce.

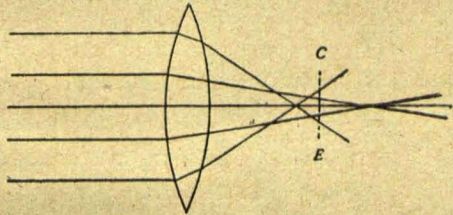
tas redzāms zīm. 10. Minēto galdiņu kustības ir mērojamas ar sevišķu skālu ar noniusu, pateicoties kam ir iespēja atrast kādu, reiz jau novērotu un atstātu vietu preparatā.

Dažos gadījumos ir nepieciešams apskatīt preparātu siltumā pie zināmas temperatūras. Šādam nolūkam ir izgatavoti elektriski apsildāmi galdi.

Mikroskopa optiskā daļa.

Kā jau sākumā minēts, mikroskopa uzdevums ir palielināt skaidras redzes attāluma robežās atrodošā priekšmeta redzes leņķi tā, ka šis priekšmets vai viņa struktūra top mūsu acij redzama. To panāk ar optiskām lēcām vai lēcu sistemu sakopojumiem, pie kam lēcu kopojumu, kuŗš dod ačgarno starptattēlu un atrodas tuvak priekšmetam, nosauc, kā jau minēts, par objektīvu, kamēr otru, kuŗš dod palielinātu šķietattēlu, par okularu. No divām lēcām sastādītiem mikroskopiem, kādi patiesībā bij pirmie mikroskopi, piemīt dažas nevēlamas īpašības. Neskatoties uz viņu vāju palielināšanas spēju, šādu mikroskopu attēlu malu konturas ir neskaidras un ar krāsotu apkaimi. Šim nevēlamām parādībām par iemeslu ir sferiskā un chromatiskā aberācija.

Sferiskā aberācija. Šī aberācija pastāv iekš tā, ka stari, kas iziet no vienas punkts, (vai arī paralelu staru kūļi) un krīt uz sferiska veida lēcas, netiek no tās sakopoti vienā, bet dažādos, viens aiz otra optiskā ass virzienā gulošos punktos, tā ka tie stari, kas krīt uz lēcas malas, tiek daudz stiprāk laužti, nekā tie, kas krīt tuvu lēcas vidum (zīm. 11.). Nostādot aiz lēcas tanī vietā, kur stari apm. krustojas (pie *CE*), ekranu, redz vidū gaišu laukumu, apņemtu no vājāki apgaismota gredzena.

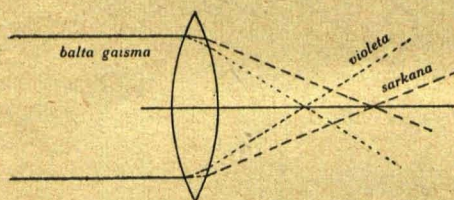


Zīm. 11. Šematisks sferiskās aberācijas attēlojums.

Tā tad, pateicoties sferiskai aberācijai nedabū noviena punkta skaidru attēlu, bet gan miglainu plankumu, nedabū „degpunktu“, bet „degplankumu“, jeb — optiskās ass virzienā — „deglīniju“. Vislabāko attēlu tādos gadījumos dabū redzes laukuma vidū, vissliktāko malās. Tā kā katru priekšmetu var uzskatīt kā sastādītu no bezgala liela daudzuma punktu, kuŗi, pateicoties sferiskai aberācijai, aiz lēcas nesakopojas vienā punktā, tad priekšmeta attēls būs neskaidrs, izplūdis un pat izķēmts, kā to spilgti pierāda sekošs piemērs. Ja apskata tādā divlēcu mikroskopā stikla plāksni, uz kuŗas iedriksnāti kvadrāti, tad redz, itkā redzes laukums būtu ieliekts: paralelās švītras rādās uz āru izliektas. Turpretim, no-

nemot okularu un ieskatoties tubusā, paralelās švītras rādās uz iekšu ieliektas. Šo parādību sauc par „redzes laukuma šķietlieci“. Bez šī liekuma mikroskopijā izšķir „redzes laukuma isto lieci“, ar ko apzīmē sek. parādību. Ja zem mikroskopa novieto kādu nebūt plakanu priekšmetu un to ar mikrometra skrūvi uzstāda tā, ka viņa vidus daļa asi redzāma, tad novēro, sevišķi pie stiprākiem palielinājumiem, ka redzes laukuma malās attēls ir neskaidrs, un otrādi, ja optiku uzstāda asi, mikrometra skrūvi griežot, tā, ka malās attēls asi saredzams, tad redzes laukuma vidū atrodošās preparata daļas top neskaidras. Šī kļūda piemīt pat labākiem mikroskopiem.

Chromatiskā aberācija. Šī kļūda ceļas no tā, ka dažādu viļņu gaŗuma t. i. dažādu krāsu stari tiek no lēcas nevienādi stipri lauisti: violetie stiprāki, nekā sarkanie, kamēr pārējo spektra krāsu stari šinī ziņā ieņem vidus stāvokli. Laižot krist paraleliem saules stariem uz



Zīm. 12. Šematisks chromatiskās aberācijas attēlojums.

lēcu (zīm. 12.), tie tiek lauisti un sadalīti (disperģēti) spektra krāsās, pie kam violetie stari sakopojas uz optisko asi vistuvāk lēcai, sarkanie vistālāk, kamēr pārējo krāsu — zilo, zaļo, dzelteno u. c. degpunkti atrodas starp abju galējo krāsu degpunktiem. Katra spektra krāsa

dod savu īpašu priekšmeta attēlu, pie kam violeto staru attēls atrodas lēcai tuvāk, nekā sarkano. Dažādo staru attēli ir pie tam dažāda lieluma. Optiskās ass tuvumā visu krāsu attēli saplūst kopā un rada nekrāsotu, baltu attēlu, kamēr tālāk no optiskās ass atrodošās vietas, t. i. attēla apkaimes, ir krāsotas.

Mikroskopī, kas dod attēlus ar stipri krāsotām, platām malām, ir saprotams, mazvērtīgi. Sevišķi traucējošs ir tā saucamais „pirmējs spektrs“, kurš sastāv no spilgtajiem violetiem un sarkaniem stariem; mazāk traucējoši ir spektra vidus stari, kas dod ta saucamo „otrējo spektru“.

Viens no galveniem mikroskopa tehnikas uzdevumiem bij novērst vai vismaz pēc iespējas samazināt min. aberāciju nevēlamās sekas.

Sferiskās aberācijas kļūdas pa daļai novērš caur zināmu okulāra acu lēcas kombināciju ar kolektīvo lēcu. Bez tam piedzīvojumi ir rādījuši, ka aberācija samazinās lietojot mikroskopa optikā plakani-izliektas lēcas dubulti izliekto lēcu vietā. Šinī ziņā panā-

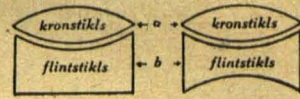
kumi gūti pielietojot ta saucamās „vislabākā veida“ lēcas t. i. konveksas lēcas, kuju viena puse manāmi stiprāk izliekta, neka otra.

Tālāk jāaizrāda, ka dažādu krāsu stariem ir dažāda attāluma degpunkts. Šo parādību apzīmē par „chromatisko diferenci“.

Beidzot, jaatzīmē, ka sevišķi kaitīgi skaidra attēla dabūšanai ir stari, kas iet caur lēcas malām, jo to degpunkts ir īsāks, nekā vidus staru degpunkts. Aiz šī iemesla cenšas aizturēt pie mikroskopiem kaitīgos malu starus, ievēdot objektīvā un okularā diafragmas.

Tomēr diafragmas lietošanai ir liktas zināmas robežas. Ar viņu lietošanu sašaurinās t. s. lēcas vai lēcu sistēmas atvara leņķis, kam seko skaitliskās aperturas samazināšanās (sk. 21. lpp.).

Chromatisko aberāciju novērš pagatavojot objektīvu lēcas no divām atsevišķām stikla sugām ar apmēram vienādu laušanas spēju, bet gan dažādu krāsu izklaidēšanas jeb dispersijas spēju. Par dispersiju sauc, kā zināms, parādību, ka dažādu krāsu stariem ir dažādi degpunkti. Tā, piem., ir tā sauktie flintstikli, kuju dispersija ir divreiz lielāka, nekā krontikla, pie kam šo stiklu laušanas spējas gandrīz vienādas. Mikroskopa objektīvos savieno sakopojosu dubultizliektu krontikla lēcu ar plakani ieliektu vai divkārsi ieliektu izklaidējošu flintstikla lēcu, kā to rāda zīmējums 13.



Zīm. 13. Achromatiskas lēcas.

Šāda sakopojuma negatīvā flintstikla lēca dzēš daļu no pozitīvās krontikla lēcas laušanas spējas ar pretēju staru novirzību. Šāda sakopojuma kopējais degpunkts ir garāks, neka atsevišķa krontikla degpunkts. Tā kā krāsu dispersija norit pretēji laušanas spējai, tad chromatiskā aberācija caur to tiek pa lielākai daļai, bet ne galīgi, novērsta, jo caur šādu lēcu sakopojumu tiek dzēsta sarkano un zilo staru (pirmējs spektrs) chromatiskā aberācija t. i. tik šo krāsu stari tiek sakopoti vienā punktā, kamēr starp viņiem gulošo zaļo un dzelteno staru (otrējs spektrs) aberācija pastāv. Lēcas, kas novērš pirmējā spektra aberāciju, sauc par **achromatiskām lēcām**.

Mikroskopi ar achromatiskām lēcām dod attēlus, kuju apkaimes ir ļoti vāji krāsotas otrējā spektra krāsās. Praktiskā lietošanā šādas kļūdas ir maz manāmas.

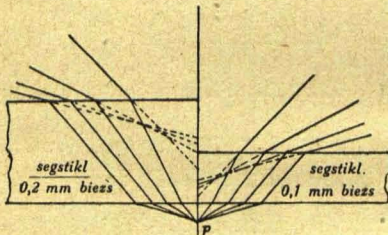
Tomēr, teknikai ir izdevies novērst arī gandrīz pilnīgi otrējā spektra aberāciju, radot t. s. **apochromatus**. Nopelni šinī ziņā pie-

der A b b e'm un S c h o t t'a m Jenā, kuŗi optisku stiklu ma sai piejauca klāt dažādas ķīmiskas vielas: boru, fosfatus u. c. kopīgi ar izotropu mineralu fluorkalciju. Šāda sastāva lēcas sakopo nevien divas spektra krāsas vienā degpunktā, kā tas ir pie achromatiem, bet trīs, kādēļ paliek redzama tik apm. $\frac{1}{10}$ otrējā spektra. Šādas sistēmas dod iespēju novērst sferisko aberāciju netik vien vienai krāsai, kā tas ir pie achromatiem, bet divām. Bez tam pie apochromatiem var pilnīgāk izmantot aperturu un lietot stiprākus okularus.

Vidus stāvokli starp achromatiem un apochromatiem ieņem **fluorita sistēmas** objektīvi jeb **semiapochromati**, kuŗi ta nosaukti tā iemesla dēļ, ka viņu lēcu sastāvā ietilpst fluorkalcija lēcas. Šās sistēmas objektīvi uzrāda nelielu otrējo spektru, bet daudz vājāku, nekā pie achromatiem.

Aberācijas parādības segstikliņā.

Bez aberāciju novēršanas, objektīvi jākorģē arī uz zināma segstikliņu biezuma, tādēļ kā segstikliņš arī izsauc aberācijas parādības, kas jānovērš, lai dabūtu skaidru attēlu. Aberāciju segstikliņā rāda zīm. 14.



Zīm. 14. Aberācija segstikliņā.

Parasti mikroskopisks priekšmets tiek ieguldīts šķidrā vidē un apsegts ar segstikliņu. Pēdējais atstāj zināmu iespaidu uz staru gaitu. Stari, nākdami no priekšmeta p , iet caur segstikliņu, un, izejot no viņa gaisa vidē, kā tas notiek pie sausām objektīvu sistēmām, tiek uz āru liekti, kādēļ liekto staru turpinājumi (zīmējumā atzīmēti ar punktētām līnijām) nesatek tanī vietā, kuŗā atrodas pats priekšmets, bet gan augstāk no viņa, vaj pat segstikliņā. Tādēļ rodas priekšmeta šķietattēls, kas rādās esam augstāk par pašu priekšmetu. Šādu parādību var novērot arī dabā, piem., dzidros ūdeņos, kuŗos priekšmeti liekas ne savā īstā vietā, bet gan pacelti.

Lai šādu segstikliņa iespaidu izlīdzinātu, vajadzētu tik objektīvu nostādīt asi uz šķietattēlu. Tāds paņēmieni tomēr nevestu pie asa attēla, jo lieta tā, ka centra stari, iziedami iz segstikliņa gaisa vidē, top daudz vājāk liekti, nekā malu stari, kādēļ dažādi liekto staru taisnlīniju turpinājumi nesatek vienā punktā, bet dažādos, vienam par otru augstāk gulošos, tā kā tas atzīmēts pie sferiskās aberācijas.

Rezultatā dabū daudzus, viens otru pārklājošus attēlus, kas rada neskaidru attēlu mikroskopā.

Aiz šā iemesla caur objektīvu konstrukciju jānovērš arī segstiklīņa aberācija, kādēļ objektīvus koriģē zināmam segstiklīņu biezumam. Vāji objektīvi ir maz jutīgi pret segstiklīņu biežumu, kamēr pie stipru sistēmu objektīviem novirzība par vienu simto daļu milimetra no normāla biezuma ir jau jūtama. Homogēnās imersijas sistēmās, kur stari, iedami caur vienkāršiem vidi, netiek lausti, segstiklīņa biezums neizsauc aberācijas parādības, kadēļ pie viņām var lietot segstiklīņus, kuņu biezums pārsniedz normālo biezumu. Lai būtu iespēja lietot arī segstiklīņus, kuņu biezums neatbilst normālo segstiklīņu biezumam, tad šim nolūkam ir konstruēti sevišķi objektīvi ar t. s. korekcijas gredzenu (zīm. 22.).

Objektīvi.

Objektīvi sastāda galveno un arī dārgāko mikroskopa optisko daļu. No tiem galvenām kārtām atkarājas mikroskopa labums. Arī viss, kas bija sacīts par chromatiskās un sferiskās aberācijas novēršanu, attiecas galvenām kārtām uz objektīvu.

No mikroskopa objektīviem prasa atsevišķas optiskas spējas: 1) palielināšanas spēju, 2) izšķiršanas, jeb attēlošanas spēju, 3) iespīšanās jeb iedziļināšanās (penetrācija) spēju un 4) norobežošanas spēju.

Objektīva palielināšanas spēja. Šī spēja stāv tiešā atkarībā no objektīva degpunkta attāluma, kas ir arvienu mazāks, nekā katras atsevišķas, objektīvu sastādošās lēcas degpunkts atsevišķi. Jo īsāks objektīva degpunkts, jo stiprāk viņš palielina. Degpunkta attālumu izteic milimetros, kaut gan pie homogēnās imersijas sistēmām to apzīmē arī angļu collās; piem. uzraksts „ $\frac{1}{12}$. homog. imers.“ norāda, kā objektīva degpunkta attālums ir vienlīdzīgs $\frac{1}{12}$. angļu collām, t. i. apmēram 2. mm. Pie visvājākām objektīvu sistēmām degpunkta atstātums ir apmēram 50 mm., kamēr pie visstiprākām 1,3 mm. jeb $\frac{1}{18}$ angļu collas. Sistēmas ar tik īsu degpunkta attālumu ir grūti izgatavot un ar viņām ir arī grūti strādāt, jo tādu objektīvu priekšējā lēca, mikroskopu asi ievirzot fokusā, atrodas ļoti tuvu segstiklīņam. Aiz šā iemesla, un arī aiz tā, ka sākot ar degpunktu $\frac{1}{12}$ angļu collas uz augšu, palielināšana nepieņemamas proporcionāli degpunkta atstātumam, izgatavo objektīvu sistēmas ar ne īsāku degpunktu, kā $\frac{1}{15}$, parasti $\frac{1}{12}$ angļu collas. Atstātumu no objektīva priekšējās lēcas līdz segstiklīņam, t. i. viņa virsējai plāksmai, apzīmē mikroskopijā par „svabādu objekta atstātumu“.

Kā jau teikts, objektivs dod ačgārnu, īstenu, palielinātu starpattēlu. *Atstātumu no objektīva pakalējā, t. i. okularam piegriestā degpunkta līdz okulāra priekšējam, t. i. objektīvam piegriestam degpunktam, nosauc mikroskopijā par optiskā tubusa gaļumu (Δ).* Objektīva pakalējais degpunkts sakrīt apmēram ar to vietu, kurā atrodas tā pakalējo lēcu kopojums, kāmēr okulāra priekšējais degpunkts atrodas nedaudz augstāk par okulāra diafragmu tanī vietā, kur gulētu no objektīva radītais starpattēls, ja pēdējais nebūtu ar kolektīvās lēcas (skat. okulāra aprakstu 31. lpp.) ievēšanu tuvināts objektīvam.

Ja y apzīmē objekta lielumu, y' starpattēla lielumu, f_{ob} objektīva pakalējo degpunktu un Δ starpattēla atstātumu no f_{ob} (optiskā tubusa gaļums), tad objektīva palielinājumu P_{ob} izteic sekoša formula:

$$P_{ob} = \frac{y'}{y} = \frac{\Delta}{f_{ob}}.$$

Tā tad *objektīva palielinājumu uzzin dalot optiskā tubusa gaļumu ar objektīva pakalējā degpunkta atstātumu*¹⁾.

Izšķiršanas spēja. Objektīvi, kas dod iespēju saredzēt vai izšķirt ļoti sīku priekšmeta strukturu, veidoti no smalcinām un tuvu viena otrai stāvošām švitrinām, punktiņiem u. t. t., apzīmē par objektīviem ar labu izšķiršanas spēju. Tāpat kā ar labu tāļskatu aplūkodami zvaigžņu pienceļu, kas neapbruņotai acij rādās kā bālgans vienlaidu plankums, mēs redzam, ka tas sastāv no neskaitāma daudzuma zvaigžņu, labs mikroskops mums rāda, ka priekšmeti (piem. diatomejas skelets) kas izliekas bez jebkādas strukturas, sastāv no atsevišķām ļoti sīkām švitrām, punktiem u. t. t.

Izšķiršanas spēja stāv tiešā attiecībā ar skaitlisko aperturu; *viņa ir tieši proporcionāla pēdējai.* Tā tad, *jo lielāka apertūra, jo lielāka ir objektīva izšķiršanas spēja.*

Tā kā skaitliskai aperturai ir liela nozīme mikroskopijā, tad nākošā nodaļā tuvāk pakavēsimies pie jēdziena par aperturu, kā arī pie parādībām, saistītām ar viņu.

Atvara leņķis un skaitliskā apertūra.

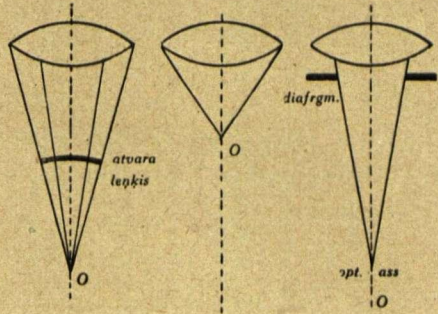
Katrs apgaismots vai spīdošs punkts izstaro uz visām pusēm gaismas starus, no kuriem tikai viena daļa ieiet objektīvā. Šī daļa

¹⁾ Objektīva pakalējā degpunkta atstātums ir vienlīdzīgs priekšējam tik tad, ja abi degpunkti atrodas optiski vienādā vidē. Turpretim imersijas apstākļos, kur priekšējais degpunkts atrodas ūdenī vai cedrellā, tas būs lielāks par pakalējo degpunktu.

izveido gaismas konusu, kuŗa gals ir kāds priekšmeta punkts, kas atrodas optiskā asī, un kuŗa pamatu noteic lēcas atvars.

Leņķi, kuŗu izveido gaismas konusa robežu līnijas, krustodamās minētā punktā, apzīmē par atv ara leņķ i. Sašaurinot ar diafragmas palīdzību brīvo lēcas atvaru, sašaurinās arī gaismas konusa pamats un ar to arī atv ara leņķ is(zīm. 15.).

Atv ara leņķ is mainās arī no tā, kāds ir priekšmeta (o) atstātums no lēcas: jo tuvāk tas lēcai, jo lielāks atv ara leņķ is, un otrādi, jo tālāk, jo tas ir mazāks. Pats par sevi sa-

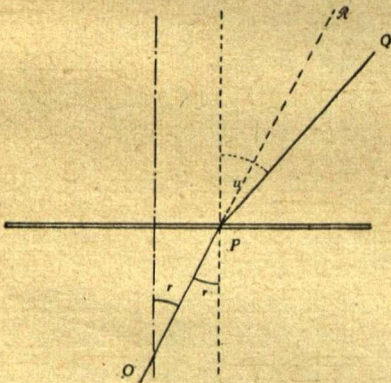


Zīm. 15. Šematisks atv ara leņķ a attēlojums.

protams, ka jo lielāks atv ara leņķ is, jo vairāk gaimas ieplūst

objektīvā, kādēļ atv ara leņķ is ir itkā mērogs gaismas staru daudzumam, kas ieplūst no aplūkojamā punkta objektīvā. Mikroskopijā kā tāds mērogs ir ievests sinus no pus atv ara leņķ a (u): $\sin u$. Pēdējais var noderēt par mērogu tikai tad, ja stari iet no priekšmeta punkta neliecti objektīvā, kā tas ir tajā gadījumā, kad starp priekšmetu un objektiva lēcu atrodas vienlaidus optiska vide, piem. gaiss.

Parasti mikroskopā apskata priekšmetu, apsegtu ar segstikliņu, kamēr starp segstikliņu un objektiva lēcu atrodas gaiss. Tādā gadījumā no objekta punkta O nākdams stars OP , iekļūstot optiski retākā vidē (gaisā), tiek laužts, t. i. novirzīts no ceļa PR uz PQ , kā to rāda zīm 16.



Zīm. 16.

No O izejošā stara atv ara leņķ is ir r , kamēr no stikla izejošā stara PQ atv ara leņķ is ir u kuŗš ir lielāks, nekā r . Tādā ziņā gaismas daudzums, kuŗš pildīja konusu, norobežotu ar leņķ a r malu līnijām, izdalās uz lielāka tilpuma (u), pie kam daļa gaismas, šinī gadījumā, pieņemsim, neieiet vairs objektīvā.

Ievedot starp segstikliņu un objektiva lēcu vidi, kuŗas laušanas koeficients ir vienlīdzīgs stikla laušanas koeficientam, stars OP turpinās

savu ceļu PR virzienā un ieies objektīvā. Pēc staru laušanas likuma, kā zināms, krišanas un laušanas leņķu sinusu attiecība ir pastāvīgs lielums divām vidēm — šinī gadījumā stikla un gaisa: $\frac{\sin . r}{\sin . u} = n$, pie kam n ir pastāvīgs. Abu vidu (stikla un gaisa) laušanas attiecība = $= \left(\frac{na}{nb} \right) = n$. Izteiksme

$$n . \sin . u,$$

t. i. vides laušanas koeficients, pareizināts ar gaismas konusa pusatvara leņķa sinusu, ir pastāvīgs lielums.

Jēdziens

$$n . \sin . u$$

ir ievests no A b b e's mikroskopijā zem nosaukuma „**skaitliskā** jeb **numeriskā apertūra**“. Ar n šinī gadījumā apzīmē starp segstikliņu un objektīva priekšējo lēcu atrodošās vides laušanas koeficientu, un ar u pusi no objektīva atvara leņķa. Skaitliskai apertūrai ir jo liela nozīme mikroskopijā. Ar šo jēdzienu mums nāksies bieži sastapties.

No priekšmeta, aplāta ar segstikliņu, var iziet stari no segstikliņa tik zem leņķa, kas nepārsniedz pilnas atspoguļošanas robežleņķi. No optikas ir zināms, ka stars, virzoties no optiski blīvākas vides (piem. stikla) optiski retākā vidē (gaiss), var ieiet pēdējā tik tad, ja stiklā esošā kritošā stara leņķis — krišanas leņķis — nepārsniedz 42° t. i. pilnīgās iekšējās atspoguļošanās robežleņķi. Pretējā gadījumā stars top pilnīgi atspoguļots un neiziet vairs no stikla.

Vislielākais atvara leņķis, kādu var dabūt pie objektīviem, ar kuņiem strādā apstākļos, kuņ starp segstikliņu un objektīva lēcu atrodas gaiss, t. i. pie sausās sistēmas objektīviem, ir 140° ; tā tad u būs $\frac{140}{2} = 70^\circ$. Tā kā šāda leņķa sinus ir 0,94, tad, ņemot vērā, ka gaisa laušanas koeficients ir 1, minētā objektīva skaitliskā apertūra: $1 . \sin . 70^\circ = 1 . 0,94 = 0,94$. Ievedot starp segstikliņu un objektīvu kādu vidi, kuņas laušanas koeficients ir lielāks par vienu, arī skaitliskā apertūra būs lielāka. Piem. pie ūdens $n = 1,33$, cedreļļas $n = 1,51$. Pirmajā gadījumā skaitliskā apertūra var sasniegt $\sin . 70^\circ . 1,33 = 0,94 . 1,33 = 1,25$, otrā: $0,94 . 1,51 = 1,43$. Šāda apertūra, t. i. 1,4 arī ir sastopama pie tagadēju mikroskopu objektīviem. Objektīvu sistēmas, kuņas lieto ar ūdeni vai ar cedreļļu, sauc par **imersijas sistēmām**: ūdens un eļļas imersi-

jas. Pēdējās arī apzīmē kā homogenās eļļas imersijas, tādēļ kā cedreļļas laušanas koeficients ir vienlīdzīgs segstikliņa laušanas koeficientam. Šādā gadījumā stars iet caur optiski vienlaidus jeb homogenu vidi.

Abbe's mikroskopiskā attēla rašanās teorija.

Lai vislabāk izprastu skaitliskās aperturas nozīmi, ir lietderīgi iepazīties ar E. Abbe's teoriju, ar kuŗas palīdzību izskaidro attēla rašanos mikroskopā.

Mikroskopiskus preparatus var uzskatīt kā ķermeņus ar ļoti smalku, sīku strukturu. Kā tādi, tie lauž, atspoguļo, uzsūc jeb abzorē un liec starus, kuŗi tos apgaismo. Ta tad gaismas stari, kas krīt uz preparata, tiek no viņa strukturu elementiem — sīkiem ķermenīšiem, švitrīņām, skaldnēm, vai plāksnītēm liekti un atspoguļoti. Šādi elementi, kā staru virziena traucējuma centri, pa daļai novirza uz tiem krītošo staru no viņa pirmatnējā ceļa, liec to, pie kam no viena virziena it ka rodas vairāki. Šo virzienu stari, ienākdami objektīvā, rada tā pakaļējā degpunktā minēto centru sekundarus attēlus.

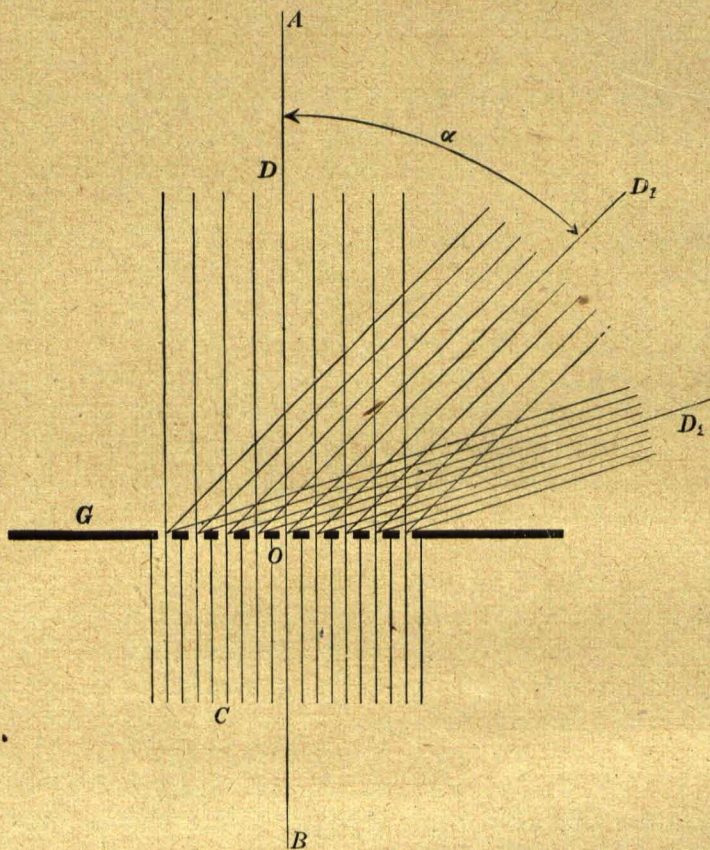
Staru liekšanu var vislabāk novērot ar difrakcijas režģa palīdzību, t. i. ļoti smalkām švitrām, kas iedriksnātas uz ļoti tuva un vienāda attāluma (d) viena no otras apsudrotā stikla plāksnītē (zīm. 17.). Uz tādām plāksnītēm caurspīdīgās švītras mainās ar apsudrotām, kuŗu platums noteic attālumu (d) starp pirmējām. Ja uz šādas plāksnetis liek krist paralelu staru kūlim, tad gaisma, iedama spraugām cauri, pa daļai turpina savu ceļu tiešā virzienā, kamēr pārējā daļa tiek liekta. Daļa liektās gaismas tiek caur interferenci dzēsta, kamēr daļa pastiprināta. Aiz šā iemesla redz vietām tumšus, vietām gaišus laukumus. Pirmos apzīmē par „minima“, otros — „maksima“ (m). Kamēr pirmās vietās gaismas viļņi sastopas pretējās fazēs, kadā gadījumā gaisma izdziest, tikmēr otrās viņi atrodas vienādās fazēs un pastiprinās.

Tā kā mikroskops šādas spektra krāsas atkal sakopo, tad dabū nekrāsotu attēlu.

Staru kūļus, kas iedami caur spraugu turpina agrākā virzienā savu ceļu, apzīmē par galveno jeb nulles maksimum'u (m^0), kamēr liekuma maksimumus par pirmo, otru u. t. t. (m^1 , m^2 ...), skaitot no galvenā maksimuma. Zīmējumā 17. m apzīmēts ar D .

Staru liekuma stiprums ir proporcionāls viļņu gaŗumam (λ). Tā tad, jo gaŗāki viļņi, jo stari top stiprāk liekti: sarkanie stiprāk, nekā zilie. Tādēļ, pielietojot baltu gaismu, redz spektra krāsas, — tā saucamo difrakcijas spektru.

Leņķi, kuŗu izveido nulles jeb galvenais maksimums ar pirmo liekuma maksimumu, apzīmē kā liekuma leņķi u . Zīmējumā šis



Zīm. 17.

leņķis apzīmēts ar α . Tas atrodas atkarībā no tās vides laušanas koeficienta (n), kuŗā notiek liekuma parādības, no režģa spraugu attāluma (d), un, kā jau atzīmēts, no viļņu garuma (λ). Šīs attiecības redzamas no sekošās, ta sauktās Fraunhofer'a formulas:

$$\sin . u = \frac{\lambda}{n . d}.$$

No formulas redzams, ka, jo lielāks ir n , jo mazāks ir u . Ievēdot formulas kreisā pusē n , dabū $n . \sin . u$, kas jau ir pazīstams (sk. 22. lpp.) ka skaitliskā apertūra (A). Tā tad

$$n . \sin . u = A = \frac{\lambda}{d}, \text{ no ka } d = \frac{\lambda}{A}.$$

No pēdējās vienādības redzams, ka, jo lielāka skaitliskā apertūra (A), jo mazāks varēs būt attālums (d) starp divām spraugām vai punktiem, lai šis pēdējās varētu objektīvs vēl atšķirt t. i. *jo lielāka skaitliskā apertūra pie pastāvīga gaismas viļņu garuma, jo labāka mikroskopa objektīva izšķiršanas spēja.*

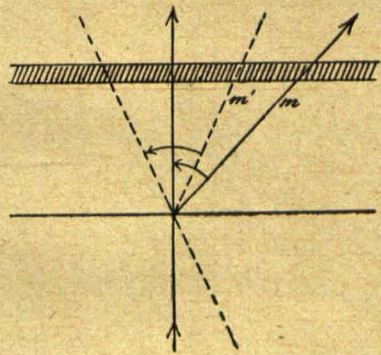
Pieņemot piem. skaitlisko apertūru 1,4 un baltās gaismas staru vidēju viļņa garumu $550 \mu\mu$, d var būt $= \frac{550}{1,4} = 399 \mu\mu$ pie attiecīgas palielinājuma pakāpes.

Tā tad, lai varētu saskatīt zināmu objekta struktūru, ir vajadzīga netikvien zināma izšķiršanas spēja, bet arī attiecīga palielināšana, jo mūsu acs ir spējīga kādu struktūru tik tad saredzēt, ja viņa rādas zem leņķa tāngensa, ne mazāka par 2—4 loka minūtēm uz 250 mm. atstātuma. Šādu palielināšanas pakāpi sauc par izmantojamo palielināšanu. Viņu dabū, reizīnot skaitlisko apertūru mazākais ar 500, vai visaugstākais ar 1000. Tā, piem. izmantojamās palielināšanas pakāpe pie objektīva apertūras 0,6 būs 300—600.

Bez tam vienādība $d = \frac{\lambda}{A}$ rāda, ka, jo mazāks viļņu garums, jo labāka izšķiršanas spēja.

Ar slīpu apgaismošanu iespējams (līdz divkārt) pacelt skaitlisko apertūru, kā rāda zīm. 18.

No zīmējuma redzams, ka pie centrālās apgaismošanas objektīvā neietilpstošais stars m , pie slīpas apgaismošanas (punktētā līnija m') viņā ietilpst.



Zīm. 18.

Pēc Abbe's teorijas mikroskopisku attēlu rada difrakcijas parādības, kas, celdamās priekšmetā, norit objektīva pakāļējā degpunktā. Jo vairāk „maksima“ ņem dalību attēla izveidošanā, jo attēls pēc Abbe's līdzīgāks oriģinālam. *Lai dabūtu kaut kādu nojaudu par objekta struktūru, vajag, lai objektīvā iekļūtu bez nulles maksimum'a vismaz vēl pirmais liekuma maksimums. Gadījumā, kad objektīvā iekļūst tik galvenais maksimums vien, attēls nav oriģinālam līdzīgs.*

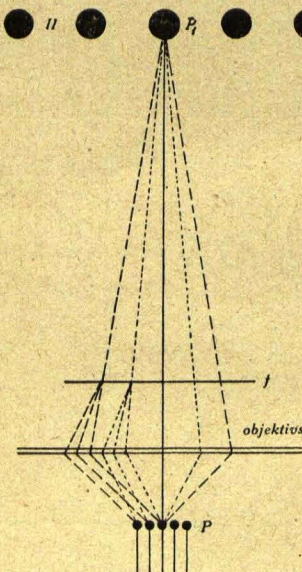
Jo lielāka skaitliskā apertūra, jo vairākus liekuma maksimumus uzņems objektīvs, kadēļ attēls būs labāks. Lai attēls būtu pilnīgi līdzīgs priekšmetam, vajadzētu visiem liekuma maksimumiem iet

objektivā, kas nekādi nav iespējams. Tadēļ priekšmetā var būt struktūras, kuņas mēs mikroskopā nesaredzam.

Šās teorijas patiesību apstiprina mēģinājumi ar A b b e's difrakcijas plāksni. Cik pamācoši arī šie mēģinājumi nebūtu, grāmatas apmērs neatļauj tos še pievest.

Staru „maksimumus“, kas iekļūst objektivā, var redzēt, ja asi ievieto zem mikroskopa piem. krama alģes *Pleurosigma angulatum* preparātu, sašaurinot pie tam kondensora diafragmu. Noņemot okularu un skatoties tubusā, redz objektīva pakalējās degplāksnes vidū nulles maksimumu un ap malām gredzenā krāsotus atsevišķus liekuma maksimumus, pie kam viņu iekšējās malas ir violetas, ārējās sarkanās.

Zīmējums 19. rāda, kā ceļas liekuma attēls I. objektīva pakalējā degplāksmā f un attēls II., jeb mikroskopa starpattēls attēla plāksmā. Laižot krist uz režģa spraugām P



Zīm. 19. Liekuma attēla izcelšanās šema.

paralelus baltās gaismas starus, pēdējie top no priekšmeta struktūru elementiem liekti un turpina savu gaitu kā liekuma maksimumi, pie kam sarkanie stari (caur spraugām ejošie baltie stari, ka zināms, top skaldīti spektra krāsās), kā vairāk liektie, ieņem vietu ārpusē (zīmējumā garī švītrī), violetie iekšpusē. Tā kā šie «liekuma maksimumu» stari ir paraleli, tad viņi, caur objektīvu iedami, krustojas — katra krāsa atsevišķi vienā punktā — objektīva pakalējā degpunktā f , un rada tur tiklab zilā, kā sarkanā liekuma maksimuma attēlu. Šo attēlu apzīmē kā pirmējo attēlu. Nepārtrauktā vidus švītra apzīmē nulles maksimumu, kuš nesakrīt spektra krāsās. Attēla plāksmā P_1 ir redzams objekta punkts (P), tā saucamais otrējais, jeb mikroskopa starpattēls, kuš rodas caur staru interferenci. Švītrām, kuņas redzamas zīmējuma labajā pusē, ir tā pate nozīme, kā tām, kuņas atrodas no galvenā maksimuma pa kreisi. Vienkāršības dēļ še nav iznesti atsevišķie paralelie stari, bet viņi savilkti vienā švītrā.

Kā no teiktā redzams, objektīvu izšķiršanas spēja stāv tiešā atkarībā no skaitliskās apertūras. No pēdējās atkarības arī attēla g a i š u m s, kas ir pie citiem līdzīgiem apstākļiem porcionāls skaitliskās apertūras kvadrātam. Tā, piem. objektīvs ar divreiz lielāku skaitlisko apertūru dod četri reiz gaišāku attēlu.

Objektīva iespīšanās spēja jeb penetrācija. Nostādot mikroskopa optiku asi uz kādu priekšmetu, var novērot, ka vieni objektīvi atļauj saskatīt priekšmetā netik vien to vietu, kuņa asi uzstādīta, bet arī vietas, kuņas guļ dziļāki vai seklāki par minēto asi uzstādīto vietu, kamēr citi, piem. stipri objektīvi, to neatļauj.

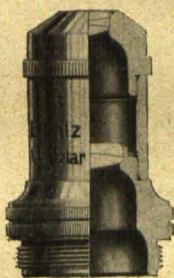
Objektīvu spēju, saskatīt uz kāda priekšmeta asi uzstādītā mikroskopā netiek vien vienu punktu vai plāksmu, bet tanī pašā laikā, negrozot mikrometra skrūvi, arī citas vietas vai plāksmas objekta biezuma virzienā, sauc par iespīšanās spēju jeb penetrāciju. Šī spēja ir pretēja objektīva skaitliskai aperturā un palielināšanas spējai: jo lielāka apertūra un palielināšana, jo mazāka iespīšanās spēja, pie kam arī acu akkomodācija, cik tas attiecas uz vājiem objektīviem, spēlē zināmu lomu. Ar skaitliskās apertūras augšanu spēji krit iespīšanās spēja. Tā, piem., pie objektīviem ar 0,35 skaitlisko apertūru šī spēja ir 0,03 mm., kamēr pie sistemām ar skaitlisko apertūru 1,00, tik 0,002 mm.

Beidzot, jāatzīmē objektīvu **norobežošanas spēja** t. i. spēja dot attēlus ar asām, bezkrāsu malām. Šī spēja stāv sakarā ar sferiskās un chromatiskās aberācijas novēršanu. Jo pilnīgāk būs novērstas minētās aberācijas, jo lielāka būs arī objektīva norobežošanas spēja.

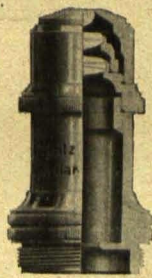
Objektīvu uzbūve.

Kā no priekšējā teksta redzams, objektīvi pēc savas nozīmes ieņem pirmo vietu starp mikroskopa optiskām daļām. Tā kā tiem jāapmierina daudz prasības, tad viņos parasti sakopotas dažāda veida lēcas. Atkarībā no tā, vai vide, kas atrodas starp objektīva priekšējo lēcu un segstikliņu, ir gaiss vai šķidrums, objektīvus iedala sausās un imersijas (no immergere = nogremdēt) sistemās. Pēdējās savukārt dala: ūdens imersijās un homogenās eļļas imersijās.

Sakarā ar skaitlisko apertūru un palielinājumu, objektīvus bez tam vēl dala: vājās, vidējās un stiprās sausās sistemās.



Zīm. 20. Vāju sausu sistemu objektīvs.



Zīm. 21. Stipru sausu sistemu objektīvs.

Vājas sausās sistēmas. Pie vājas sistēmas objektīviem pieskaita objektīvus, kuņu skaitliskā apertūra nepārsniedz 0,30. Tādu objektīvu degpunkts ir samērā garš: 15—50 mm., to iespīšanās

spēja liela, redzes aploks prāvs. Tos tādēļ parasti lieto lielāku priekšmetu apskatīšanai, objektu preparēšanai, vai arī orientēšanās nolūkiem. Šīs sistēmas vājākie objektīvi sastāv no vienas vienīgas achromatiskas dubultlēcas, kamēr stiprākie vai nu no divām dubultlēcām, vai no vienas trīskārtu un vienas dubultlēcas (zīm. 20), pie kam ārējā, priekšmetam piegriestā, lēca ir parasti mazāka, ar īsāku degpunktu, kadēļ tā ir arī galvenā palielinātāja.

Tiklab šīs sistēmas, kā arī visu tālāk pievesto sistēmu lēcas atrodas viena otrā ieskrūvējamās metala ietverēs. Pēdējā laikā vairākas firmas, piem. C. Zeiss — Jenā, izgatavo objektīvus, kas nav izārdami, bet kuļos lēcas ieslēdz mazos metala cilindros, pār kuļiem uzmauc vienlaidus lielāku cilindri. Šādu objektīvu nevar izārdīt.

Bez ta sastopami vecākas konstrukcijas objektīvi, kas sastāv no vairākām noskrūvējamām daļām, parasti trim. Šīs daļas pakāpeniski noskrūvējot un kombinējot, sasniedz ar vienu un to pašu objektīvu dažādus palielinājumus. Tādiem objektīviem piemīt tā sliktā īpašība, ka to centrējums, atsevišķu daļu pastāvīgas skrūvēšanas dēļ, stiprā mērā cieš.

Vidēji stipras sausās sistēmas. Pie šādu sistēmu objektīviem pieder objektīvi, kuļu skaitliskā apertūra sākas no 0,40 un beidzas ar 0,80. Šie objektīvi tiek bieži lietoti pie mikroskopiskiem darbiem. Viņi parasti sastāv no 3 locekļiem, vai nu no 3 dubultlocekļiem, vai no vienas trīskārtīgas priekšējās lēcas un divām dubultlēcām. Pie stiprākiem šās sistēmas objektīviem priekšējā lēca pastāv arī no vienas, puslodes veida, lēcas no kronstikla, kuļas plakanā puse ir uz āru vērsta, kamēr pārējās lēcas sastāv no dubultlēcām. Priekšējās lēcas uzdevums ir palielināt, kamēr abu pakaļējo — (korekcijas locekļi) novērst aberācijas.

Arī šīs sistēmas lēcas dod samērā plašu redzes aploku un prāvu svabado objekta atstātumu.

Stipras sausās sistēmas. Pie šām sistēmām pieskaita objektīvus ar skaitlisko aperturu no 0,80 līdz 0,95. Šo objektīvu priekšējā lēca sastāv no vienkāršas puslodes veida lēcas, kamēr pārējās 2—3 lēcas ir dubultas vai trīskāršas (zīm. 21.), un sastāv no dažādu stiklu kombinācijām.

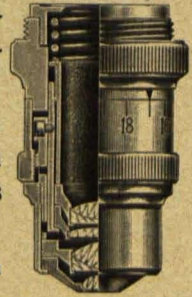
Šīs sistēmas objektīvi, sevišķi stiprākie, ir ļoti jūtīgi pret segstikliņa biezumu, kadēļ pie viņu pielietošanas jālieto zināma biezuma segstikliņi. Šie objektīvi koriģēti parasti 0,15 mm. (0,15—0,18 mm.) biežiem segstikliņiem. Segstikliņa biezuma iespaidu var zināmā mērā novērst, sāsinot vai pagarinot tubusu: pie pārāk biežiem segstikliņiem tubus jāsaīsina, pie plāniem jāpagarina.

Segstikliņu koriģēšanai kalpo īpaši objektivi ar korekcijas gredzenu (zīm. 22.). Uz tādas objektiva ietveres redzams grozāms tā saucamais korekcijas gredzens ar attiecīgiem dalījumiem. Gredzenu grozot, tuvina vai attālina kopīgi abas pakalējās objektiva lēcas attiecībā uz priekšējām, kuņas nestāv sakarā ar gredzenu.

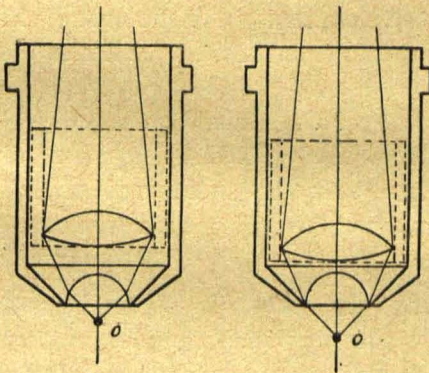
Zīm. 22-a rāda, ka attālinot pakalējo objektiva lēcu no priekšējās, degpunkta attālums saīsinās: malu stari top piebīdīti tuvāki centram, kādēļ tiek izlabotas lielā mērā nevēlamās aberācijas sekas.

Novērodami priekšmetu mikroskopā, mēs grozam gredzenu, līdz kāmēr dabūjam skaidru attēlu. Gadījumā, kad segstikliņa biezums ir zināms, ar korekcijas gredzena palīdzību var bez atsevišķas mēģināšanas izlabot segstikliņa biezumu, ņemot vērā, ka gredzena dalījumu skaitļi izteic segstikliņa biezumu simtdaļās. Tā, piem., ja gredzena dalījumu ievirza uz 20, tad objektivs koriģēts 0,20 mm. biežam segstikliņam.

I m e r s i j a s s i s t e m a. Imersijas sistemās (zīm. 23.) objektīvu apertūra pārsniedz 1, un sasniedz pie eļļas imersijas 1,40. Šie ob-



Zīm. 22. Zeiss'a objektīvs ar korekcijas gredzenu.



Zīm. 22-a.



Zīm. 23. Leitz'a eļļas imersija.

jektīvi ir stipras sistēmas objektīvi un parasti atšķiras no stiprām sausām sistēmām ar to, ka, bez puslodes veidīgās priekšējās lēcas, palielināšanas nolūkā ieviesta vēl tāda pat, otra, vienkārša vai ieliekti-izliekta veida lēca, kamēr korekcijas locekļi pastāv no dubultām vai trijkārtējām lēcām. Homogenās eļļas imersijas sistēmas, saprotams, ir neatkarīgas no segstikliņa biezuma, un, pateicoties augstai skaitliskai

aperturai, dod labus attēlus (skat. lpp. 22.). Parasti degpunkta attālums uz šādiem objektīviem atzīmēts, kā jau aizrādīts, angļu collās — $\frac{1}{12}$ " vai $\frac{1}{15}$ ", vai arī milimetros: 2 vai 1,5 mm.

Imersijas sistēmām ir daudz priekšrocību salīdzinot ar sausām sistēmām. Tās dod pie vienādas aperturas un palielināšanas gaišākus attēlus. Kāmēr pie sausām sistēmām objektīvu skaitliskā apertura, kā jau minēts, parasti nepārsniedz 0,95, tikmēr imersijas sistēmu apertura var sasniegt 1,4. Bez tam imersijas objektīvus ar vienādu aperturu un degpunktu attālumu var pilnīgāk izgatavot, nekā sausu sistēmu objektīvus.

Parasti objektīvus apzīmē ar atsevišķiem skaitļiem (Leitz's), vai burtiem (Zeiss). Pēdējā laikā viņus atzīmē (Zeiss) skaitļiem, kuŗi tieši norāda viņu palielinājumu.

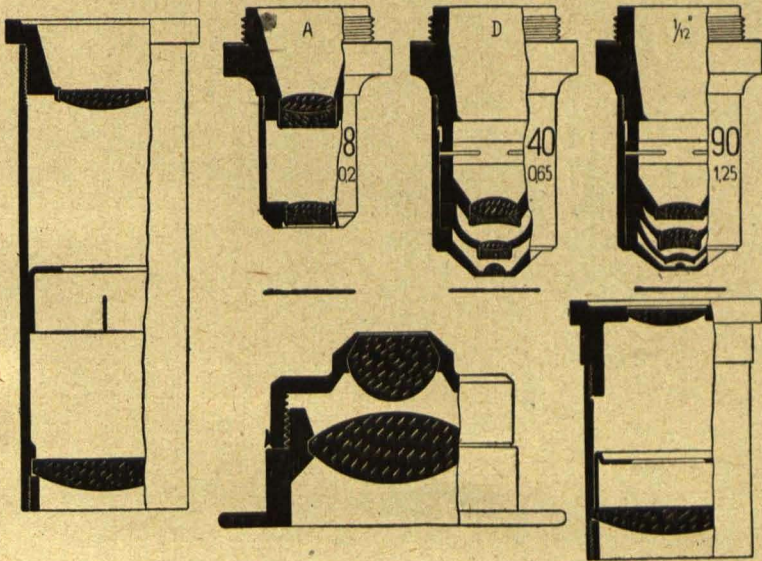
Okulari.

Okularu uzdevums ir 1) pārvērst no objektīva radīto „starpattēlu“ palielinātā šķietattēlā, un, 2) pārvērst no objektīva nākošos izklaidus starus kopotos.

Optiskā ziņā izšķir negatīvus un pozitīvus okularus. Pie pirmajiem pieder tā saucamie Huyghensa jeb Kampani okulari, pie otriem Ramsdena okulari. Tiklab vieni, kā otri sastāv no divām lēcām, sakopotām cilindriskā metala ietverē. Pozitīvos okularos abas lēcas ņem dalību palielināšanā, pie kam objektīva starpattēls neatrodas starp abām lēcām, kā tas ir negatīvos okularos, bet tuvu apakšējai lēcai. Negatīvo okularu apakšējā lēca — kolektīvā lēca — kalpo no objektīva nākošo izklaidus staru pārvēršanai kopotos staros, kamēr virsējā — acu lēca — veic palielināšanu.

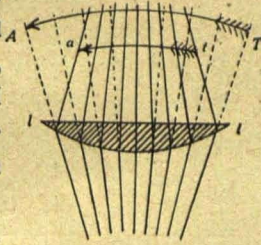
— **Huyghens'a jeb Kampani okulari.** Šie okulari pastāv no divām plakani izliektām lēcām, kuru izliektās puses ir piegrieztas objektīvam. Bez tam viņas parasti atrodas viena no otras attālumā, kas ir vienlīdzīgs viņu degpunktu attāluma aritmetiskam vidējam: $\frac{f_1 + f_2}{2}$, pie kam kolektīvās lēcas degpunkta attālums ir parasti divreiz lielāks, nekā acu lēcas degpunkta attālums. Starp abām lēcām, tajā vietā, kuŗā krīt mikroskopa starpattēls un kuŗā atrodas arī acu lēcas degpunkts, atrodas okulāra diafragma. Tā kā šī diafragma norobežo mikroskopa redzes laukumu, tad viņu sauc arī par „redzes laukuma diafragma“.

Apakšējās — kolektīvās jeb kopotājas — lēcas uzdevums ir pārvērst no objektīva nākošos izkļaidu starus kopotos, kā to rāda



Zīm. 24. Zeiss'a okulari, objektīvi un divlēcū kondensors.

zīm. 25. Bez kolektīvās lēcas stari ietu tieši, kā to rāda punktētās švītras zīmējumā, kamēr ar viņas palīdzību stari tiek pārvērsti kopojošos. Caur to uzlabojās starpattēls, kaut gan tas pie tam zināmā mērā samazinās. Tā kā tas pats gaismas daudzums, kas apspīdētu plāksmi *AT*, apspīd tagad daudz mazāku plāksmi *at*, attēls paliek daudz gaišāks. Bez tam okularā var saredzēt lielāku attēla daļu, nekā bez kolektīvās lēcas. Beidzot arī redzes laukuma šķietais liekums top ar to stipri samazināts.



Zīm. 25. Šematisks okulāra kolektīvās lēcas iedarbības attēlojums.

Huyghens'a okulari ir dažāda palielinājuma. Viņus apzīmē ar skaitļiem: 0, 1, 2, 3 u. t. t. Pēdējā laikā pagatavo okularus, kuņu skaitļi tieši norāda viņu palielināšanu. Bez tam parasti dažādu okularu iekšējie degpunktī atrodas tubusā vienādā augstumā, kadēļ vienreiz asi ar vienu okularu iestādīts mikroskops dod asu attēlu arī ar citiem okulariem, jo optiskais tubusa gaņums šajā gadījumā nav mainījies.

Ramsdena okulari sastāv no divām ar gandrīz vienādiem degpunktiem plakani izliektām lēcām, kuŗu izliektā puse ir viena otrai piegriesta. Kaut gan, kā jau minēts, abas lēcas ņem dalību palielināšanā, tomēr apakšējo pieņemts nosaukt, ka pie Huyghens'a okulariem, par kolektīvo lēcu. Pie šiem okulariem diafragma atrodas zem kolektīvās lēcas.

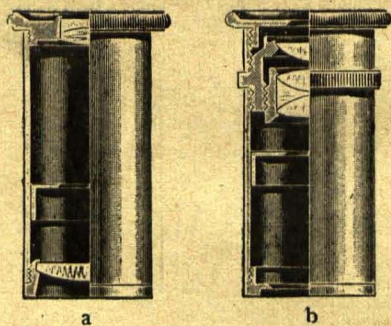
Līdzīgi ka pie objektīviem, okularus iedala pēc viņu palielināšanas spējām: vājos, vidējos un stipros. Pirmie dod prāvu redzes aploku, kādēļ tos lieto, lai dabūtu pārskatu par preparātu. Vidējie, turpretim, ir darba okulari, kamēr stipros lieto mērišanai, zīmēšanai un tamlīdzīgiem mērķiem.

Bez tam izšķir vēl **komplanatiskus** un **kompensācijas** okularus.

Komplanatisko, jeb arī tā saucamo **periskopisko** jeb **ortoskopisko** okularu acu lēcas sastāv no trim lēcām, caur ko šie okulari izšķiras no vienkāršiem Huyghens'a okulariem.

Tādi okulari dod līdzenu redzes laukumu. Kamēr pie stiprākiem Huyghens'a okulariem, lai pārredzētu visu redzes laukumu, vajag aci stipri tuvināt acu lēcai, tikmēr pie komplanatiskiem okulariem tas nav vajadzīgs.

Kompensācijas okulari. Īpašu vietu starp okulariem ieņem kompensācijas okulari. To acu lēca sastāv no divām lēcām, pagatavotām no stikla šķirnēm, kādas lieto pie apochromatu un fluoritsistemu objektīviem. Stiprāko sistemu kompensācijas okulari ir pagatavoti pēc Ramsdena okularu tipa, piekam acu lēca sastāv no vienkāršas lēcas, kamēr kolektīvs no 3 lēcām. Arī okulara diafragma atrodas, ka pie Ramsdena okulariem, zem kolektīvās lēcas.



Zīm. 26. Kompensācijas okulari.
a vājš; b stiprs.

Kompensācijas okularu uzdevums ir novērst tā saucamo palielināšanas chromatisko diferenci, — kļūdu, kas piemīt visu sistemu objektīviem, tiklab achromatiem, ka apochromatiem. Šī kļūda pastāv iekš tā, ka attēla daļas, kas atrodas atstātāk no redzes laukuma vidus, un kuŗas izveidotas piem. no sarkaniem stariem, ir vājāk palielinātas, nekā tās, kuŗas rada zilie stari. Tā tad dažādu krāsu stari dod dažāda lielumā attēlus. Aiz šā iemesla **Abbe** ir konstruejis okularus, kuŗiem

piemīt pretējas kļūdas, t. i. pie viņiem sarkano staru attēls ir stiprāk palielināts, nekā zilo. Tā tad objektiva kļūdas tiek izlīdzinātas — kompensētas — ar ar nodomu ievestām okulāra kļūdām.

Lai dabūtu attēlu bez krāsainām malām, pie apochromatiem ir nepieciešami jālieto kompensācijas okulāri. Šos okulārus var arī lietot pie fluorītsistemām un stipriem achromata objektīviem.

Bez minētiem okulāriem ir okulāri īpašām vajadzībām, kā piem. okulārs salīdzināšanai. Šis okulārs atļauj saskatīt vienā un tajā pašā laikā divus atsevišķu mikroskopu preparātus, pie kam to attēli satek vienā redzes laukumā, ieņemdami katrs pusi no pēdējā. Caur to abu mikroskopu priekšmetu attēli ir jo ērti salīdzināmi.

Tāļāk jāatzīmē īpaši okulāri mērošanai un zīmēšanai, kā arī rādītāji — okulāri.

Mikroskopa koppalielinājums.

Kā jau atzīmēts, okulāra uzdevums ir pārvērst no objektiva projicēto starpattēlu palielinātā šķietattēlā. Ta tad viņš darbojas līdzīgi lūpei, kādēļ **okulāra palielinājumu** (P_{ok}) var noteikt pēc formulas:

$$P_{ok} = \frac{l}{f_{ok}} \text{ (skat. 6. lpp.)}$$

pie kam l ir skaidras redzes attāļums, un ir līdzīgs 250 mm.

Mikroskopa palielinājumā ņem dalību, kā jau zināms, ir objektīvs ir okulārs. **Mikroskopa koppalielinājumu** tā tad *dabā reizinot objektīva palielinājumu ar okulāra palielinājumu*:

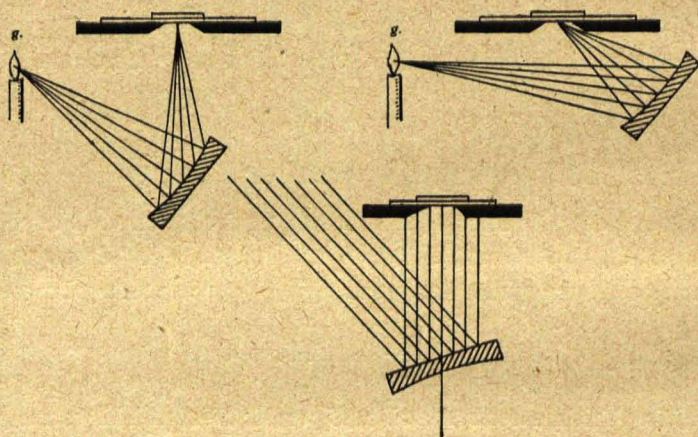
$$P = \frac{\Delta}{f_{ob}} \cdot \frac{250}{f_{ok}}.$$

Apgaismošanas ierīces.

Spogulis. Visnepieciešamākā ierīce priekšmeta apgaismošanai caurspīdošā gaismā ir apgaismošanas spogulis, kas netrūkst nevienam mikroskopam. Tas uztver no kaut kāda gaismas avota gaismu un ievada to mikroskopā. Spogulim ir divas spoguļa puses: viena plakana, otra ieliekta. Tas atrodas apaļā metala ietverē (sk. zīm. 3. sp), kas saistīta ar dakšveidīgu metala roku, kuņā spoguļi var grozīt ap divām asīm visos četros virzienos: pa labi un kreisi, uz priekšu un atpakaļ. Bez tam spoguļi var parasti arī izbīdīt ekscentriski divos virzienos: pa labi un pa kreisi. Pie dažiem mikroskopiem spoguļi var vēl bez tam pacelt un nolaist svērtēniskā virzienā.

Tāda spoguļa uzbūve dod iespēju apgaismot priekšmetu tiklab svērtēniski jeb centriski, kā arī slīpi jeb ekscentriski. Pie pēdējā apgaismošanas veida lieto vienīgi ieliekto spoguļi. Pie slīpas apgaismošanas ir bieži iespējams saskatīt tādas sīkas priekšmeta struktūras, kuŗas pie svērtēniskas apgaismošanas paliek nesaredzamas. Caur tādu apgaismošanu, kā savā vietā atzīmēts, skaitliskā apertūra var tikt pacelta divkārt.

Zīmējums 27. rāda plakanā un ieliektā spoguļa darbību. Tikai viena daļa no plakanā spoguļa atspoguļotiem stariem, kā no



Zim. 27.

zīmējuma redzams, apspīd priekšmetu. Ieliektais spoguļis, turpretim, sakopo priekšmetā tiklab izklīstošos, kā arī uz spoguļa kritošos paralelos starus.

Gadījumā, ja uz plakano spoguļi tiktu raidīts izklīstošu staru kūlis, kā tas notiek, ja apgaismošanai lieto mākslīgu gaismu no kāda tuva gaismas avota, tad tas no spoguļa tiktu vēl vairāk izklaidēts un vēl mazāk apgaismotu priekšmetu.

Tā tad tanis gadījumos, kad ir vajadzīga vāji apgaismošana, kā, piem. pie stipri caurspīdošiem priekšmetiem un vājām sistemām, t. i. pie palielinājumiem līdz simtu reiz, lieto plakano spoguļi, kamēr pretējā gadījumā: pie stipriem objektīviem, kuŗi paši par sevi aiztur daudz gaismas, kā arī pie vāji gaismu caurlaidošiem un pie krāsotiem priekšmetiem, kas vislabāk apskatāmi stiprā apgaismošanā, lieto ieliekto spoguļus. Pie mikroskopiem, kuŗiem ir kondensori, lieto, kā to tājāk redzēsim, plakanos spoguļus. Apgaismošana ar plakano spoguļi bez kondensora dod arī asāki norobežotus attēlus,

Diafragmas.

Cik liela nozīme ir apgaismošanai laba attēla dabūšanai, rāda piem. kokvilnas pavedieni mikroskopā. Pie pārāk stipra apgaismojuma to konturas pazūd, kamēr vājinot apgaismošanu, tās spilgti parādas.

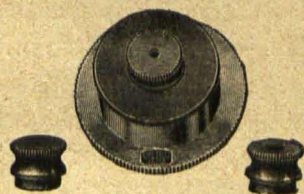
Lai būtu iespēja pēc vajadzības katrā atsevišķā gadījumā priekšmeta apgaismojumu regulēt, kā arī izslēgt kaitīgos malu starus, lieto dažāda veida diafragmas. Izšķir sekošus diafragmu veidus: 1) revolvera diafragmas, 2) cilindra diafragmas, 3) iris diafragmas un 4) centralas diafragmas.

Revolvera diafragmas sastopamas vecāku konstrukciju mikroskopos. Tās sastāv no apaļas, melni krāsotas metala plāksnes ar dažāda lieluma caurumiem. Plāksne piestiprināta zem priekšmeta galdiņa tā, kā to grozot ap asi, tās caurumu centri sakrīt ar galdiņa cauruma centru. Viena plāksnes mala iznāk drusku ārā no galdiņa malas, caur ko plāksne ērtāki ar roku grozāma. Labākai aizķeršanai mala ir rievota.

Šai diafragmai ir savi trūkumi. Viņa neguļ vienā augstumā ar galdiņa virsējo, bet gan ar apakšējo plāksmi, kādēļ starp priekšmetu un diafragmu rodas izkliedējošas gaismas konusi, caur ko cieš attēla spilgtums. Bez tam diafragmu pastāvīgi grozot tās ass izdilst, caur ko cieš centrējums.

Cilindra diafragma sastāv no plata un īsa metala cilindra ar atvērtu apakšējo galu, kamēr augšgalā atrodas šaurāks caurums, kuņģa iebīda nelielus īsus, melnus metala cilindriņus, kuņģa augšgalā ir dažāda lieluma caurumi. Iebīdot cilindriti ar vēlāma diametra caurumu, dabū attiecīga atvara diafragmu (sk. zīm. 28).

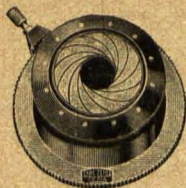
Cilindra diafragmu iebīda čaulē, kas atrodas zem galdiņa, tā, ka diafragmas augšgals guļ vienā plāksmā ar galdiņa virsmu. To sasniedz diafragmu iebīdot līdz kamēr tās apakšā atrodošais izcilnis atdurās pret čaulas apakšējo malu.



Zīm. 28. Cilindra diafragma.

Cilindra diafragmu var čaulē virzīt uz augšu un leju, un tādā kārtā arī pakāpeniski regulēt gaismas pieplūšanu. Tāda veida diafragmu izmaiņšana saistīta ar neērtībām: diafragma katreiz jāizņem no čaulas, jāpārmaina cilindritis un tas atkal jāiebīda atpakaļ čaulē.

Iris diafragma sastāv no metala cilindra, kas līdzinās cilindra diafragmas ietverei, kuŗas paprāvā augšējā caurumā atrodas cirpim vai pūsmēnesim līdzīgas, savā vidūci nedaudz uz āru izliektas tērauda plāksnītes. Tās stāv sakarā ar rok-turi. Pēdējo bīdot uz priekšu un atpakaļ dabū pēc patikas lielāku vai mazāku atvaru, kas atrodas, ja diafragma galīgi iebāzta čaulē, gandrīz vienā plāksnē ar priekšmeta galdiņa virsmu. Tādā ziņā iris diafragma, dodama iespēju cauruma atvaru pakāpeniski mainīt, atbilst visām prasībām, kādas var tikt uzstādītas diafrigmām.



Zim. 29.
Iris diafragma.

Centralā diafragma. Pie apgaismošanas tumšā redzes laukumā ir vajadzīgs aizturēt vidus staru ieplūšanu mikroskopā. To panāk ievēdot tā saucamo centralo diafragmu, kuŗa pastāv vidū no melnas apaļas metala plāksnītes, apņēmtas ar tādu pat plakānu gredzenu. Pēdējais saislīts ar plāksnīti ar 3 radially gulošiem spieķiem (zim. 30.). Ar šādu diafragmu ir iespējams priekšmetu apgaismot zem stipri slīpa leņķa un izsaukt, kā to vēlāk redzēsim, apgaismošanu tumšā laukumā.

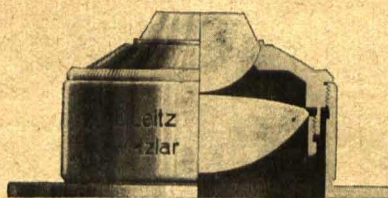


Zim. 30.

Kondensori.

Pie vājāku sistemu mikroskopa optikas ar spo- Centralā diafragma. gulī gūtā gaisma ir pietiekoši spilgta, lai dabūtu labus attēlus, kamēr pie stiprākām sistemām, pie kuŗām daudz gaismas iet zudumā, viņa izrādījās par nepietiekošu. Aiz šā iemesla gaismas sakopšanai uz priekšmetu lieto sakopotājas lēcas. No šādām lēcām sastādās moderno mikroskopu apgaismošanas ierīces — kondensori. Parastie vidēja lieluma kondensori sastāv

no 2 lēcām, kas atrodas cilindriskā ietverē. Šādu ietveri var, līdzīgi cilindra diafragmai, iebāzt zem mikroskopa galdiņa atrodošā čaulē tā, ka kondensora augšējās lēcas virsma bezmaz sakrīt ar galdiņa virsējo plāksmu. Bez tam, kondensoru var čaulē pabīdīt pēc vajadzības zemāk, caur ko objekta apgaismošana top pakāpeniski vājāka. Šādu vidēja lieluma kondensoru



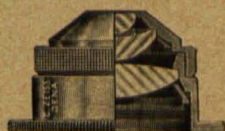
Zim. 31.
Leitz'a divlēcū kondensors.

soru skaitliskā apertūra mēdz būt 1,2. Stari, kas nāk no plakana spoģuļa, kādu parasti lieto pie kondensoriem, tiek caur kondensoru

iedami sakopoti viņa augšējā degpunktā, kurš atrodas 1,5—2 mm virs galdiņa, t. i. tanī vietā, kuņā uz priekšmeta stikliņa atrodas priekšmets.

Pats par sevi saprotams, ka pie šādas ierīces apgaismošana ir daudz spilgtāka, nekā tā, kādu dod spogulis viens pats.

Pie imersijas sistēmām lieto kondensorus, kas sastāv no 3 lēcām (sk. zīm. 32.). Šāda kondensora skaitliskā apertūra sasniedz 1,4 ja ievēd starp kondensoru un priekšmeta stikliņu cedreļļu. Kondensors ar 3 lēcām dod jo slīpu gaismas konusu (135°) un spilgtu apgaismošanu.



Zīm. 32. Zeiss'a trislēcu kondensors.

Objektīvu apertūra top tik tad pilnā mēra izmantota, ja apgaismošanai lieto kondensorus, kuņu apertūra nav mazāka par objektīvu apertūru. No otras puses, lai pilnā mēra varētu izmantot kondensoru apertūru, ir jāievēd starp kondensora augšējo lēcu un priekšmeta stikliņa apakšējo plāksmi imersijas šķidrums, t. i. ūdens vai cedreļļa. Pretējā gadījumā kondensora apertūra nepārsniedz vienu.

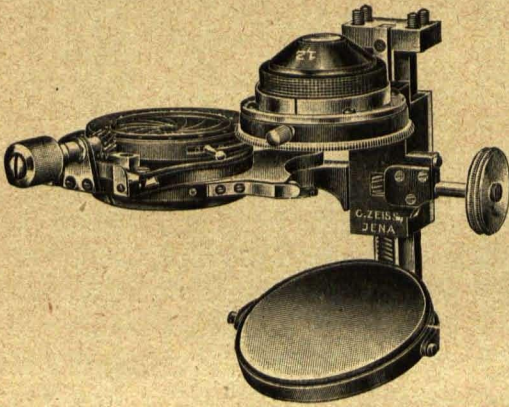
Parasti kondensora apakšējā degpunktā atrodas iris diafragma, caur ko var regulēt kondensora apertūru, kādēļ minēto diafragmu sauc par apertūras diafragmu.

Zem viņas parasti atrodas apaļš, uz sāniem izbīdams gredzens, kuņā var ielikt blāva vai arī zila stikla plāksnīti. Pēdējā aiztur sarkanos un dzeltēnos gaismas starus, kādēļ gaisma acij top patīkamāka un dienas gaismai līdzīgāka. Blāvā plāksnīte, turpretim, pamazina bez tam pārāk spilgtu apgaismošanu, jo stari tiek caur viņu izklaidēti: viņa pati itkā pārvēršas par gaismas avotu, no kuņa daļa staru iekļūst kondensora. Turklāt blāvā plāksnīte apgaismo mikroskopa redzes laukumu vienlīdzīgāki.

Ērtākai lietošanai pie vidēja lieluma statīviem kondensors ir ierīkots tā, ka viņu var ar skrūvi bīdīt uz augšu un leju, kā arī izbīdīt sānišķi ārā, kas dod iespēju strādāt arī bez kondensora. Šāda kondensora uzbūve ir sekoša: (sk. zīm. 33. un 34.) apakš galdiņa atrodas svērtēniska ass, uz kuņu uzmaukts viens gals no pabiezas, vidū šauras plāksnes (kondensora tura), kamēr viņas otrā galā atrodas apaļš caurums, kuņā iebāzts kondensors. Zem kondensora tura uz svērtēniskās ass atrodas skrūve, caur kuņas grozīšanu kondensora turis līdz ar viņā iebāsto kondensoru tiek bīdīts uz leju un uz augšu, līdz kamēr kondensors neapstājas tanī vietā, kuņā viņa augšējā lēca atrodas gandrīz vienā plāksmā ar galdiņu, vai, viņu nobīdot galīgi uz leju, kondensors neizvirzas uz sāniem ārā. Pie lielākiem kondensoriem

iris diafragma atrodas atsevišķā ietverē un ir ar zobriteņa skrūves palīdzību izbīdama uz sāniem.

Abbe's apgaismošanas aparats. Ši ierīce, kuru Abbe ir ievēdis 1872. gadā mikroskopijā, pastāv vēl līdz šim laikam no spoguļa, atsevišķas iris diafragmas (zīm. 34, D.) un kondensora (zīm. 34, C.). Visas šīs sastāvdaļas stāv sakarā ar svērtēnisku prizmatisku metala



Zīm. 33.

Abbe's apgaismošanas aparats.

stieni, ko nosauc arī par kondensora asti un kas atrodas zem mikroskopa galdiņa tuvu stabam. Uz stieņa ir uzmaukta tā veidam piemērota prizmatiska metala čaule, pie kuņas piestiprinātas divas rokas. Augšējā no viņām atrodas kondensors, apakšējā caur sāņskrūvi ekscentriski izbīdāma iris diafragma. Šī diafragma irgrozāma arī ap mikroskopa asi. Prizmatiskā čaule var tikt bīdīta ar skrūves (W) palīdzību mikroskopa ass vir-

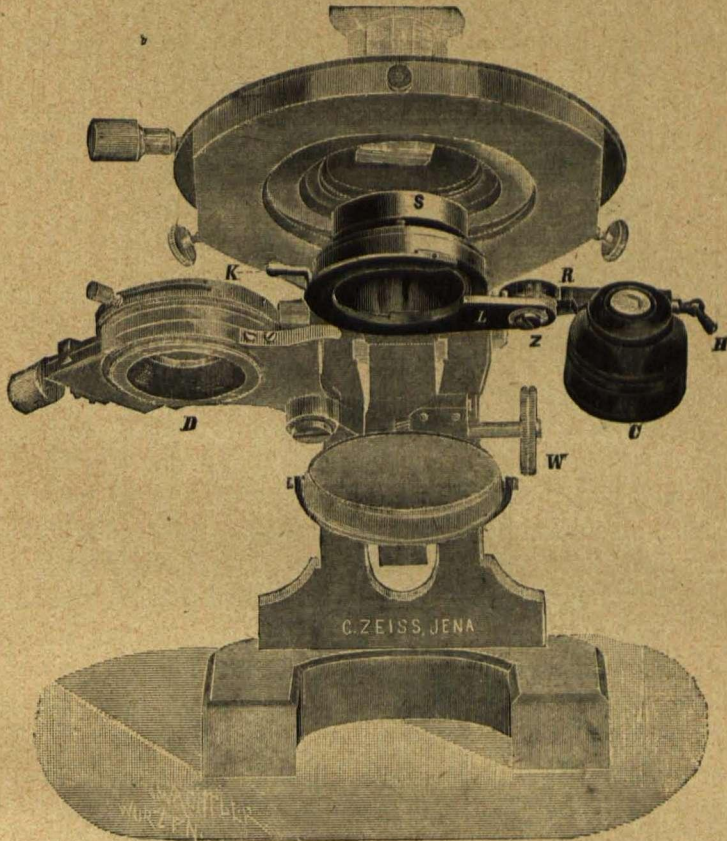
zienā uz augšu un leju, līdz ar ko virzās arī kondensors un diafragma. Bez tam diafragmas roka jeb turis stāv sakarā ar prizmatisko čauli ar locek palīdzību, kādēļ diafragma var tikt izbīdīta arī uz āru. Diafragmas cauruma lielumu var mainīt robežās, sākot no 1 mm. līdz 30 mm.

Prizmatiskā stieņa apakšējā galā atrodas piestiprināta dakšveidīga roka, kuņa ietver spoguļi. Pie dažu firmu mikroskopiem šī roka, un līdz ar to arī spoguļi, var tikt bīdīti zināmās robežās mikroskopa optiskās ass virzienā.

Kā no Abbe's apgaismošanas aparata konstrukcijas redzams, ir iespējams, izbīdot kondensoru, arī apgaismot objektu vienīgi ar spoguļi. Šajā gadījumā ar skrūves palīdzību nogriež kondensoru uz leju un izvirza iris diafragmu sāņus. Izņemot kondensoru no čaules un ievēdot diafragmu atkal atpakaļ, apgaismo priekšmetu tieši ar spoguļi.

Bez tam jaunāko sistemu aparātiem ir divas iris diafragmas: viena aperturas diafragma zem kondensora, otra, drusku izliekta, virs kondensora virslēcas. Pēdējā diafragma atrodas gandrīz vienā plāksmā

ar galdiņu, un pēc kondensora izņemšanas kalpo tiešai spoguļa apgaismošanai kā diafragma.



Zīm. 34. Abbe's apgaismošanas aparats.

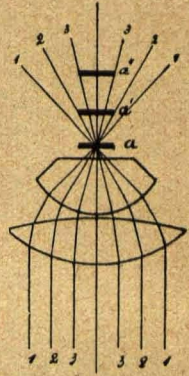
Abbe's apgaismošanas aparats ir vispilnīgākā mikroskopa apgaismošanas ierīce, kas apmierina visas šā laika prasības.

Kondensoru spējas un lietošana.

Kondensorus var uzskatīt kā stipri lielus objektīvus, kuŗi ar savu priekšējo lēcu apgriezti uz augšu. Viņu degpunktā attēlojas no spoguļa uztvērtais gaismas avots. Šis attēls ir stipri mazs, bet spilgts. Lai pilnā mērā izmantotu kondensora doto apgaismojumu, priekšmetam jāatrodas kondensora degpunktā. Kondensoru nobidot uz lēju apgaismošana top vājāka, kā to rāda zīm. 35.

No pievestā zīmējuma redzam, ka cauri kondensoram iedami malu stari (1) krustojas kondensora virsējā degpunktā zem daudz slīpāka

leņķa, nekā vidus stari 2 un 3, jeb, ar citiem vārdiem izteicot, kondensora malu staru skaitliskā apertūra ir daudz lielāka, nekā vidējo staru. Ja ar diafragmas palīdzību aizsedz malu starus, tad samazinās kondensora apertūra un savukārt samazinās gaismas daudzums kondensorā un līdz ar to top vājāks priekšmeta apgaismojums. Tāpat, ja nolaiž kondensoru uz leju, mainās arī apgaismošanas spilgtums. Zīmējumā redzāms, ka priekšmetu, kas atrodas pie a , t. i. kondensora degpunktā, apspīd piem visi septiņi stari. Nobīdot kondensoru uz leju tā ka priekšmets atrodas pie a' , viņu apspīdēs stari 2, 3 un 4, kamēr pie a'' vienīgi 3 un 4.



Zīm. 35.

Parasti gaismas pieplūdumu mēdz regulēt ar diafragmas palīdzību. No zīmējuma var arī noskārēt, ka jo lielāka ir objektīva apertūra, jo vairāk gaismas no kondensora ieklūdis viņā, ja tik paša kondensora apertūra ir pietiekoši liela. Objektīva apertūra var tikt, kā jau aizrādīts, pilnīgi izmantota tikai tānī gadījumā, ja vismaz tikpat liela ir kondensora apertūra. Lietojot vāju sistemu objektīvus ar mazu apertūru, arī kondensora apertūru var līdz zināmam mēram ar diafragmu samazināt. *Kondensora skaitliskā apertūra ir tieši proporcionāla diafragmas caurmēram.* Še jāņem arī vērā priekšmeta stikliņa biezums, jo pie nenormali bieza stikliņa kondensora degpunkts atradīsies stikliņā, bet neķers uz viņa atrodošos priekšmetu, kamēr, turpretim, pie pārāk plāna stikliņas degpunkts atradīsies virs priekšmeta. No teiktā redzams, ka mikroskopijā jāgriež vērība netik vien uz segstikliņa, bet arī uz priekšmetstikliņa biezumu.

Kondensora apertūru pilnā mērā var izmantot tikai tad, ja starp kondensoru un priekšmetstikliņu ievieto vidi, kāda atrodas starp segstikliņu un objektīvu, t. i. pie ūdens imersijas ūdeni, pie homogēnas eļļas imersijas cedreļļu. Še jāatzīmē, ka, ja preparats guļ ūdenī, tad starp kondensoru un priekšmetstikliņu var ievietot ūdeni, tā kā eļļa šajā gadījumā nepacels kondensora spēju vairāk, nekā ūdens. Turpretim, ja starp kondensoru un priekšmetstikliņu atrodas gaiss, tad kondensora apertūra nevar pārsniegt 1, jo stari, kas krīt slīpāk par 41° , neiziet no stikla, bet tiek pilnīgi atspoguļoti.

Imersijas iespaidu uz kondensora apertūru var novērot sekošā mēģinājumā: uz kondensora augšējās lēcas uzliek gabaliņu blāva stikla, vai pienstikla, pie kam stikla blāvi slīpetai virsmai jābūt pie-

grieztai kondensora lēcai. Kondensoru tura pret spilgtu gaismas avotu tā, ka viņa augšējais degpunkts ir gaismai piegriezts un no apakšējā degpunkta puses skatās viņā iekšā, pie kam redz gaišu apaļu plankumu, apņemtu no tumša gredzena. Ievedot starp kondensoru un blāvo stikla gabaliņu cedreļļu, tumšā apkaime izzūd.

Par cik vajadzīgs gaismas pieplūdumu kondensorā ar diafragmu regulēt, tas atkarājas no priekšmeta dabas, no gaismas spilgtuma, no objektiva un no kondensora aperturas. Vispirms diafragmu regulē tā, lai kondensora apertura būtu līdzīga attiecīgā objektiva aperturai. Pie priekšmetiem, kuņu strukturas top redzamas gaismas staru nevienādas laušanas, caurlaišanas vai atspoguļošanas dēļ, lietojot stiprus objektīvus, iris diafragmu vēlams atvērt līdz 8—10 mm., kamēr pie vājākiem objektīviem un caurspīdīgiem preparātiem, diafragmu vairāk sašaurinot, top saredzamāki smalkie strukturu elementi. Turpretim, pie krāsotiem priekšmetiem, kuņu strukturas redzamas pateicoties nevienādei gaismas absorbcijai, jālieto plaša atvara diafragma.

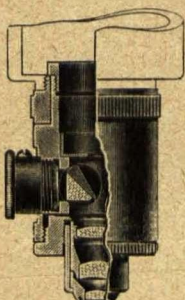
Beidzot jāatzīmē, ka ar Abbe's kondensora diafragmas ekscentrisku izbīdīšanu ir sasniedzama slīpa apgaismošana, pie kam, kā jau aizrādīts, objektiva skaitliskā apertura var dubultoties un ar to arī viņa izšķiršanas spējas.

Necaurspīdīgu priekšmetu apskatīšana mikroskopā.

Parasti mikroskopā apskata caurspīdīgus priekšmetus. Tomēr atsevišķos gadījumos piem., metallografijā, jāapskata necaurspīdīgi, tā sauktie opakie priekšmeti. Tādā gadījumā viņi jāapgaismo no augšas. Pie vājas palielināšanas šim nolūkam pietiek ar kritošu dienas vai lampas gaismu, vai gaismu, ko sakopo uz priekšmetu ar lēcas palīdzību. Pie palielinājumiem, kas pārsniedz 200 reizas, objektīvu brīvais objekta attālums ir jo niecīgs, kas traucē minētā veida gaismas pieplūšanu. Šādos gadījumos lieto tā saucamos vertikālos iluminatorus, kuņus priekšmeti apgaismoti tieši svērtēniski no augšas. Parasti izšķir vertikālos iluminatorus ar prizmu un tādus ar stikla plāksni. Pie pirmajiem redzes laukums tiek sadalīts divās daļās: caur vienu krit apgaismojošie stari uz priekšmetu, caur otru nāk stari no priekšmeta. Pie otriem viss redzes laukums tiek izmantots ir apgaismošanai, ir novērošanai.

Pirmā iluminatora konstrukciju rāda zīm. 36. Tas sastāv no cilindriskas metala ietveres ar objektīvu. Sādu ietveri ieskrūvē kā parastu objektīvu mikroskopa tubusā.

Illuminatora vienā pusē atrodas neliels caurums, aiz kuŗa ietverē ir novietota taisnleņķa prizma. Stari, kas krīt caur caurumu uz prizmas katetu, tiek no hipotenuzes zem taisna leņķa pilnīgi lauzti un krīt caur vienu objektīva pusi uz priekšmetu, kamēr caur otru stari nāk no priekšmeta un dod attēlu. Saprotais, ka, izmantojot tik vienu objektīva pusi, daļa gaismas iet zušanā.



Zīm. 36. Zeiss'a vertikālais iluminators.

Illuminatoros, kuŗos prizmas vietā ir zem 45° novietota stikla plāksne, daļa uz to no gaismas avota krītošo staru tiek atspoguļota uz priekšmeta, kamēr no priekšmeta nākošie stari iet tieši caur plāksni. Gaismas pieplūdumu regulē ar irisa diafragmas palīdzību.

Pie novērošanas ar vertikāliem iluminatoriem preparātu neapsedz ar segstikliņu, tādēļ ka tad rastos nevēlami staru atspoguļojumi.

Staru norobežošana un to gaita mikroskopā.

Lai varētu vieglāki orientēties parādībās, kādas norit mikroskopa optiskā daļā, izšķir priekšmeta telpas un attēla telpas. Tāpat arī degpunktus iedala degpunktos, atrodošos objekta pusē (piem. objektīva priekšējais degpunkts) un degpunktos, kas atrodas attēla pusē (objektīva pakalējais degpunkts).

Stari, kas nāk no priekšmeta un iet caur mikroskopu, tiek norobežoti caur apaļām, centriski novietotām diafragmām. Viena no tādām ir objektīva diafragma, kuŗa atrodas starp objektīva lēcu sistēmām kā apaļš, melns, plakans metala gredzens. Šī diafragma norobežo staru kūļus, kas nāk no apgaismotā priekšmeta un ieiet objektīvā un tādā kārtā atstāj iespaidu uz objektīva aperturu. Šo diafragmu tādēļ nosauc par **apertūras diafragmu**.

Stari, kas iet caur objektīvu un tiek no tā diafragmas norobežoti, ienākdami okularā, tiek no pēdējā lauzti (sk. zīm. 25.) un iziet no mikroskopa vienā vietā norobežoti. Šo vietu, kuŗa redzama pie asi uzstādīta un apgaismota mikroskopa ja virs okulāra acu lēcas novieto attiecīgā attālumā baltu, eļļotu papīra gabaliņu vai blāvu stiklu, kā apaļš, asi norobežots gaismas plankumiņš, sauc par mikroskopa

„izejas zīlīti“. Lai acs varētu uztvert visus no mikroskopa nākošos starus, viņas zīlītei jāatrodas tanī vietā, kur atrodas mikroskopa izejas zīlīte, jo visi stari, kas iet caur mikroskopu, iziet no tā pa izejas zīlīti. Še jāņem arī vērā, kā, ja izejas zīlīte ir lielāka, kā acs zīlīte, tad tādā gadījumā pēdējā nevar uzņemt visus no mikroskopa izejošos starus. *Jo stiprāki palielina okulars, jo mazāka ir izejas zīlīte.*

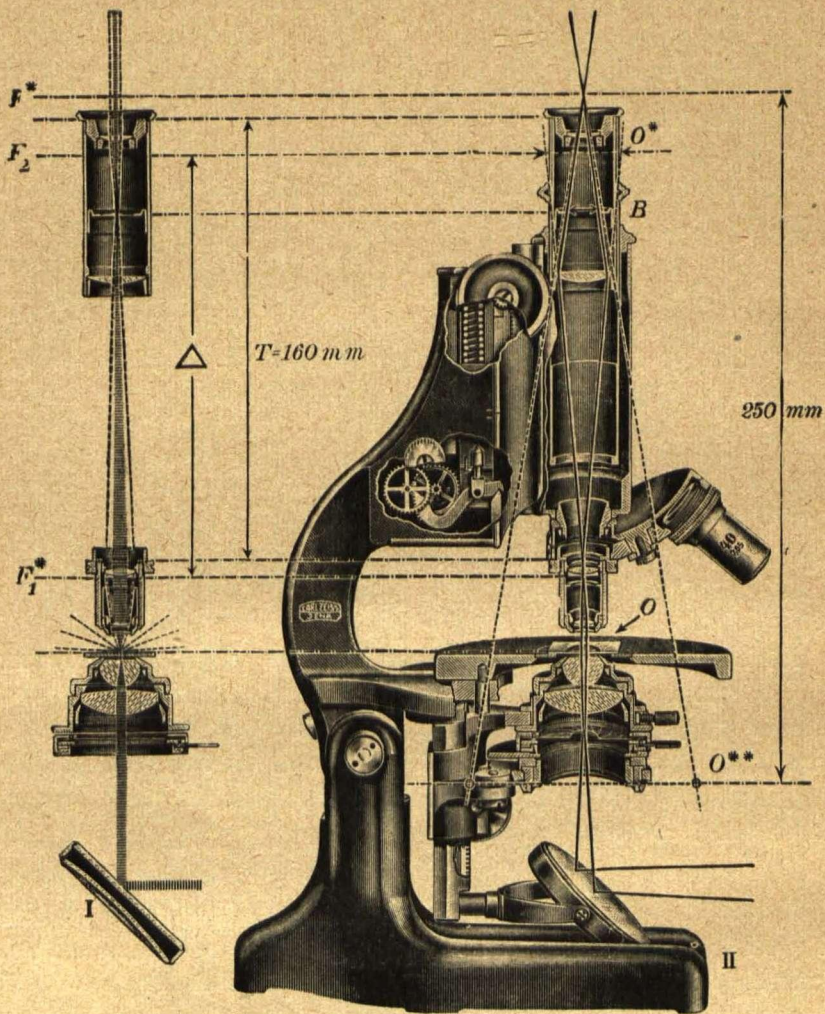
Apājo, gaiši apgaismoto laukumu, kuņā redz priekšmeta attēlu, sauc par „**mikroskopa redzes laukumu**“. Viņu noteic okulara diafragma, kādēļ šo diafragmu sauc par **redzes laukuma diafragmu**. Šā laukuma caurmēru var izmērot ar uz priekšmeta galdiņa novietota mikrometra palīdzību.

Kā no teiktā redzams, staru kūļus, kuri iekļūst no priekšmeta mikroskopā, tos tur vispirms norobežo objektiva diafragma, tad vēl okulara diafragma un, beidzot, izejas zīlīte.

Kā jau zināms, mikroskopa uzbūvē ietilpst apgaismošanas aparats ar kondensoru, objektīvs un okulars. No kaut kāda gaismas avota ar spoguļa palīdzību uztvertie stari tiek vispirms no iris diafragmas norobežoti un no kondensora zem vairāk vai mazāk slīpa leņķa sakopoti tajā vietā, kuņā atrodas priekšmets, caur ko pēdējais tiek pietiekoši stipri apgaismots.

No sikām daļiņām, skaldnēm vai švītriņām izveidotas priekšmeta strukturas absorbē, lauž vai liec daļu no kondensora nākošiem stariem, ieplūst objektīvā un dod okulara diafragmas plāksmā ačgārnu, istenu, palielinātu **starpattēlu**. Okulara acu lēcas uzdevums ir mineto attēlu pārvērst stipri palielinātā šķietattēlā, tā sauktā **galīgā attēlā**, kas acij rādās esam 250 mm. attālumā, t. i. skaidras redzes attālumā.

Zīmējumā 37. redz staru gaitu mikroskopā, pie kam pa kreisi (I) redzama gaita no kāda priekšmeta punkta, pie kam šis punkts atrodas redzes laukuma vidū, kamēr zīm. II. redz staru gaitu, kas nāk no redzes laukuma malām. Pēdējā gadījumā ir uztverti tie stari, kas iris diafragmas vidū krustojas un atstāj kondensoru kā paraleli kūļi, jo iris diafragma atrodas kondensora degpunktā.



Zīm. 37. Staru gaita mikroskopā (Zeiss'a šema).

Paskaidrojums pie zīmējuma :

- F^*_1 Objektīva pakaļēj. degpunkts.
- F^*_2 Okulāra priekšēj. degpunkts.
- F^* Visa mikroskopa pakaļēj. degpunkts.
- \triangle Optiskais tubusa gaņums.
- T Mechaniskais tubusa gaņums.
- O Priekšmets.
- O^* Plāksma, kurā atrastos objektīva attēls, ja nebūtu okulārs.
- O^{**} Mikroskopa attēla projekcija skaidras redzes attālumā.
- B Okulāra diafragma un starpattēla novietošanās vieta.

Gaismas avoti.

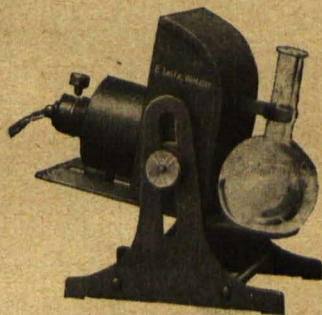
Mikroskopiskos darbos lieto, kā zināms, dabīgo dienas gaismu, vai arī mākslīgas gaismas avotus. Bez tam vēl izšķir lielus un mazus gaismas avotus un piegriež vērību arī gaismas krāsai. Pie lieliem gaismas avotiem pieder saule, kas pie tam ir arī visstiprākais gaismas avots, kā arī gāzes kvēlgaisma, kamēr pie maziem bet stipri spilgtiem pieder piem. Liliput-lampa. Še jāatzīmē, ka par maziem gaismas avotiem nosauc tādus, kuŗu lietojamā plāksma nepārsniedz vienu kvadrātmilimetri. Parasti pie mikroskopešanas caurejošā gaismā izvairas no tiešiem saules stariem. Vislabāko dabīgo apgaismojumu dod stari, kas uztverti no kāda apgaismota mākoņa, vai arī no kāda logam pretim stāvoša gaiši krāsota nama.

No mākslīgiem gaismas avotiem lieto petrolejas lampas, gāzes kvēlgaismas lampas, kā arī parastas elektriskās lampas gaismu. Lai šādu gaismu sakoptu, ievēd starp gaismas avotu un mikroskopa spoguļi kurpnieka stikla lodi, vai arī apaļu kolbu, pildītu ar ūdeni, sērskābā vaŗa vai vaŗa oksīda amonjaka šķīdumiem. Šādi šķīdumi dod baltāku, acij patīkamāku gaismu. Ir vēlams, kā stikla lodes, kolbas vai elektriskās lampas puse, kas piegriezta spoguļim, būtu blāva, caur ko dabū vienlaidīgāku, difuzu, gaismu. Lodes vai kolbas vietā var lietot arī kopojošas lēcas.

Pie tādas ierices gaismas avotiem pieder tā saucamā „Stella lampa“ (zīm. 38.).

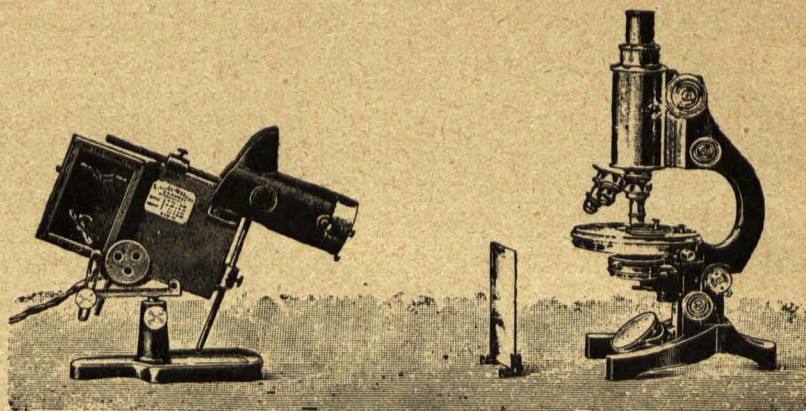
Gadījumos, kad ir vajadzīga ļoti stipra īpatnējas intensivitātes apgaismošana, kā piem. pie darbiem ar ultramikroskopu, lieto elektrisku loka gaismu. Pie šādas gaismas avotiem pieder piem. tā saucamā Liliput-lampa (zīm. 39.).

Tā kā tādi avoti izstaro daudz siltuma, tad viņa novēršanai starp lampu un spoguļi novieto paralelām sienām trauku ar ūdeni. Minētās lampas dod nepārtuktu spektru, kamēr lampas ar kvēlošiem tvaikiem, piem. dzīvsudraba tvaika lampas dod *liniju* spektru. Šādu dzīvsudraba tvaika lampu zem nosaukuma „Hageh“ - mikroskopijas lampa (Hg) pārdod firma Zeiss-Jenā. Šī lampa dod monohromatisku gaismu 579, 546 vai 436 $\mu\mu$ viļņu gaŗuma un kalpo smalkiem



Zīm. 38. Stella lampa.

mikroskopiskiem izmeklējumiem. Dzīvsudraba lampas gaisma ir stipri spilgta un nenogurdina aci.



Zīm. 39.

Daudzos gadījumos labus panākumus dod mikroskopijā noteikta viļņu gaņuma gaisma, tas ir *monochromatiskā gaisma*. Šādu gaismu, ka aizrādīts, dod dzīvsudraba tvaika lampas. Viņu dabū ar ieliekot zem kondensora attiecīgas krāsas apaļus stiklus. Šādi krāsu filtri dod iespēju kombinēt dažādas krāsas, piem. dzeltenu ar zaļu, pie kam rezultātā dabū iedzelteni zaļu krāsu, kas dod sevišķi labus attēlus ar achromatiem.

Pie lampām ar stikla lodēm vai kolbām, pēdējās var pildīt ar dažādu krāsu šķīdumiem un tādā ceļā dabūt krāsu filtru¹⁾.

Sevišķi liela nozīme krāsu filtriem ir mikrofotografijā.

Beidzot, caur monochromatiskās gaismas palīdzību var pacelt arī mikroskopa objektīva izšķiršanas spēju: jo mazāks viļņu gaņums, jo izšķiršanas spēja ir lielāka, ka to rāda jau agrāk (25. lpp.) pievestā formula $d = \frac{\lambda}{A}$. Arī chromatiskā aberācija pazūd lietojot attiecīgus gaismas filtrus.

Mikroskopa labuma novērtēšana.

Mikroskops ir samērā dārgs instruments, kādēļ viņu pērkot jāgriež sevišķa vērība uz tā optikas un mehanisma labumu. Iegādājoties jaunu mikroskopu, šis uzdevums zināmā mērā top atvieglots, ja

¹⁾ Zeiss ieteic zilam filtram lietot šķīdumu no 5,0 sērskābā vaģa, 30 kub. s. amonjaka un 270 kub. s. ūdens; iedzeltēni zaļam: sērskābā vaģa 10,0, pikrinskābes 0,6 un 300 kub. s. ūdens; sarkanam vāji paskābinātu karmīna šķīdumu.

mikroskopu pērk no pazīstamām firmām. Pie šādām firmām pieder piem.: Zeiss's — Jenā, Leitz's — Veclarā, Reichert's — Vinē, Winkel's — Gettingenā u. c. Grūtāks uzdevums ir novērtēt lietota mikroskopa labumu.

Mechanisko daļu pārbaudīšana. Vispirms vērība griežama uz makro- un mikrometra skrūvju darbību. Abām šīm skrūvēm jādarbojās viegli un vienmērīgi, bez sevišķiem traucējumiem. Tubusam jāpaliek tānī vietā, kur viņš nostādīts. Pie mikroskopiem ar izdilušu makrometra skrūves mehānismu, tubuss bieži slid pats no sevis uz leju. Tāds mikroskops, saprotams, nav lietojams.

No liela svāra ir pārlicināties, vai visas statīva attiecīgās daļas ir pareizi centrētas, t. i. vai viņas ir tā nostādītas, ka sakrīt ar mikroskopa optisko asi arī tad, ja šīs daļas ar mikro- vai makrometra skrūvju palīdzību bīda.

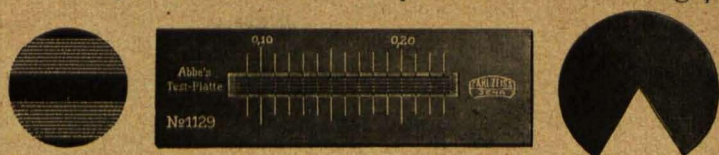
Lai pārlicinātos par centrēšanas pareizību, ņem okularu ar paveidienu krustu, t. i. okularu, uz kuņa diafragmas atrodas stikliņš ar driksnātām un zem taisna leņķa krustotām, smalkām švitrām, pie kam abu švītru krustojuma punktam jāsakrīt ar mikroskopa redzes laukuma vidu. Ieliekot mikroskopa tubusā vājāko okularu, ievieto zem galdiņa šaurāko diafragmu. Mikroskopa optiku virzot tā, lai redzes laukuma malas būtu asi redzamas, krusta vidus punktam jāsakrīt ar redzes laukuma vidu.

Tājāk ar mikroskopu apskata kaut kādu preparātu, kas sastāv no maziem graudiņiem, piem. ziedu putekšņiem, pie kam preparātu tikmēr bīda, kamēr kāds no graudiņiem atrodas redzes laukuma vidū un sakrīt ar okulāra krusta centru. Grozot mikrometra skrūvi uz priekšu un atpakaļ, graudiņš drīkst rādīties tik drusku no centra izvirzīts. Turpretī, pie sliktiem statīviem graudiņš liekas kustāmieš līmeniskā virzienā, vai pat galīgi pazūd aiz redzes laukuma malām.

Patīkami, ja objektīvu revolvers ir labi uzstādīts jeb justets. Par šo viņa īpašību pārlicinās šādi: ņem vidēju okularu, uzstāda normalu tubusa gaļumu un stiprāko objektīvu asi nostāda uz kādu redzes laukuma vidū atrodošos priekšmetu, piem. ziedputeksnīti. Pārmainot ar revolvera palīdzību stipro objektīvu ar vājāku, arī pēdējam vajaga rādīt asu attēlu bez mikrometra skrūves piepalīdzības.

Optisko daļu pārbaudīšana. Ar lupes palīdzību pārbauda vai ārējās objektīva, kā arī okulāra lēcas nav saskrāmbātas. Pie objektīviem galveno vērību piegriež viņu norobežošanas un izšķīršanas spējai.

Norobežošanas spēju, kuŗa atkarājas no sferiskās un chromatiskās aberācijas novēršanas pakāpes, noteic ar tā saucamo Abbe's pārbaudīšanas plāksni, t. i. ar apsudrabotu šauru un gaŗu plāna



Zīm. 40. Abbe's pārbaudīšanas plāksne.

ķīļa veida segstikliņu, kuŗa sudrabojumā iegrieztas paralelu švītru grupas (sk. zīm. 40.). Švītru attālums ir tik liels, ka tās var vienu no otras atšķirt pie visvājākiem palielinājumiem. Šāds segstikliņš uzlimēts ar švītrām apakšā uz priekšmeta stikliņa. Ķīļveida segstikliņa atsevišķu vietu biezumu norāda skala, kas uzzīmēta uz priekšmeta stikliņa. Šāda veida ierīce dod iespēju pārlicināties, kādam segstikliņa biezumam koriģēts objektivs. Apskatot švītras ar mikroskopiem, kuŗu objektivi nav pietiekoši koriģēti, švītru malu konturas ir miglainas, neasas. Sikāku lietošanas aprakstu dot atsevišķu optisko firmu izdevumi.

Ar minēto plāksni pārbauda arī, cik labi ir novērsta chromatiskā aberācija, pie kam plāksni apskata slīpā apgaismojumā tā, kā gaisma krīt svērtēniski švītru virzienam. Pie achromatiem drīkst būt gar švītru malām redzes laukuma vidū vieglas otrējā spektra apkaimes: sudrabotu strēmeļu vienā pusē redz viegli bāli zaļu un otrā roza apkaimu. Pie apochromatiem arī otrējā spektra krāsas gandrīz kā nav novērojamas. Minēto aberāciju pārbaudīšanai lieto stiprus okularus un spilgtu apgaismojumu.

Objektīvu izšķiršanas spēju noteic vai nu lietojot attiecīgus dabas priekšmetus, vai tā saucamo N o b e r t'a reţģi.

No pirmajiem atzīmēsīm diatomejas *Pleurosigma* (krama alģes) krama skeletu, uz kuŗa redzāmas ļoti sīkas švītras, kuŗu atstātums (d) ir ap $0,5 \mu$. Pie diatomejas *Amphipleura* šis atstātums ir pat $0,25 \mu$.

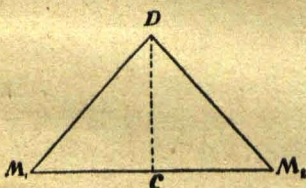
Apskatot mikroskopā ar labu izšķiršanas spēju *Pleurosigma* centralā gaismā pie palielināšanas 200 reiz, redz tik minētās diatomejas konturas un vidus švītru, kamēr pie slīpas apgaismošanas mana arī vieglas krusteniskas švītras. Pie palielināšanas 350 reizes ir redzāmas rūtis, kamēr pie vēl stiprākas palielināšanas — sešstūri.

Bez minētiem dabiskiem objektiem izšķiršanas spējas noteikšanai lieto, kā jau atzīmēts, N o b e r t'a plāksni vai reţģi. Ši plāksne pastāv

no 10—19 švītru grupām, kas iedriksnātas stikla plāksnē. Ar katru grupu švītru atstātums (d) samazinās, līdz kamēr 19. grupā $d = 0,22 \mu$. Jo labāka izšķiršanas spēja, jo labāk varēs izšķirt vienu no otras augstāku grupu švītras.

Objektīvu izšķiršanas spēja stāv, kā zināms, tiešā atkarībā no skaitliskās aperturas. Tādēļ no svara ir noteikt arī objektīva aperturu. Uz dažu firmu, piem. Zeiss'a, objektīviem ir atzīmēta viņu apertura. Tāpat apertura parasti ir atzīmētā firmu katalogos. Tomēr var nākt priekšā gadījumi, kad ir vēlams noteikt vai pārbaudīt skaitlisko aperturu. To izdara dažādi.

Ļoti vienkārši, bez sevišķiem palīga aparātiem, skaitlisko aperturu var noteikt pēc A m i c i sekoši: uz galda, kur atrodas mikroskops, novieto zila papīra lapu, uz kuņas uzvelk ar tinti taisni. Nobīdot pie malas mikroskopa apgaismošanas ierīci — kondensoru un spoguļi — mikroskopu novieto tā, ka vilktā taisne guļ mikroskopa galdiņa cauruma vidū virzienā no kreisās uz labo pusi. Objektīvu, kuņa aperturu grib noteikt, ieskrūvē tubusā, kamēr uz mikroskopa galdiņa novieto segstikliņu, uz kuņa ar tušu uzvilktš krusts. Ieliekot okularu mikroskopu uzstāda asi uz uzzīmēto krustu, pēc kam, nekustinot mikro- un makrometra skrūves, okularu noņem un uz švītras, kas uzvilka uz zilā papīra, uzliek šauru balta papīra strēmeli. Skatoties tubusā caur objektīvu bez okulāra, pie piemērotas apgaismošanas papīra strēmeli redz pamazinātā veidā. Pēdējo bīda uz āru līdz kamēr viņa gandrīz sāk aiz mikroskopa redzes laukuma pazust, un atzīmē to vietu uz taisnes ar zīmuli. Pēc tam balto papīra strēmeli pārvieto



Zīm. 41.

uz otru redzes laukuma pusi, līdz kamēr viņa sasniedz laukuma robežu šinī pusē un arī to vietu atzīmē ar zīmuli. Tādā ceļā dabū atzīmes M_1 un M_2 ; punktu C dabū nolaižot no priekšmeta galdiņa cauruma (skat. zīm. 41.) vidus (D) diega pavedienu ar galā piekārtu skroti kā svaru. Gaļumu CD var tieši izmērot. Zinot M_1C , CM_2 un CD gaļumu, uz papīra var uzzīmēt arī leņķi M_1DM_2 , kuŗš ir mērojamā objektīva atvara leņķis. Šo leņķi var ar leņķu mēra palīdzību izmērot un pēc viņa aprēķināt skaitlisko aperturu.

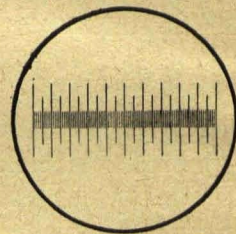
Vēl vienkāršāki skaitlisko aperturu noteic ar apertometriem. Pie šādiem instrumentiem optiskās firmas pieliek arī sīku aprakstu viņu lietošanai, kādēļ to te neaprakstīsim. Viens no tādiem apertometriem piem., ir A b b e's a p e r t o m e t r s.

Mikroskopiskās mērišanas metodes.

Gaļuma mērišana.

Ar mikroskopa palīdzību var mērit priekšmeta gaļumu un biežumu. Priekšmeta gaļumu var izmērot vai nu tieši, vai mērojot viņa starpattēlu. Parasti mēro pēdējo. Mērišanu izdara ar stikla mikrometriem: objekta un okulāra mikrometriem.

Objekta mikrometrs sastāv no plānas stikla plāksnītes, kuļā iegriezti sīki dalījumi (zīm. 42.). Parasti viens milimetrs sadalīts 100 daļās, tā kā katra iedaļņa līdzinās $\frac{1}{100}$ mm. jeb 10 mikroniem (10μ). Ši plāksnīte ir uzlīmēta uz priekšmeta stikliņa. Ar šādu mikrometru, uzliekot to uz mikroskopa galdiņa un novietojot uz viņa mērojamo priekšmetu, varētu tieši izdarīt mērišanu. Tomēr praktiski tas grūti izdarāms, jo, pirmkārt, ne arvienu var mikroskopisku priekšmetu tā uz mikrometra uzlikt, kā viņš atrodas vēlamā virzienā; otrkārt, priekšmetu noņemot, mikrometru bieži nākas rūpīgi tīrīt, no ka tas var stipri ciest, un, treškārt, starp stikliņiem ieslēgtus preparatus šādā celā nemaz nav iespējams mērot. Aiz minētiem iemesliem mērišanu izdara ar okulāra mikrometra palīdzību.



Zīm. 42. Objekta mikrometrs.

Okulāra mikrometrs. Šis mikrometrs pastāv no apaļas stikla plāksnītes, uz kuļas atrodas dalījumi. Parasti okulāra mikrometros pieci milimetri sadalīti simts daļās, tā kā katra iedaļņa ir $\frac{1}{20}$ mm. Šādu mikrometru, noskrūvejojot acu lēcu, ieliek okulārā uz diafragmas tā, ka viņa iedaļņas guļ uz apakšu Normala acs, skatoties mikroskopā, redz minētās iedaļņas asi, kamēr nenormalai — pie tāl- vai tuvredzīgiem — viņi var būt izplūduši, miglaini. Pēdējā gadījumā redzi izlabo ar brilli, vai okulāra acu lēcu pabīda caur skruvēšanu uz augšu, vai leju. Vislabāk mērišanas mērķiem lieto tādēļ okulārus ar bīdāmu acu lēcu.

Mērišanai lieto arī īpašus mikrometra okulārus, kuļos mikrometrs ir piestiprināts uz okulāra diafragmas.

Lai varētu ar okulāra mikrometra palīdzību mērit, tad vispirms jāizzin, cik mikronu ir viena okulāra mikrometra iedaļa pie zināma tubusa gaļuma, zināma okulāra un objektīva. *Skaitli, kas norāda, cik mikronu ir viena okulāra mikrometra iedaļa, sauc par mikrometra vērtību.*

Pēdējo izziņ sekošā kārtā: mikroskopā ieliek okularu ar mikrometru, kamēr uz priekšmeta galdiņa novieto objekta mikrometru. Mikrometrus nostāda tā, ka viņi abi stāv viens otram blakus, un iedaļu ass vērsta vienā virzienā, t. i. viena otrai līdztekus. Pēc tam, kad ar mikroskopa mikrometra skrūves palīdzību objekta mikrometrs asi ievirzīts fokusā, nolasa, cik objekta mikrometra iedaļu ietilpst zināmā okulāra mikrometra iedaļu skaitā. Lai dabūtu pēc iespējas pareizus rezultātus, abu mikrometru iedaļas salīdzina vēl vismaz divas reizes, pie kam, kā pirmo reiz, tā arī tālāk, salīdzina tās mikrometru iedaļas, kuŗas atrodas redzes laukuma vidū, jo šē viņas visasāk saredzāmas un mēs uz viņām skatāmies tieši no virsus. No izdarītiem trim salīdzinājumiem izved aritmetisko vidējo, ko tad pieņem par pareizo.

Pieņemsim, ka pie Zeiss'a firmas mikroskopa okulāra II, objektīva 10 un tubusa gaŗuma 160 mm. 20 okulāra mikrometra iedaļas ir vienādas ar 15 objekta mikrometra iedaļām. Mēs zinām, kā 15 objekta mikrometra iedaļas savukārt ir $\frac{15}{100}$ mm. jeb $\frac{150}{1000}$ mm., t. i. 150 mikroni ($1 \mu = \frac{1}{1000}$ mm.) Tā tad, 1 okulāra mikrometra iedaļa būs $\frac{150}{20}$ mikrona t. i. 7,5 μ . Saprotais, ka lietojot cita numura objektīvu vai okulāru, jeb mainot tubusa gaŗumu, mainīsies arī mikrometru attiecības. Tādēļ, sastādot mikrometra vērtības tabulu, katrā atsevišķā gadījumā jāatzīmē, ar kādu okulāru, objektīvu un tubusa gaŗumu mikrometra vērtība noteikta.

Zinot okulāra mikrometra vērtību, objektus var mērit tieši ar okulāra mikrometra palīdzību. Ievirzot optiku asi uz priekšmetu un skatoties mikroskopā, uz priekšmeta redz okulāra mikrometra iedaļas, kuŗas nolasa.

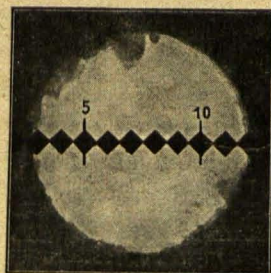
Reizinot šo iedaļu skaitu, kādu ieņem priekšmeta gaŗums vai tā platums, ar mikrometra vērtību, dabū priekšmeta lielumu mikronos. Pats par sevi saprotams, ka šē jāņem vērā, kā jau aizrādīts, objektīva un okulāra numurs, kā arī tubusa gaŗums, t. i. apstākļi, pie kādiem okulāra mikrometra vērtība noteikta.

Lai dabūtu pēc iespējas pareizus mērišanas iznākumus, jāievēro sekošie aizrādījumi. Pirms mikrometra iedaļu nolasišanas acs jāgroza šurp un turp svērtēniski švītru virzienam. Pie šādas grozišanas okulāra mikrometra švītras un priekšmeta konturas nedrīkst manāmi vienas pret otrām pavirzīties. Šis aizrādījums jāievēro sevišķi pie vājiem palielinājumiem.

Pie stipras palielināšanas mikrometra švītras izrādās kā platas strēmeles, kādēļ pie mērišanas par robežu ņem viņu vidu, vai arī vienas un tās pašas puses malas.

Ar okulāra mikrometra palīdzību ir iespējams izmērīt arī *segstikliņa biezumu*. Mērišanu izdara šādā ceļā: stikliņu piestiprina ar potvasku stāteniski pie priekšmetstikliņa un brīvās augšējās malas biezumu izmēro parastā kārtā ar okulāra mikrometru.

Kontrasta mikrometri. Gadījumos, kad priekšmeta struktūras ir stipri švīrotas vai tumši laukumainas, smalkās mikrometra švītras ir grūti uz priekšmeta saskatamas. Bez tam sādas smalkas mikrometra švītras pie vairākkārtīgām mērišanām stipri nogurdina aci. Aiz minētā iemesla šādos gadījumos lieto kontrasta mikrometrus. Viens no tādiem — Gebhardt'a mikrometrs — sastāv no veselas rindas mazu, viena lieluma, melnu vai sarkanu kvadrātiņu, kas pieskaras viens pie otra ar saviem stūriem (skat. zīmēj. 43.). Šo kvadrātiņu brīvie stūri un viņu diagonāles sastāda mikrometra dalījumus.



Zīm. 43. Kontrasta mikrometrs.

Biezuma mērišana.

Mikroskopisko priekšmetu vai arī segstikliņa biezumu var izmērīt ar mikrometra skrūves palīdzību, ja uz skrūves galvas ir atzīmēti attiecīgi dalījumi. Tādu mikrometra skrūvi nosauc par „focimetri”. Ar tā palīdzību var arī izmērīt tubusa virzījumus par $\frac{1}{100}$ vai $\frac{1}{1000}$ mm. Tā piem., ja mikrometra skrūves pagriešana vienas aploces apmērā

virza tubusu pa 0,20 mm., un uz mikrometra skrūves galvas iegriestā skala sadalīta simtās daļās, tad pie katra pagrieziņa ik pa vienu iedalījumu tubuss virzas par 0,0020 mm.

Pašu priekšmeta biezuma mērišanu izdara šādi: uzstāda mikroskopu asi uz mēramā priekšmeta virsējo plāksmu un atzīmē mikrometra skrūves stāvokli. Tad, griežot mikrometra skrūvi, līdz kamēr skaidri saredz priekšmeta apakšējo plāksmu, atkal atzīmē mikrometra skrūves stāvokli. Lai izzinātu priekšmeta biezumu, atzīmētā mikrometra skrūves iedaļu starpība jāreizina ar iedaļu vērtību. Tā, piem.: priekšmeta augšējā plāksma ir skaidri saredzāma pie mikrometra skrūves iedaļas 5, kamēr apakšējā pie 30. Šinī gadījumā pareizinot 25 ar 0,01 (katra mikrometra skrūves iedaļas vērtība) dabū priekšmeta biezumu, ko izteic mikronos.

Dabūtie rezultāti ir tik tad pareizi, ja vide, kuņā priekšmets ieslēgts, ir gaiss. Turpretim, ja priekšmets atrodas vidē, kuņas laušanas koeficients (n) ir lielāks vai mazāks par gaisa laušanas ($n = 1$) koeficientu, tad dabūtais rezultāts nebūs pareizs: viņš būs jāizlabo. Tādu nekoriģētu biezumu šinī gadījumā nosauc par šķīeta m o biezumu.

Lai dabūtu īsto biezumu, šķietamais biezums jāpareizina ar $\frac{n}{n'}$, pie kam n ir tās vides laušanas koeficients, kuŗa ieslēdz priekšmetu, kamēr n' ir vides laušanas koeficients, kuŗā atrodas objektīva frontlēca. Tā, piem., ja priekšmets starp priekšmetstikliņu un segstikliņu ieguldīts ūdenī un viņa šķietamais biezums ir piem. 15 mikronu, tad, lai dabūtu viņa īsto vērtību, 15 jāpareizina ar 1,33 (ūdens laušanas koeficients) un jādala ar 1 (gaisa laušanas koeficients: $n = 1$), jo pie sausām zistemām objekta frontlēca guļ gaisa vidē. Ja priekšmets ieguldīts tīrā glicerīnā, tad šķietamais biezums jāpareizina ar 1,456, glicerīna maisījumā ar ūdeni $(1 + 1) = 1,397$, Kanadas balzamā 1,535, Cedreljā 1,51.

Koriģēšanas nepieciešamību pierāda sekošs piemērs. Kaut kādu priekšmetu, piem., diatomeju, uzliek uz priekšmetstikliņa un uzstāda mikroskopu tā, ka dabū priekšmeta asu attēlu. Ja nu priekšmetu apsedz ar priekšmetstikliņu, t. i. ievēd starp viņu un objektīvu bez gaisa par pēdējo optiski blīvāku vidi, tad priekšmets mums vairs nerādās ass. Lai dabūtu asu attēlu, optika jāpaceļ uz augšu. Tā tad, ievēdot stiklu, priekšmets rādās caur to itkā pacelts; jo vides laušanas koeficients lielāks, jo priekšmets rādās augstāk celts.

To pašu mēs novērojam dabā. Katram ir zināms, ka akmens, kas atrodas ūdenī, izliekas pacelts, vai atkal nūjas gals, kas atrodas ūdenī, izrādās uz augšu liekts attiecībā pret viņa augšdaļu, kuŗa atrodas gaisā.

Ar focimetra palīdzību var izmērot arī segstikliņa biezumu. Mērišanu izdara divējādi: ar tušas plankumu vai ar puteksnišu palīdzību. Pirmā gadījumā tiklab uz segstikliņa virsus, ka arī uz tā apakšpuses uzvelk pa melnai tušas švītrai tā, ka tās krustojas. Pirms tušas iežūšanas švītras ar piltuves papīru sāniski iztriepj, caur ko rodas plāns traips. Pēc tam uzstāda mikroskopu ar focimetri asi uz virsējo tad uz apakšējo tušas plankumu, pie kam focim. iedaļu starpību pareizina ar focimetra iedaļu vērtību. Dabūtais iznākums ir segstikliņa šķietamais biezums, jo apakšējais plankums atrodas zem stikliņa, kādēļ rādās pacelts, kamēr augšējais ir gaisa vidē. Lai dabūtu stikliņa īsto biezumu, dabūtais skaitlis jāreizina ar stikla laušanas koeficientu, kuŗu praktiski pieņem 1,5.

Segstikliņa biezuma noteikšanai ar putekšņa palīdzību mikroskopa optiku asi uzstāda uz kāda puteksniša, kas atrodas uz mikroskopa galdiņam piestiprināta priekšmetstikliņa virsmas un atzīmē focimetra iedaļas. Tad starp objektīvu un priekšmetstikliņu viegli pabīda segstikliņu, nostāda asi optiku uz kādu puteksni, kas atrodas uz seg-

stikliņa virsmas, un atzīmē focimetra stāvokli. Starpība starp pirmo un otro focimetra stāvokli, reizināta ar focimetra iedaļu vērtību, rāda īsto segstikliņa biezumu, tā ka tiklab starp apakšējo, kā augšējo puteksnīti un objektīva priekšējo lēcu atradās gaiss.

Dabūto ar focimetra palīdzību mērišanas iznākumu var kontrolēt vai nu ar stikla mikrometra palīdzību, vai ar rokas mikrometru, jeb ar īpašu segstikliņa biezuma mēritāju.

Beidzot, jāatzīmē, ka uz mērišanas iznākumu ar focimetra palīdzību atstāj zināmu iespaidu arī acs akomodācijas spēja. Pēdējā, kā zināms, dibinās uz nelielu acs lēcas izliekuma mainīšanās iespēju, kādēļ acs var piemēroties priekšmeta attālumam un tādā kārtā skaidri saskatīt zināmā mērā vairāk vai mazāk tiklab tuvus, kā tālus priekšmetus. Šai spējai, saprotams, ir savas robežas.

Arī pie mikroskopēšanas akomodācija darbojas, pie kam tās iespaids ir stiprāks pie vājākiem palielinājumiem, vājāks pie stipriem. Mērišanas iznākumi ar focimetru var būt zināmā mērā nepareizi, ja pie mērišanas, apskatot stikliņa augšējās virsmas iezīmi, acs akomodē uz tuvu priekšmetu, pie apakšējās uz tālu. Pie personām ar vāju akomodācijas spēju — tuv- vai stipri tālredzīgiem, — šī kļūda atkrit. Pie normalas akomodācijas viņa būs mazāka pie stipriem palielinājumiem (W. Kaiser), kādēļ mērišanu ar focimetru ieteicams arī izdarīt ar stiprām sistemām.

Mikroskopisku priekšmetu skaitīšana.

Nereti nākas mikroskopā saskatīt, piem. cik bakteriju vai cik atvārsnīšu u. t. t. atrodas vienā kvadrāta milimetrā. Skaitīšanu izdara ar okulāra tīkla mikrometru (sk. zīm. 44.). Šis mikrometrs sastāv parasti, no apaļa veida stikla plāksnītes, sadalītas mazos kvadrātiņos. Katra tāda kvadrātiņa mala ir parasti 1 vai 0,5 milimetra. Tīkla mikrometru, tāpat kā okulāra mikrometru, novieto uz okulāra diafragmas ar dalījumiem uz apakšu. Lai būtu iespējams ar viņu mērit, jānoteic viņa mikrometra vērtība, ko izdara tādā pat kārtā, kā tas aizrādīts pie okulāra mikrometra vērtības noteikšanas. Skaitīšanai labāk noder okulāri ar četrstūrīgu redzes laukumu. Pēdējo dabū uzlikt uz okulāra diafragmas dažāda lieluma kvadrāta veida, tā saucamās Ehrlich'a, okulāra diafragmas, kuŗas dod kvadrātīgu redzes laukumu.

Nereti ir vajadzīgs saskatīt mikroskopisku daļiņu daudzumu, piem. asins ķermeņiņšus, zināma tilpuma vienībā, piem. 1 kub. milimetrā. Šim nolūkam lieto tā saucamās skaitīšanas kameras,

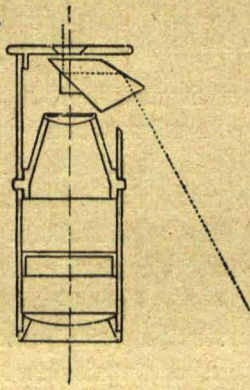


Zīm. 44. Tīkla mikrometrs.

Zīmēšanas okulars. Šie okulari ir dažādas konstrukcijas, skatoties pēc firmas, kas viņus izgatavo. Tā, piemēram, Leitz'a firmas zīmēšanas okulari sastāv no šim mērķim piemērota Huyghens'a okulara, uz kuņa atrodas četršķautņņu prizma (sk. zīm. 47-a). Šī prizma novietota tā, ka viņa aizsedz pusi no mikroskopa izejas zīlītes, atstādama otru pusi neaizsēgtu. No zīmējuma 46. un 47-a redzams, ka stari kas nāk no papīra, krit krīt vairāk vai mazāk svērtēniski uz prizmas



Zīm. 45.



Zīm. 46.



Zīm. 47.

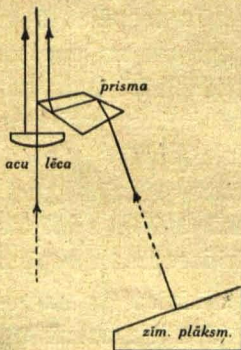
Leitz'a

zīmēšanas

okulari.

apakšējās plāksmas, ieiet prismā un, sastapdami otro un trešo prizmas plāksmu, tiek galīgi atspoguļoti un ienāk novērotāja acī. Turpat ienāk arī caur no prizmas neaizklāto zīlītes pusi stari no priekšmeta, caur ko izsauc atziņā priekšmeta attēlu, kas ir redzams uz papīra, uz kuņa redzams arī zīmulis un zīmētāja roka.

Lai varētu sekmīgi zīmēt, zīmēja galam jābūt gaŗi un smaili nodrāstam. Lai stari, kas nāk no papīra, kristu svērtēniski uz prizmas apakšējās plāksmas, papīram jāguļ ieslīpi uz galda tā, ka viņš atrodas līdztekus minētai plāksmai. Šim nolūkam lieto sevišķus zīmēšanas galdiņus. Tā kā zīmēšana uz slīpas plāksmas nav visai ērta, tad pie mikroskopiem, kuņu statīvs ir atliecams, ir konstruēti zīmēšanas okulari, ko var lietot papīram guļot līmeniski. Pie tādu zīmēšanas okularu lietošanas okularu novieto tubusā tā, ka prizma ir vērsta uz novērotāja pusi, papīrs atrodas starp mikroskopu un novērotāju, kamēr mi-



Zīm. 47-a.

kroskopa augšdaļu atliec zem 45° leņķa. Tādā kārtā zīmēšanas okulara prizmas apakšējā plāksma guļ līdztekus papīrim.

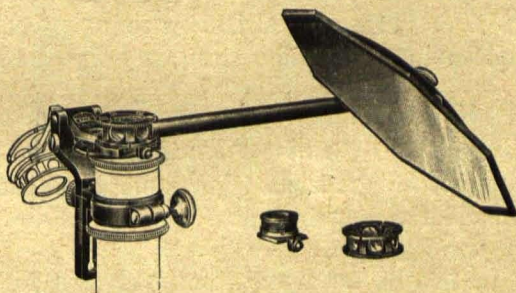
Kā pie zīmēšanas ar divkāršas redzes palīdzību, tā arī pie zīmēšanas okulariem un aparātiem zīmēšanas plāksmas apgaismošanai jābūt pēc iespējas vienādai ar objekta apgaismošanu. Pie minētiem okulariem objekta apgaismošanu regulē ar diafragmu palīdzību, kamēr zīmēšanas plāksmas apgaismošanas pakāpes regulēšanai kalpo divas pelēkas stikla plāksnītes, kas atrodas grozamās ietvērēs. Viena no viņām ir tumšāka, otra gaišāka. Aizbidot vienu vai otru, vai arī abas prizmai priekšā, ir iespējams pēc vajadzības regulēt gaismas pieplūdumu.

Ja gaismas avots atrodas priekšā mikroskopam, tad pēdējais met ēnu uz papīra, kas stipri traucē zīmēšanu. Šā iemesla dēļ mikroskopu novieto tā, ka gaismas avots atrodas viņa kreisajā pusē.

Tālāk jāaizrāda, ka labu zīmējumu sasniegšanai mikroskopa virsdaļai jābūt atliektai zem vajadzīgā (45°) leņķa. Vai tas tā ir, jākontrolē leņķis, vai jāapvelk ar zīmuli uz papīra mikroskopa redzes laukums, kuņam jābūt pilnīgi apaļam, ne eliptiskam.

Tā kā prizma aizsedz pusi no izejas zīlītes, tad attēla gaišums pamazinās, kas sevišķi jūtams pie stīpiem palielinājumiem. Šis trūkums nepiemīt *Abbe's* konstruetam zīmēšanas aparātam, kuņa uzbūve šē aprakstīta.

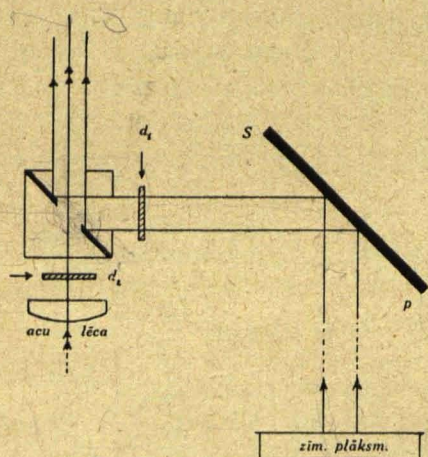
Abbe's zīmēšanas aparāts. Šā aparāta galvenā daļa ir tā saucamais *Abbe's* kubs, kas sastāv no divām taisnleņķa prismām, (zīm. 48-a), kuņas ir ar savām hipotenuzēm salīmētas kopā. Augšējās prizmas hipotenuze ir apsudrabota, izņemot nelielu ovalu plankumiņu, kuņa caurmērs šaurākajā vietā ir ap 1 mm. Projektijā plankumiņš rādas acij apaļš. Minētais kubs atrodas piemērotā apaļā metala ietvērē, kuņas vienā pusē redzams neliels caurums; pa to ieplūst stari no zīmēšanas plāksmas. Šos starus no plāksmas atspoguļo zem 45° liekts spogulis



Zīm. 48. *Abbe's* zīmēšanas aparāts.

Sp, kas stāv sakarā ar zīmēšanas aparāta pārējām daļām ar metala rokas palīdzību. Šās rokas galā ir loceklis ar asi, ap kuņu var grozīt spoguļi. Lai būtu iespēja bez mērišanas atrast vajadzīgo leņķi,

tad uz spoguļa ass uzmauktnes un uz locekļa ir pa švītrai. Šo divu švītru sakrišana vienā tad arī norāda pareizo spoguļa stāvokli. Šādā stāvoklī spogulis un Abbe's kuba apsudrabortā hipotenuze atrodas viens otram līdztekus.



Zīm. 48-a.

atrodas starp spoguļi un kuba (d_1) un, pie lielākiem aparātiem, arī starp okulāra acu lēcu un kuba (d_2).

Kā no zīm. 48-a redzams, stari, kas nāk no zīmēšanas plāksmas, tiek no spoguļa atspoguļoti, kuŗš, kā jau teikts, guļ zem leņķa 45° , un caur kuba ietveres caurumu krit svērtēniski uz kuba priekšējo katetu un, sastapdami apsudraborto hipotenuzi, tiek savukārt pilnīgi atspoguļoti un iekļūst aci. Stari, kas krit no spoguļa uz kuba neapsudrabortā plankumiņa, iet taisnā virzienā: tik neliela daļa no tiem tiek atspoguļota. Turpretim stari, kas nāk no priekšmeta, iet caur kuba neapsudraborto plankumiņu tieši aci.

Kā zīmējumā redzams, no priekšmeta nākošie stari ieņem izejas zilītes vidu, kamēr stari, kas nāk no zīmēšanas plāksmas, apņem pirmējos kā gredzens. Pie zīmēšanas okulariem, turpretim, mīn. stari guļ vieni otriem blakus.

Atkarībā no firmas, kas pagatavo Abbe's zīmēšanas aparātu, tā konstrukcijā ievesti vieni vai otri pārgrozījumi. Tā, piem., Zeiss'a jaunākā laikā izgatavotā aparatā ir skrūve, ar kuŗas palīdzību kuba var pacelt vai nolaist t. i. novietot tā, ka apsudrabortās hipotenuzes ovalais plankumiņš guļ tajā vietā, kuŗā atrodas izejas zilīte. Jo stiprāks okulārs, jo zilīte, kā zināms, stāv tuvāk acu lēcai.

Pie aparata pieder metala cilindriska čaule, ko uzmauc uz tubusa izvilkuma un piestiprina pie tā ar skrūvi (sk. zīm. 48.). Iebāžot tubusā okularu, uz pēdējā novieto ietveri ar Abbe's kuba. Kubam jāguļ tādā augstumā virs okulāra, ka viņa ovalais, neapsudrabortais plankums atrodas tur, kur meklējama mikroskopa izejas zilīte.

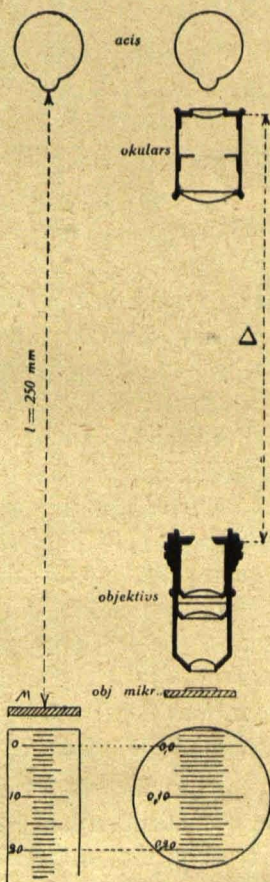
Apgaismošanas pakāpes regulēšanai ir ievesti dūmstikliņi, kas

Mikroskopa palielinājuma noteikšana ar divkāršas redzes, zīmēšanas okulāra un Abbe's zīmēšanas aparāta palīdzību.

Mikroskopa palielinājumu ar divkāršas redzes palīdzību var noteikt, salīdzinot uz mikroskopa galdiņa novietotā priekšmeta lielumu ar mērogu, kuŗam jāatrodas skaidras redzes attālumā blakus mikroskopam. Kā priekšmetu ņem objektmikrometru, kā mērogu — centimetra mērogu ar sadalījumiem milimetros. Objektmikrometru novieto uz priekšmeta galdiņa tā, ka viņa dalījumi atrodas no kreisās uz labo pusi, un to asi ievirza fokusā, kamēr centimetra mērogu (M) novieto (sk. zīm. 49.) ar dalījumiem līdztekus mikrometra (*obj. mikr.*) dalījumiem, blakus mikroskopam uz paaugstinātas plāksnes. Šis plāksnes augstumam jābūt tādā, lai plāksne atrastos no novērotāja acs zīlītes uz 250 mm., t. i. skaidras redzes attālumā. Lai tādu paaugstinātu plāksni dabūtu, novieto blakus mikroskopam, vienā pusē, attiecīgi biezu grāmatu, vai arī paceļamu zīmēšanas galdiņu. Skatoties ar vienu aci mikroskopā un ar otru uz centimetra mēroga (M), redz viena mēroga iedalījumus blakus otriem. Lai atrastu mikroskopā palielinājumu vispirms izskaita, cik objektmikrometra attēla iedaļas atbilst centimetra mēroga milimetra iedaļām. Piem., mēs redzam, ka 20 objektmikrometra iedaļas t. i. 0,2 mm., ir vienlīdzīgi 20 milimetriem uz mēroga. Tā tad, mikroskops ir palielinājis 0,2 mm. tā, ka šis gaŗums ieņē 20 milimetrus. Tā tad viņš palielina $\frac{20}{0,2} = 100$ reizes.

Še jāņem vērā, vai novērotāja abas acis ir normalas. Pretējā gadījumā viņas jāizlabo ar brilli.

Ērtāk, nekā ar divkāršas redzes palīdzību, mikroskopa palielināšanu var noteikt ar zīmēšanas aparāta vai zīmēšanas okulāra palīdzību, nozīmējot uz mikroskopa galdiņa novietotā objektmikrometra iedalījumus un dabūtā attēla lielumu izmērojot ar mērogu, sadalītu mili-



Zīm. 49.

metros. Še jāņem, saprotams, vērā uzzīmētā attēla attālums no acs, kam jābūt 250 mm. un kuņš sastādas pie Abbe's aparātiem no attālumiem: no acs līdz kuba hipotenuzei, no turienes līdz spogulim, un no spoguļa līdz zīmēšanas plāksmai. Šai lauztai linijai jābūt 250 mm. garai. Pie zīmēšanas okulariem šo attālumu noteic tieši skaitot no tās vietas, kur atrodas acs, līdz zīmēšanas plāksmai.

Mikroskopisku preparatu pagatavošana.

Mikroskopiskam preparatam jābūt pēc iespējas plānam, vai plānā kārtā izklātam. Ja priekšmets pats par sevi ir vāji caurspīdīgs, tad plānā kārtā tas top caurspīdīgāks. Tāpat biežā preparatā atsevišķu slāņu elementi pārklāj vieni otru, kas traucē viņu novērošanu.

Bez tam jāatgādina, ka, jo lielāka objektīva skaitliskā apertūra, jo vājāka ir viņa penetrācijas spēja. Pie subjektīvās novērošanas ir iespējams ar mikrometriskās skrūves palīdzību apskatīt preparatu dažādos dziļumos.

Mikroskopiskai apskatīšanai priekšmetus nogulda uz priekšmeta stikliņa, un apsedz ar segstikliņu. Parastais priekšmetu stikliņu lielums ir 76×26 mm., kamēr segstikliņa 18×18 mm. Abiem stikliņiem jābūt tīriem, tādēļ viņus vispirms ieliek ar sālskābi paskābinātā ūdenī, pēc tam tīrā ūdenī, tad izvāra zodas vai potašas šķīdumā un, beidzot, rūpīgi nomazgā ūdenī un noslauka tīrā linu lupatā, kuŗa neplūksnā. Lai būtu iespējams saskatīt priekšmeta struktūras, priekšmetu iegulda tādā šķīdumā, kuŗa laušanas koeficients ir vienāds ar priekšmeta laušanas koeficientam. Visparastākais šķīdums priekšmetu ieguldīšanai ir ūdens, vai arī ūdens-glicerina maisījums. Ja priekšmeta daba neatļauj lietot šādus šķīdumus, piemēram, ja priekšmets šķīst viņos, vai tā struktūras no tiem izmainas, tad to iegulda citā vidē: alkoholā, eļļā, Kanadas balzamā u. c.

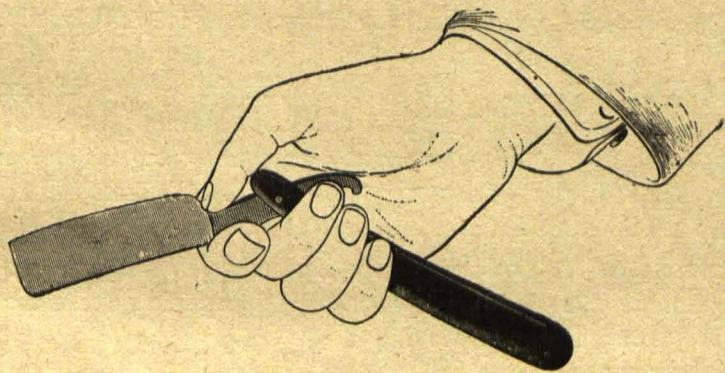
Ja priekšmets ir tāds, ka viņu var apskatīt mikroskopā bez sevišķas sasmalcināšanas, piem. stērķeļu graudiņi, tad no tā pagatavo mikroskopisko preparatu šādā kārtā. Uz priekšmeta stikliņu uzpilina pilienu ieslēdzošās vides un uz tās uzber, vai viņā iebīda ar adatu, pindzelīti, vai pinceti apskatāmo priekšmetu. Pēc tam satver ar pinceti, vai ar pirkstiem segstikliņa stūri, piebīda viņa vienu malu pilienam, un, pieturot ar adatu minēto malu, lai stikliņš neslid, ļauj segstikliņam pamazām krist uz pilienu. Caur šādu rīcību tiek izspiesti gaisa pūslīši, kas preparatā ir ļoti nevēlami. Tos var arī izspiest ar vairākkārtēju stikliņa pacelšanu un nolaišanu aiztverot to aiz viena stūra, vai arī, ja preparata daba to atļauj, ieguldot viņu iepriekš

alkoholā. Beidzot, gaisu var arī izsūkt ar gaisa sūkņa palīdzību, ieliekot ūdenī gulošo priekšmetu vakuumā. Ja ieslēdzotās vides piliens ir bijis par lielu, tā kā šķidrums spiežas ārā gar segstikliņa malām, tad lieko šķidrumu nosūc ar sūcekļa papīra gabaliņu. Iekams tādu ieslēgtu priekšmetu, ko sauc par **mikroskopisku preparātu**, liek zem mikroskopa, ir jāpārliedz, vai segstikliņa virsū ir tīrs no šķidruma. Pretējā gadījumā tas ir jānotīra ar sūcekļa papīra gabaliņu.

Šķiedras vai tamlīdzīgus priekšmetus uzliek uz priekšmeta stikliņa, apslāpinā vajadzīgā šķidrumā un sadala ar adatu atsevišķās šķiedrās. Papīru papriekšu vāra ar ūdeni un sasmalcina, skalojot to mazām oliņām vai porcelana krellēm. Dažus augu objektus sadala uzsildot tos ar Schulze's šķidrumu. Šis šķidrums sastāv no slāpekļskābes, kurai pielikti nelieli daudzumi kalija chlorāta. Šādu apstrādāšanas veidu sauc par macerāciju.

Griešana ar nazi. Lielākos priekšmetus sadala griežot tos ar nazi, pie kam izšķir: šķērs griezumus un gareniskus griezumus. Gareniskie griezumumi var būt radīali un tangenciāli.

Mikroskopisku griezumu pagatavošanai, lieto sek. veidu nažus: 1) Nazi ar abpusīgi ieliektu ģelzi, 2) ar vienusīgi ieliektu ģelzi, pie kam ģelzes otra puse ir plakana, un beidzot 3) — ķīļveida ģelzi. Pirmā veida nažus lieto mīkstu, svaigu priekšmetu griešanai, otra, — pie mīkstām



Zīm. 50.

saknēm, pumpuriem, kamēr naži ar biezām ķīļveida ģelzēm kalpo cietu priekšmetu — sēklu, koku — griešanai.

Pašu griešanu izdara šādi. Šim nolūkam attiecīgi sagatavotu priekšmetu satver starp kreisās rokas īkšķi un rādītāju pirkstu, pēdējo turot augstāk par īkšķi. Nazi atliec platlenķi, kurā ieķer

labās rokas četrus pirkstus (sk. zīm. 50.), kamēr ar īkšķi pietur pretējā pusē gēlzes kātu.

Atbalstot gēlzi uz rādītāja pirksta naga, velk asmeni ieslīpi caur priekšmetu. Tādā kārtā izdara vairākus griezumus, pie kam pirmo no tiem aizmet prom, bet pārējos, ja viņi pietiekoši plāni, izlieto apskatīšanai.

Priekšmetus, kuņus viņu mazo apmēru dēļ nevar satvērt pirkstos, vai kuņi ir lokani, piem. lapas, ieliek starp iešķeltas holundera serdes vai arī, ja priekšmeti ir cieti, piem. sēklas, starp korķa gabaliņiem, un, turot pirkstos, griež kopā ar serdi vai korķi. Naža gēlzi, kā arī priekšmeta griezuma virsmu, ja tā ir sausa, apslapina ar ūdeni, glicerina ūdeni u. c. Ja priekšmeti mīksti, tos pacietinā ieliekot alkoholā, vai formalinā, ja cieti, piem., koka daļas, — glicerina ūdenī.

Mikroskopiskos griezumus novieto pulksteņstikliņā, no kurienes labākos izlasa un pagatavo no viņiem mikroskopiskus preparatus.

Līdzekļi, kā padarīt priekšmetus caurspīdīgus. Daži priekšmeti, kaut arī plānā kārtā, ir nepietiekoši caurspīdīgi, kādēļ viņus padara caurspīdīgākus ar sevišķiem ķīmiskiem līdzekļiem, vai iegulda vidē ar stiprāku laušanas koeficientu, — fizikalulīdzekļi. Starp ķīmiskiem līdzekļiem redzāmu vietu ieņem chlorala hidrata un kalija hidrata ūdens šķīdumi. Pirmo no viņiem pagatavo šķīdinot 5 daļas chloralhidrata 2 daļās ūdens. Šādu šķīdumu lieto sevišķi griezumiem, kas satur daudz stērķeļu: pēdējās aizsedz citus elementus. Šķīdums uzslēdz stērķeles un padara griezumu, pat veselas lapas caurspīdīgas, pie kam oksalata kristali, kas bieži sastopami augos, paliek nešķīdināti. Lai chlorala hidrata šķīdums ātrāk iedarbotos, viņā ieguldīto preparātu, apsegtu ar segstikliņu, uzsilda uz mikrodegļa līdz vārīšanai. Tam pašam nolūkam lieto arī kalija hidratu.

Preparata atkrāsošanai lieto Žaveļa jeb kalija hipochlorita šķīdumu. Šis šķīdums, kuņu dabū aptiekās, iznīcinā arī protoplasmu un chlorofilla graudiņus.

Bez kalija hipochlorita, atkrāsošanai lieto oficinelo ūdeņražā pārskābļi (H_2O_2), chloru, sēra paskābi un c.

No fizikalīem līdzekļiem preparatus padara caurspīdīgākus šķīdumi ar līdzīgu vai augstāku laušanas spēju, nekā pats preparats. Tādi līdzekļi ir glicerins, želatina-glicerins, Kanadas balzams, neļķu eļļa u. c.

Priekšmetu cietināšana un fiksešana. Daži priekšmeti ir tik mīksti, piem., sulaini stublaji, ka tos grūti griest. Šādos gadījumos

viņus cietina, ieguldot tos alkoholā, etiķa skābē, 10% formalina šķīdumā, sublimata šķīdumā, pikrina skābes šķīdumā un daudz citos.

Lai no svaigiem priekšmetiem varētu pagatavot mikroskopiskus preparātus tā, ka lai šie priekšmeti manāmā mērā neizmainītu savu pirmātnējo strukturu, un lai viņus būtu iespējams attiecīgi krāsot, mikroskopijā lieto dažādus šķīdumus. Šādus šķīdumus nosauc par fiksešanas līdzekļiem. Viņu skaits ir stipri liels. Sakarā ar to, ko augā grib sevišķi stādīt — šūniņas kodolu, protoplasmu u. t. t. — šie šķīdumi ir dažādi. Viens no tādiem bieži lietojamiem fiksešanas līdzekļiem ir chroma etiķskābe dažādos stiprumos, kā arī chromskābes maisījums ar etiķskābi un osmijskābi jeb, pareizāki, osmija tetroksidu ūdens šķīdumos (Bend'a's un Fleming'a maisījums). Bez tam dažu fiksešanas līdzekļu sastāvos ietilpst platina chlorīds, sublimāts, pikrinskābe, formalīns u. c. Šādos līdzekļos iegulda uz ilgāku vai īsāku laiku dzīvu priekšmetu, pēc kam līdzekli izmazgā parasti ar ūdeni vai alkoholu.

Svaigu materiālu uzglabāšana. Uzglabāšanai lieto parasti alkoholu vai alkohola ūdens un glicerīna maisījumu, vai arī formalīnu. Alkoholā priekšmets parasti atkrāsojas. Mīksti priekšmeti viņā saraujas un paliek cietāki.

Preparātu krāsošana. Lai padarītu vienu- otru struktūras elementu preparātā labāk saredzamu, to krāso. Sevišķi bieži krāso dzīvnieku preparātus. Sakarā ar preparāta dabu, viens morfoloģisks elements krāsojas vairāk vai mazāk labi ar vienu, otrs ar otru krāsvielu, kādā ceļā ir iespējams dabūt atšķirīgu jeb diferencētus krāsojumus. Šādus krāsojumus var dabūt arī atkrāsojot ar krāsvielu šķīdumiem piesātinātus priekšmetus, pie kam vieni elementi atkrāsojas stiprāk par otriem, caur ko tie arī atšķiras no pēdējiem. Atkrāsotos elementus var bieži krāsot ar kādu citu izšķirīgu krāsu, caur ko viņi top labāk diferencēti.

Līdzīgi tam, kā to dara šķiedru krāsošanā, mikroskopa tehnikā pielieto dažos gadījumos arī kodinātājus.

Krāsošanas tehnika mikroskopijā ir tik plaši attīstīta, ka šīnī vietā to nav iespējams visumā apskatīt. Tāpat šīnī nozarē lietojamo krāsvielu skaits ir pārāk liels. Še atzīmēsim tik, ka krāsošanai lieto tiklab dabīgas, — piem. karminu, hematoksilīnu, kā arī anilīna krāsas: safranīnu, metilēna zilo, gentiāna violeto un daudzas citas krāsvielas. Anilīna krāsas savukārt iedala pēc viņu īpašībām sārmainās, skābās un neītrālās krāsās. Bez tam vēl izšķir indiferentās krāsas, piem. sudānu III. un šarlachu R. Kamēr sārmainās dabas krāsas

galvenām kārtām labi krāso šūniņas kodolu, tikmēr skābās krāsas iedarbojas sevišķi uz protoplasmu. Daudzos gadījumos lieto kopotus krāsu maisījumus.

Preparatus krāso pulkstenstikliņos, vai griezumus, pēc tam, kad tie piestiprināti uz priekšmeta stikliņa, iemērc uz zināmu laiku vienā vai otrā krāsu šķīdumā.

Ilgstošu preparatu pagatavošana. Parasti preparatus pēc viņu mikroskopiskās apskatīšanas neuzglabā. Tomēr daudzos gadījumos piem. citoloģijā, vai arī tad, kau attiecīgs materials ir grūti dabūjams, preparatu uzglabā, ieguldot to īpašā šim nolūkam un paša preparata dabai piemērotā vidē. Šis vides laušanas koeficientam jābūt pēc iespējas vienādam ar preparata laušanas koeficientu. Šim nolūkam parasti lieto: ar ksilolu atšķaidītu Kanadas balzamu, glicerīnu vai glicerīna želatīnu. Pirms ieguldīšanas minētos balzamos, preparats ir jāatūdeņo, t. i. jāizspiež no viņa ūdens ar pakāpeniski stiprāku alkoholu un pēc tam ar ksilolu.

Glicerīnā vai glicerīna-želatīnā preparatu var ieguldīt arī ūdeņainu. Lietojot šķīdru vidi, piem. glicerīnu, uzpilina to uz priekšmeta stikliņa, piliēnā iegulda priekšmetu un apsedz ar segstikliņu. Nelielu gabaliņu glicerīna-želatīna, kas pie parastas temperatūras ir ciets, uzliek uz priekšmeta stikliņa, sasilda līdz kamēr tas paliek šķīdrs, un tādā tad iegulda priekšmetu. Glicerīna-želatīna un glicerīna preparatus noslēdz hermetiski, apvedot ap segstikliņa malām asfalta, dzintara vai arī tā saucamo masku laku. Lietojot balzamus, kuņi pie iežūšanas paši pārvēršas par cietu masu, nav vajadzīgs preparatu atsevišķi ieslēgt.

Tā pagatavotus preparatus, tā sauc. ilgstošus preparatus uzglabā sevišķās mapēs vai kastītēs.

Mikrotomi. Lai dabūtu noteikta biezuma griezumus lieto sevišķus aparatus, kuņus nosauc par mikrotomie m. Pēdējie ir dažādu konstrukciju, kādēļ tos aprakstīt šinī vietā nav iespējams. Galvenās mikrotoma priekšrocības ir tās, ka ar viņa palīdzību var automatiski pagatavot noteikta biezuma griezumumu serijas. Vispār izšķir divus mikrotoma tipus: slīdu mikrotomu un Meinota mikrotomu. Pie pirmā tipa mikrotomie m nazis tiek ieskrūvēts slīdā, kuņa slīd pa slīdēm turp un atpakaļ un tādā kārtā griež priekšmetu, kamēr pie Meinota tipa mikrotomie m nazis stāv uz vietas, bet objekts kustas.

Pie griešanas ar mikrotomu priekšmetu iepriekš ieslēdz parafinā (arī celluloidinā) pēc kam griezumus atbrīvo no parafina, ieliekot tos benzolā, kuņā parafins šķīst. Mikrotoma griezumus, atkarībā no vajadzības, parasti pagatavo 10—20 mikronu biezus.

Vispārīgi aizrādījumi pie priekšmetu apskatīšanas mikroskopā.

Mikroskopiskos darbos mikroskopu nostāda ar spoguļi uz gaismas avota pusi, pie kam mikrometra skrūve atrodas novērotāja pusē. Dienas gaismā mikroskopējot, mikroskopu nostāda, ja iespējams, uz galda ap 1 metru, atstātu no loga, vai vēl atstātāk; pēdējā gadījumā gaisma krīt no horizontam tuvākām, zemākām vietām, kādēļ vislabāk, ja istabas logs, pie kuļa mikroskopē, atrodas uz ziemeļiem. Apgaismošanai vislabāk vēlama īs-viļņu gaisma. Tomēr dzidra zila debess, kas dod šādus viļņus, nav sevišķi piemērota, jo dod vājas intensivitātes gaismu. To pašu var teikt par miglainu, vai stipri apmākušos debesi, kamēr no saules apspīdēti mākoņi dod mikroskopēšanai ļoti piemērotu gaismu.

Kā mākslīgu gaismu mikroskopēšanai lieto dažādus avotus: petrolejas lampas, elektriskas spuldzes ar blāva stikla aizsargu, vai arī elektriskas loka lampas.

Pirms mikroskopēšanas uzstāda tubusa gaļumu un ar plakanā spoguļa palīdzību vajadzīgo apgaismošanu. Satverot ar abām rokām spoguļi, skatoties mikroskopā groza viņu uz gaismas avota pusi, līdz kamēr redzes laukums ir vienlīdzīgi apgaismots. Mākslīgo gaismas avotu ieteicams nostādīt 50—70 cm. lielā attālumā no mikroskopa.

Kad apgaismošana uzrikota, preparātu novieto uz priekšmeta galdiņa un ievirza viņu vispirms vājas sistēmas objektīva degpunktā, t. i. paceļ vai nolaiž ar makrometra skrūves palīdzību tubusu, līdz kamēr dabū iespējami skaidru attēlu. Tā ka skatoties mikroskopā un bidot tubusu uz leju, sevišķi iesācējs var nemanot stikliņu pārspiest, tad, skatoties ar aci no sāniem, piebīda objektīvu pēc iespējas tuvu segstikliņam, pēc kam, skatoties mikroskopā, tubusu ceļ līdz kamēr priekšmets skaidri saredzams. Galīgi priekšmetu ievirza fokusā ar mikrometra skrūves palīdzību.

Lai būtu apgaismots viss redzes laukums, tad, atkarībā no mikroskopa palielināšanas, irisa diafragmu pēc vajadzības atveļ un pieveļ. Pie mikroskopiem ar Abbe's kondensoru, diafragmas uzdevums ir regulēt pēc vajadzības gaismas staru konusa atvaru. Turpretim gaismas spilgtuma regulēšanu izdara vislabāk ar blāva stikla plāksnītes palīdzību, ieliekot viņu gredzenā, kas atrodas zem kondensora. Šī plāksnīte dod arī vienlīdzīgāku apgaismojumu.

Novērošanu mikroskopā izdara skatoties ar vienu aci okularā, kamēr otru aci tura vajā, jo tā redzes organu mazāk nogurdina. Iekams pierod mikroskopēt abas acis vajām turot, ir ieteicams turēt plaukstu starp abām acīm. Tā arī iesācējs varēs skatīties mikroskopā, turot acis vajā.

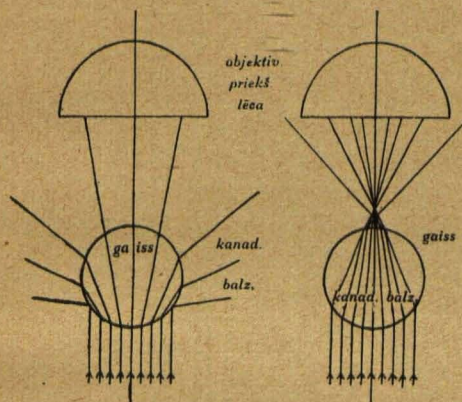
Zināma ievingrināšanās ir vajadzīga, lai priekšmetu pienācīgi apgaismotu. To pārmērīgi spilgti apgaismojot, viņa maigās konturas pazūd: priekšmets itka sliktst gaismā. Turpretīm krāsas ir labāki saredzamas, nekā pie vājākas apgaismošanas. Mēģinājums rāda, ciktāl gaismas pieplūšana jaregulē. Pie slīpas apgaismošanas (sk. zīm.27.), pie kuņas, kā aizrādīts, palielinas skaitliskā apertura, un līdz ar to arī mikroskopa izšķiršanas spēja, lieto pie mikroskopiem, kuņiem nav kondensora, vienīgi ieliekto spoguļi.

Lai varētu studēt dažādas vietas preparatā, pēdējais jābīda. Pie mikroskopiem ar bīdāmu priekšmeta galdīņu to izdara ar attiecīgo skrūvju griešanu; citādi preparatu bīda satverot priekšmeta stiklīņu ar kreisās rokas rādītāja pirkstu un īkšķi.

Piemērotu apgaismojumu panāk ar mēģināšanu, pie kam jāņem vērā arī priekšmeta daba un vide, kuņā tas aplūkošanai ieguldīts. Ja kāds priekšmets atrodas vidē (piem. gaisā), kuņas laušanas koeficients stipri atšķiras no paša priekšmeta laušanas koeficienta, tad pateicoties tam, ka šādos apstākļos malu stari top stipri laužti vai izklaidēti, priekšmeta konturas ir labi saredzamas. Turpretīm, ja grib labāk saredzēt priekšmeta iekšējo strukturu, tad viņš jāapskata vidē, kuņas laušanas koeficients pēc iespējas ir vienāds ar priekšmeta laušanas koeficientu. To var sevišķi labi novērot pie šķīdendrām un dažiem kristaliem. Apskatot šādus priekšmetus gaisa vidē, ir labi saredzamas to konturas, bet ļoti slikti viņu struktura, kamēr ieguldot tos glicerīnā, Kanadas balzamā vai citā kādā vidē ar augstu laušanas koeficientu, tas ir otrādi.

Pie mikroskopēšanas bieži nākas sastapties ar gaisa pūslīšiem. Šādi pūslīši rādas kā vairāk vai mazāk apaļi, tumši gredzeni ar gaišu vidu. Šādu viņa attēlu izskaidro sekoši. Tā kā gaisa pūslītis atrodas optiski blīvākā vidē — glicerīna-ūdenī, Kanadas balzamā u. c., tad tas iedarbojas kā negatīva lēca, izklaidēdams uz to krītošus līdzteku starus tā, it kā tie nāktu no pūslīša apakšējā degpunktā, kā to rāda zīm. 51. Tā kā objektīvā ieiet vienīgi vidus stari, kamēr laužtie malu stari viņā neieiet, tad pūslīša malas rādās tumšas. Objektīvu tuvinot pūslītim, tumšā mala top platāka, tā kā staru konuss, kas ieiet mikroskopa optikā, paliek šaurāks.

Citādi tas ir, ja staru kūļi krīt uz kādu apaļu pilienu (piem. Kanadas balzama pilienu), kas guļ optiski retākā vidē (piem. gaisa vidē). Te paralelu staru kūļi, kas ieiet pilienā, tiek laužti līdzīgi tam, kā tas norit izliktā lēcā, un sakopojas tā degpunktā, kā to rāda zīm. 51. attēls pa labi. Ka no zīmējuma redzams, malu stari neienāk objektivā, kādēļ piliena malas rādas tumšas.



Zīm. 51.

Pie objektu novērošanas mikroskopā no svara ir arī tas, vai objekts dod attēlu staru novirzīšanās dēļ: caur gaismas liekšanu, laušanu, vai caur gaismas uzsūkšanu, kā tas ir pie krāsotiem priekšmetiem. Tā, piem., kaut kāda krāsota bezstruktūras plāksne top galvenām kārtām redzama tādēļ, ka viņa absorbē

daļu gaismas staru un tā maina gaismas intensitāti.

Apskatot mikroskopā pie stipri atvērtas diafragmas caurspīdīgus nekrāsotus preparatus, piem. kokvilnas šķiedras, šie objekti it kā pazūd, kamēr krāsotie priekšmeti, piem. krāsotas šķiedras vai arī bakterijas pie šāda apgaismošanas veida spilgti atšķiras. Šo parādību tad arī plaši izlieto bakterioloģijā, krāsojot bakterijas un aplūkojot viņas pie stipri atvērtas diafragmas. Pieverot diafragmu, to konturas top asākas, bet krāsu spilgtums mazinas.

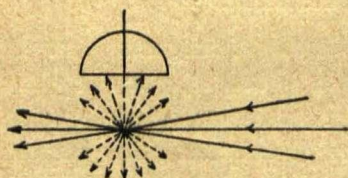
Beidzot jāatzīmē, ka garena veida priekšmeti, kā bakterijas, skaltnes, šķeltņes top labāk redzamas, ja tās apgaismo no sāniem.

Priekšmetu apgaismošana tumšā laukumā.

Parasti mikroskopā redz apgaismotā redzes laukumā vairāk vai mazāk tumšu objekta attēlu, kuŗš ceļas, kā jau minēts, no tā, ka priekšmets lauž, liec vai absorbē caur viņu ejošos starus, kādēļ tas optiski atšķiras no redzes laukuma, un viņa strukturu elementu optiskās nevienādības top redzamas. Ja nu apgaismošanu novirza tik slīpi, izslēdzot pie tam centralos starus, ka stari netiek tieši objektivā, (sk. zīm. 52.) kādēļ tie neiekļūst arī acī, tad, skatoties mikroskopā, redzes laukums ir tumšs. Apskatot tādā apgaismojumā kādu piemērotu

priekšmetu, piem. kādu nekrāsotu bakteriju, var redzēt, ka tumšā redzes laukumā bakterijas attēls ir vairāk vai mazāk gaišs.

Šādu parādību izskaidro sekoši. Slīpais gaismas stars, sastapdamies piem. ar kādu sīku ķermenīti (sk. zīm. 53), kuņas lielums nepārsniedz pusi no gaismas viļņa gaļuma, tiek pa daļai no tā liekts. Tādā kārtā daļa gaismas tiek novirzīta no sava izejas ceļa, ieiet mikroskopā un tiek no acs uztverta, kādēļ ķermenītis rādas pie spilgtas apgaismošanas kā maza saulīte, kas it kā netiek apspīdēts, bet pats izstaro gaismu. Šādā ceļā ir iespējams saredzēt daļiņas, piem. koloidos šķīdumos, kas nav savu niecīgo apmēru dēļ saredzamas mikroskopā pat pie vislielākās palielināšanas un izšķiršanas spējas. Šīs daļiņas koloidos šķīdumos ir redzamas ka apaļi,

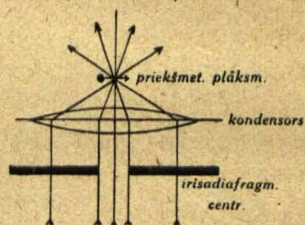
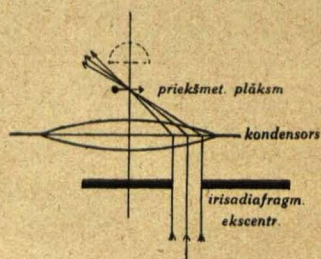


Zīm. 53.

var uzskatīt kā sastāvošus no ļoti sīkām daļiņām, kas liec starus.

Līdzīgu parādību novēro dabā pie putekšņiem, kas lidinas gaisā un kuņas patumšā istabā apspīd saules stars. Šādi ar aci nesaredzami, niecīgi putēsniši liec vai arī atspoguļo gaismas starus, kuņi tad, novirzīti no sava ceļa, ieiet aci, un tādēļ top redzami. Uz šo principu dibinās arī ultramikroskops.

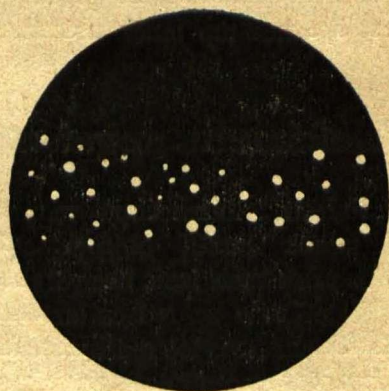
Slīpu priekšmeta apgaismošanu dabū dažādi. Pie visiem šiem dabūšanas veidiem cenšas priekš-



Zīm. 52.

spidoši, dažāda lieluma plankumiņi, ka tas redzams zīm. 54. Viņu veidu mēs gan šādā ceļā nevaram noteikt. Parasti tās izskatas apaļas.

Un netiekvien sīkas daļiņas, bet arī mikroskopiski preparāti, kā piem. bakterijas, parādas uz tumša laukuma gaišas. Tas tādēļ, ka tādus objektus

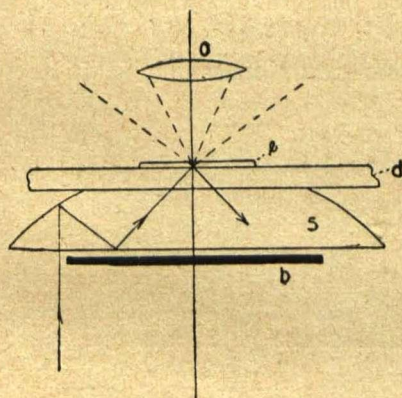


Zīm. 54.

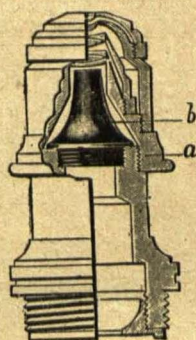
meta apgaismošanai radīt staru ar lielāku aperturu, nekā objektīva apertūra. Visvienkāršākā ceļā to sasniedz ar Abbe's kondensoru ar tā saucam. centrālās diafragmas (skat. zīm. 30.) palīdzību, kuņa attura vidējos starus, bet ļauj uz kondensora krist malu stariem, t. i. stariem ar augstāku nekā mikroskopa objektīva skaitlisku aperturu. Šie malu stari tiek no kondensora lēcas zem stipri slīpa leņķa sakopti un, apgaismodami priekšmetu, iet objektīvam garam, kādēļ redzes laukums acij izskatās tumšs, kāmēr pats priekšmets vai viņa strukturu elementi, kā staru virziena traucējuma centri, liekdami slīpos starus, daļu no tiem ievirza objektīvā un līdz ar to acī.

Šādā ceļā tomēr nav iespējams dabūt pilnīgi tumšu redzes laukumu, tā kā, pateicoties kondensora lēcu plāksmu staru atspoguļošanai, rodas arī, kaut gan neliels staru daudzums ar mazāku skaitlisku aperturu, nekā objektīva apertūra. Tādēļ pie precīziem darbiem lieto sevišķus dažāda veida tumšā laukuma kondensorus: spoguļu —, plāksņu —, paraboloida —, divplāksņu un citus kondensorus.

Spoguļu kondensors. Kondensora (sk. zīm. 55.) galvenā daļa ir spoguļa lēca *S*. Diafragma *b* attura visus starus, kuņu skaitliskā apertūra ir mazāka par vienu. Stars, iedams caur lēcu *S*,



Zīm. 55. Spoguļa kondensors.

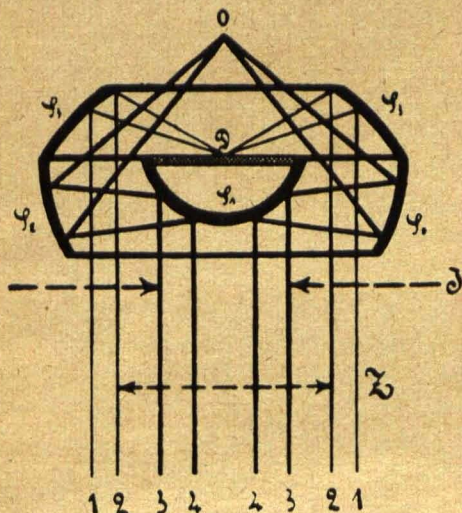


Zīm. 56. Piltuves veida diafragma (b).

divkārt atspoguļojas un apgaismo objektu zem leņķa ar aperturu 1,0—1,3. Nonākdams pie segstikļa (*e*) plāksmas, tas tiek pilnīgi atstarots. Objektīvā nonāk vienīgi no priekšmeta daļiņām liektie stari.

Spoguļa kondensoru saista ar priekšmeta stikliņu (*d*) caur imersijas vidi — cedreļļu. Bez tam pie spoguļa kondensora lieto zināma biezuma segstikļņus.

Lietojot imersijas sistēmas objektīvus, kuŗu skaitliskā apertūra, kā zināms, ir lielāka par 1, ir jārada apstākļi, pie kuŗiem objektīvā neieplūst stari ar skaitlisko apertūru, lielāku par vienu. Šim nolūkam objektīvā ieskrūvē piltuvei līdzīgu ebonīta diafragmu, kas laiž cauri starus ar skaitlisko apertūru 0,8—0,9 (zīm. 56).



Zīm. 57. Staru gaita Leitz'a divplāksņu kondensorā gaišam un tumšam laukumam.

netiek apgaismota, dabū tumšu laukumu.

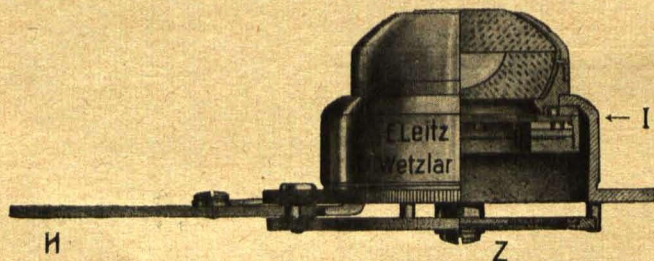
Turpretim, iris diafragmu atveŗot un centraldiafragmu iebīdot, virsma

Spoguļa kondensori ir dažāda veida un dažādu firmu; viņi atrodas metala ietverē.

Leitz'a kondensors gaišam un tumšam laukumam. Šis kondensors pastāv no apakšējās stikla plāksnes S_2 ar apaļu iedobumu S_1 ; un augšējās plāksnes S_3 .

Plāksņu izliektās virsmas ir apsudrabotas. Bez tam virsma D atspoguļo gaismu. J ir iris diafragma, Z centralā diafragma, kuŗu var izbīdīt sāņus ārā.

Centralo diafragmu izbīdot ārā un pieverot irisa diafragmu tiktā], ka blāvā virsma D



Zīm. 58. Leitz'a kondensors gaišam un tumšam laukumam.

D tiek no stariem 1 un 2 apgaismota un atspoguļojot gaismu, apgaismo priekšmetu, kādēļ dabū gaišu laukumu.

Zeiss'a paraboloida un kardioida kondensori. Paraboloida kondensors pastāv no stikla ķermeņa, kuŗa sānu malas apsudrabotas. Staru gaita paraboloida, kā arī kardioida kondensoros redzama zīmējumos 59. un 60.

Tumša laukuma kondensorus lietojot starp kondensora virsējo plāksmi, uz kuņas atrodas priekšmeta stikliņš, un šo stikliņu ievieš imersijas vidi. Ar to sasniedz kondensora aperturas pacelšanu.



Zīm. 59. Staru gaita Zeiss'a paraboloida kondensorā.



Zīm. 60. Zeiss'a kardioida kondensora.

Tumšā laukumā var novērot arī dzīvas, nekrāsotas baktērijas, kuņas pie parastas apgaismošanas bez sevišķām krāsošanas metodēm paliek neredzamas. Še jāatzīmē, ka piem. arī baktērijas var uzskatīt kā sīkus pavedienus, kas sastāv no sīkiem ķermeņiņiem, kuņi liec starus un kopumā izveido spīdošus attēlus.

Lai attēls būtu pietiekoši gaišs, tad pie minētā apskatīšanas veida lieto stiprus gaismas avotus, piem. elektrisku loka lampas gaismu, Stella lampu un citus, pie kam preparatam jāatrodas tieši spilgtākā gaismas avota plāksmē.

Attēlu, ko dabū gaišā redzes laukumā, mikroskopijā apzīmē par **negativu**, kāmēr tādu tumšā laukumā, par **pozitīvu**. Pozitīvā attēla izcelšanos var izskaidrot, tāpat kā negatīvā attēla, ar Abbe's mikroskopa attēla izcelšanās teorijas palīdzību. Ņemot vērā, ka galvenais maksimums (m_0) (sk. lpp.23.) dod gaišu redzes laukumu, to pie tumša laukuma apgaismošanas neielaiž mikroskopā; pēdējā ienāk vienīgi sāņmaksimumi. Jo pilnīgāk izslēgts galvenais maksimums, jo labāka tumšlaukuma apgaismošana.

Ultramikroskops.

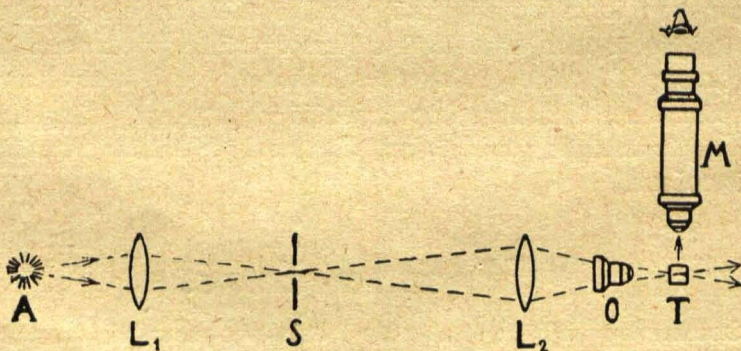
Objekti vai objektu struktūras iedala pēc sava lieluma mikroskopiskās, submikroskopiskās un amikroskopiskās daļiņās. Pie pirmām pieder tādas, kuņas vēl var izšķirt ar mikroskopa palīdzību. Ņemot vērā formulu $d = \frac{\lambda}{2A}$ (skat. lpp. 25.), ar mikroskopa sausām sistemām, kuru skaitliskā apertūra sasniedz 0,90,

pie $\lambda = 550 \mu\mu$, var divu daļiņu attālumu (d) atšķirt, ja tas nav mazāks par $305 \mu\mu$, t. i. apmēram pielietotās gaismas $1/2 \lambda$ gaņums. Pie homogenas imersijas ar skaitlisko aperturu 1,4, d var būt pat $190 \mu\mu$. Pie tam jāņem arī vērā palielināšana, kuŗai vajag būt tādai, kā šīs daļiņas, vai viņu attālumu vienu no otras, var apskatīt zem leņķa, kas nav mazāks par minimalo redzes leņķi, zem kuŗa acs priekšmetu vēl var saredzēt.

Submikroskopiskās daļiņas jeb submikroni, kuŗu lielums svārstas no $6 \mu\mu$ — $250 \mu\mu$ ar parasto mikroskopu nav saredzamas, bet gan ar ultramikroskopa palīdzību, kāmēr a m i k r o s k o p i s k ā s d a ļ i ņ a s j e b a m i k r o n i nav saskatami ne ar kādiem līdzekļiem. Viņu būtību var pierādīt, ja tās caur kādu elektrolītu palīdzību koagulē, kādā ceļā dabū submikronus.

Submikronus un amikronus parasti apvieno zem nosaukuma „ultramikroni.“

Kā jau aizrādīts, ar ultramikroskopa palīdzību ir iespējams saredzēt submikronus, — daļiņas, kādas sastopamas tā saucamos dispersoidu šķīdumos jeb solos. Ultramikroskops dibinās uz tumšlaukuma apgaismošanas principa, pie kam submikroskopisko daļiņu novērošanai ultramikroskopā lieto tā saucamo augstas specifiskas intensitātes gaismu. Šādu gaismu dabū no stipriem gaismas avotiem: saules, elektriskās loka lampas, sakopojot šādu gaismu A caur lēcām — kondensoriem — uz neliela laukuma. Ar tādu intensīvu gaismu līmeniski apgaismoto priekšmetu T zīm. 61. apskata



Zīm. 61.

svērtēniski nostādītā mikroskopā M , kuŗā iekļūst vienīgi no submikroniem liektie gaismas stari. Šādi stari ir polarizēti, jo tos var izdzēst, ievdot starp aci un objektu Nikola prismu. Lai apgaismojuma

plākisma būtu pēc iespējas plāna, tad gaismu laiž caur šauru spraugu *S*, kuŗu novieto priekš kondensora tā, ka viņš attēls krit kā plāna līmeniski gulošas gaismas plākisma mikroskopa objekta laukumā.

Pēc minētās šemas konstruetus ultramikroskopus sauc par spraugas ultramikroskopiem, no kuŗiem pazīstamākie ir Siedentopf'a ultramikroskops un Zsigmondy imersijas ultramikroskops.¹⁾

Bez ultramikroskopiem, pie kuŗiem apgaismošanas sistēmas ass ar mikroskopa optikas asi atrodas zem taisna leņķa, ir arī tādi, pie kuŗiem šīs abas ass atrodas vienā virzienā. Še vajadzīgā slīpuma objekta apgaismošanu sasniedz ar augšā aprakstīto tumšlaukuma kondensoru palīdzību.

Ja apskata pie pietiekoša palielinājuma kādu piemērotu priekšmetu ultramikroskopā, piem. koloidu sudraba šķīdumu, tad viņā ir redzams daudzums peldošu un nekārtīgi kustamies spīdošu punktiņu, kas ir koloido metala daļiņu gaismas liekšanas parādības sekas. Novērotāja acs neuztver šinī gadījumā daļiņas attēlu kā parastā mikroskopā, bet gan atspīdumu, kurš norāda, ka vidē atrodas daļiņas, kas ir mazākas par pus gaismas viļņa garumu un kuŗas apzīmē kā ultramikroskopiskas.

Ultramikroskopiskā ceļā ir arī novērojami gaŗeniski priekšmeti, kuŗu gaŗums ir mikroskopisks lielums, bet viņu platums un augstums ir ultramikroskopisks. Šādus priekšmetus var uzskatīt kā rindā novietotas ultramikroskopiskas daļiņas. Tādi priekšmeti būtu piem. dažu bakteriju pavedienuveidīgie kustību organi, cilijas, tad sifilisa bacills, (spirochaeta pallida) un citi.

Polarizācijas mikroskopi.

Bez parastās gaismas mikroskopijā lieto sevišķiem mērķiem arī polarizēto gaismu. Šādai gaismai piemērotus mikroskopus sauc par polarizācijas mikroskopiem. Vislielākā nozīme šādiem mikroskopiem ir mineraloģijā.

Kas gan ir polarizētā gaisma? Pēc vispār pieņemtās undulācijas hipotēzes gaismu izsauc gaismas etera daļiņu svārstīšanās, kas norit visādos virzienos perpendikulāri gaismas stara izplatīšanai. Ja parastam gaismas staram laiž krist zem 56° leņķa uz stikla plāksnes, tad viņš tiek pa daļai atspoguļots, pa daļai laužts, pie kam tiklab atspoguļotā,

¹⁾ Pamatīgāku pārskatu par ultramikroskopu un viņa darbību lasītājs var atrast Doc. A. J a n ě k a grāmatā »Dispersoidoloģijas pamati«.

kā lautzā starā svārstība norit tikai vienā plāksmā: atspoguļotā starā perpendikulāri stara krišanas plāksmai, kamēr lautzā starā tai paraleli. Tādu gaismu, kuņā eteru daļiņu svārstības norit tikai vienā plāksmā, sauc, kā zināms, par polarizētu gaismu. Tomēr tādā ceļā dabūtā polarizētā gaisma nav vispilnīgi polarizēta, pie kam daudz gaismas iet arī zušanā. Tādēļ mikropolarizācijas mērķiem polarizētās gaismas iegūšanai lieto divkārtlauzošus kristalus.

Stars, iedams caur divkārtī laužošu dzidru kristalu, kāds, piem. ir kalcīts, dalas, kā zināms, divos staros, pie kam viens no tiem padots parastiem laušanas likumiem, kādēļ tiek saukts par kārtējo jeb ordināro staru, kamēr otrs, kaut arī ieieta kristalā perpendikulārā virzienā, novēršas un ir padots citiem laušanas likumiem. To tādēļ sauc par ārkārtējo jeb ekstraordināro staru. Abi min. stari ir polarizēti. Viņu svārstību plāksmas ir viena otrai stāteniskas. Arī šo staru izplatīšanās ātrums ir dažāds. Ja nu vienu no minētiem stariem atšķir, tad rezultātā dabū vienu polarizētu staru ar zināmu polarizācijas plāksmu. Uz šā pamata ir dibināta tā saucamā Nicol'a prizma, kas pastāv, kā zināms no diviem piemērotā virzienā griestiem kalcīta ķīļiem, salīmētiem ar Kanadas balzamu.

Tādas prizmas šķēsgriezums ir rombs. Stars, kas iet prismā, sadalas divos polarizētos staros, no kuņiem viens turpina savu gaitu tiešā virzienā, kamēr otrs, kam ir citāds izplatīšanās ātrums kristalā, novirzas sāņus. Nonākdams līdz Kanadas balzama kārtai, tas tiek pilnīgi atspoguļots un atdalīts no pirmā. Tādā kārtā iespējams dabūt pietiekoši tīru polarizētu gaismu.

Kā zināms, polarizēto gaismu acs nevar tieši atšķirt no vienkāršas gaismas. Tikai, ja no vienas Nicol'a prizmas — polarizatora — dabūto polarizēto gaismu laiž caur otru tādu prizmu — analizatoru, tad redz, ja pēdējo prizmu groza ap stara virzienu, ka redzes laukums paliek pārmaiņus tumšs un gaišs. Izskaidrojama šī parādība ir ar to, ka no polarizatora izejošie polarizētie gaismas stari iet analizatoram cauri tikai tanī gadījumā, ja pēdējais stāv tā, ka viņa galvenais griezumums ir paralels polarizatora galvenam griezumam, kamēr pretējā gadījumā, kad prizmu galvenie griezumumi stāv perpendikulāri viens otram, redzes laukums paliek tumšs. Pēdējā gadījumā runā par krustotām Nicol'a prismām, vai, vienkārši, par krustotiem nikoliem. Ja mikroskopā starp tādiem nikoliem ievieto dzidru parasti laužošu, izotropu ķermeni, piem., stiklu, tad pēdējais paliek tumšs. Turpretim, ievēdot dubultlaužošu anizotropu kristalu, tas spīd spektra krāsās, kuņas mainas kristalu grozot. Šī parādība izskaidrojama ar

gaismas interferenci. Šādas interferences krāsas ir dabīga parādība anizotropos kristalos, kuņus apskata polarizētā gaismā.

Kā redzējām, polarizators pārvērš parasto gaismu lineari polarizētā. Šāda gaisma, iedama cauri dubultlauzošam kristalam, skaldīvos polarizētos staros, kuņu svārstības plāksmas ir viena otrai perpendikularas. Šie divi stari, iedami caur analizatoru, zūmējas tā, ka viņos abos etera svārstības norit vienā plāksmā. Šādi stari tad arī interferē. Ja viņi nonāktu analizatorā ar pretējām fāzēm vienā laikā, tad interferēdami tie dzēstos. Tā kā šo staru izplātišanās ātrums ir dažāds, — jo stari gāja caur dubultlauzošu kristalu, tad tie dod viens ar otru zināmu gājumu starpību. Baltās gaismas polarizētais stars, kā zināms, ir dažādu spektra krāsu maisījums. Pie vienas kādas spektra krāsas baltajā gaismā abi polarizētie stari interferences ceļā var pastiprināties un kļūt sevišķi spilgti, kamēr pie citas kādas tie iznīcinās. Caur to baltā polarizētā gaisma skaldās un analizatorā redzamas krāsas, kuņas nosauc par interferences krāsām.

Interferences krāsu spilgtums ir atkarīgs no abu staru gājumu starpības dubultlauzošā kristalā. No tā iztek arī, ka interferences krāsas ir atkarīgas no kristala laušanas koeficienta un no viņa biezuma.

Lai interferences krāsas būtu spilgtākas pie vāji dubultlauzošiem kristaliem t. i. tādiem, kuņus abu staru gājumu starpība ir maza, lieto tā saucamos kompensatorus, t. i. zināma biezuma ģipsa, kvarca vai citu dubultlauzošu kristalu plāksnītes. Parasti kā kompensatoru lieto 0,01 mm biezu ģipsa plāksnīti ar 550 $\mu\mu$ gājuma starpību. Ja tādu plāksnīti ievēd zem zināma leņķa starp krustotiem nikoliem, tad dabū spilgti sarkanu interferences krāsu, tā saucamo pirmās kārtas sarkano.

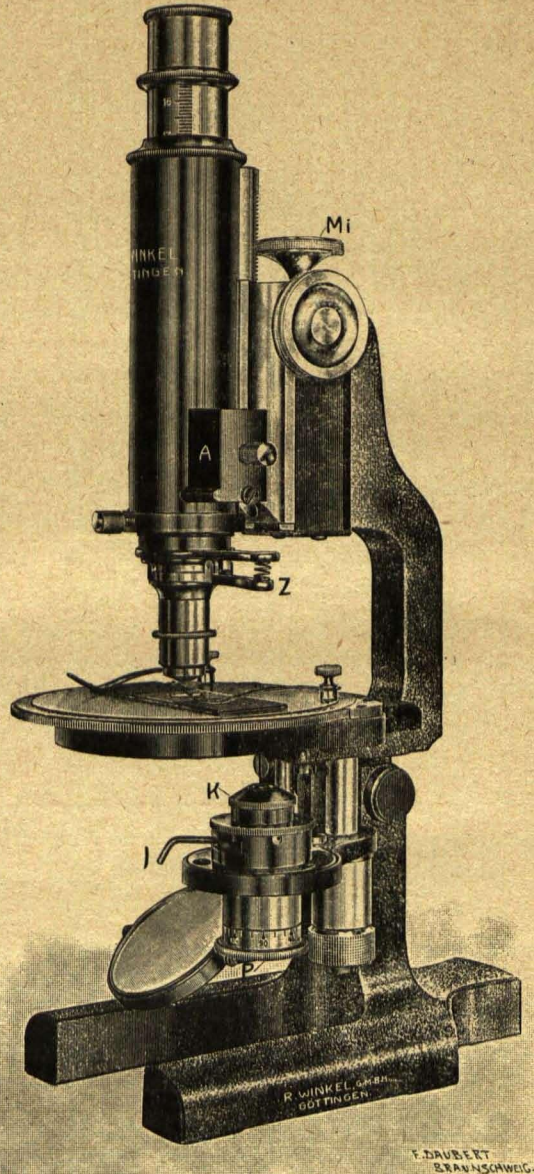
Polarizācijas mikroskopu uzbūve.

Polarizatoru un analizatoru var pievienot katram mikroskopam un tā arī parastu mikroskopu var lietot mikropolarizācijas mērķiem. Šādos mikroskopos polarizatoru ievēto vai nu cilindra diafragmas vietā, vai, ja ir A b b e' s apgaismošanas aparats, polarizatoru iekār iris diafragmā. Analizatoru šādā gadījumā piestiprina virs okulāra.

Mineraloģiskiem darbiem lieto sevišķus mikroskopus (zīm.62.). Šie mikroskopi atšķiras no vienkāršiem ar sekošo. H u y g h e n s' a okulāra degpunktā atrodas smalku pavedienu krusts. Tubus ir izvelkams. Viņā ir šķeltne, kuņā ievēto tā saucamo B e r t r a n d' a - A m i c i lēcu. Šī lēca, kopā ar okulāra lēcām, sastāda vāji palielinošu mikroskopu, ar ko tad novēro parādības, kas norit objektīva fokusā. Analizators A atrodas tubusā starp okulāru un objektīvu. Tas ir labāki, neka kad analizatoru novēto virs okulāra, jo pēdējā gadījumā stipri sašaurinās redzes laukums. Parasti analizatoru var no sāniem izvilk

vai iebidīt. Polarizators P atrodas zem kondensora. Lielākos mikroskopos tas ir grozams ap asi līdz 90° . Dažiem polarizācijas mikroskopiem bez tam vēl ir otrs analizators, kas atrodas virs okulara, un kuŗu var grozīt graduetā gredzenā.

Parasti polarizācijas mikroskopiem objektīvu revolvera vietā ir kniebļa objektīvu mainis (Z), ar ko sasniedz labāku optiskās sistēmas centrēšanu. Virs objektīva atrodas šķeltne, kuŗā var iebidīt kompensatoru. Priekšmeta galdiņš ir grozams ap stātenisko asi un viņa malā ir iedaļas. Zem galdiņa atrodas čaule, kuŗā ielikts apgaismošanas aparāts (K) un polarizators. Pie labākiem polarizācijas mikroskopiem kondensoru var izņemt un viņa vietā ielikt polarizatoru. Polarizators ir grozams. Parasti polarizēta gaisma, kā jau minēts, mūsu acij nav atšķirama no vienkāršās gaismas. Bez analizatora viņu var lietot mikroskopijā kā parastu gaismu.

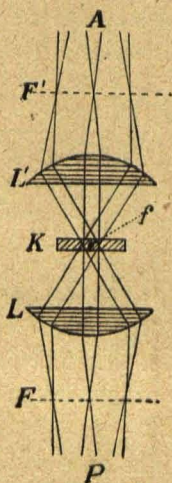


Zīm. 62. Polarizācijas mikroskops.

Ortoškopiska un konoskopiska metode.

Kristalisku vielu izmeklēšanai polarizācijas mikroskopā lieto divas

metodes: ortoskopisko un konoskopisko. Pie pirmās preparātu apskata polarizētā gaismā, pie kam redz tā palielinātu attēlu un interferences parādības viņā. Pie konoskopiskās metodes pielieto konverģentu polarizētu gaismu. Šī metode dod iespēju studēt optiski anizotropu priekšmetu visādos virzienos, pie kam mikroskopā redz ne pašu priekšmeta attēlu, bet tikai interferences parādības, kas viņā norit. Staru gaitu konoskopā rāda zīmējums 63. Starp polarizatoru P un analizatoru A atrodas 2 lēcu sistēmas, kondensors L un objektīvs L' ; starp tiem guļ preparāts K .



Zīm. 63.

Ja nu mikroskopā laiž paralelus gaismas starus tā, ka tie krustojas kondensora degpunktā F , tad kondensors tos sakārto paralelos staru kūļos, kas caurspīd priekšmetu visādos virzienos. Šie paralelo staru kūļi tiek caur objektīvu L' konverģēti tā degpunktā un iet caur analizatoru novērotāja aci, kūrā redz punktā F' priekšmeta interferences parādības, bet ne pašu priekšmetu. Šās interferences parādības var apskatīt vai nu noņemot okularu, vai ar okularu un Amici-Bertrand'a lēcu, vai arī ar okularu vien. Konoskops ir viens no svarīgākiem optiskiem instrumentiem kristalografijā.

Ultravioletā gaisma mikroskopijā.

Fluorescences mikroskops.

Kā no optikas zināms, aiz redzamās violetās spektra daļas atrodas stari, kuŗu viļņu garums ir zem $400 \mu\mu$. Šos starus, ko nosauc par **ultravioletiem stariem**, mūsu acs tieši nevar saredzēt. Par viņu esamību var spriest pēc tā, ka tie iedarbojas uz fotografisku plati, vai arī, ja šos starus laiž krist uz uranstiklu, barija-platina cianiru, viņi izsauc fluorescenci. Stiklis tos gandrīz tikpat ka nelaiž cauri, bet gan kvarcs un tā saucamais *uviole stikls*.

Kā zināms, ultravioleta gaisma atstāj stipru iespaidu uz bakterijām, kādēļ ir mēģināts to pielietot arī piena, dzeramā ūdens un t. t. sterilizēšanai. Lai šo iespaidu varētu novērot mikroskopā, pagatavo sevišķus mikroskopus ar kvarca kondensoru un spoguli, tāpat kā kvarca priekšmeta un segstikliņu, kamēr pati mikroskopa optika ir no stikla.

Tā kā ultravioletā gaisma iedarbojas uz fotografisku plati, tad, lai to izmantotu mikrofotografijā, pagatavo attiecīgus mikroskopus ar kvarca optiku. Tādu mikroskopu objektīvi tad ir aprēķināti ultravioletiem stariem ar viļņu garumu 275 $\mu\mu$. Šāda mikroskopa-monochromata izšķiršanas spēja ultravioletā gaismā ir daudz lielāka, nekā redzamā gaismā, kā to rāda formula $d = \frac{\lambda}{A}$ (skat. 24. lapp.). Tā, piem., lietojot šāda mikroskopa objektīvu, kuŗa apertūra ir 1,25, d var būt pie slīpa apgaismojuma 110 $\mu\mu$, kamēr strādājot ar redzamu gaismu vajadzētu lietot objektīvus ar 2,5 skaitlisko aperturu lai izšķiršanas spēja būtu tāda pat.

Ultravioleto gaismu daudzas vielas laiž cauri pavisam citādā mērā, nekā redzāmu gaismu. Aiz šā iemesla daudzas organiskas bezkrāsainas vielas izrādas ultravioletā gaismā krāsainas. Lai to mikroskopā varētu novērot, uz okulāra diafragmu novieto uranstikla plāksnīti uz kuŗas ultravioletā gaisma dod fluorescejošu attēlu.

Fluorescenci var novērot arī mikroskopā ar stikla optiku, ja tikai apgaismošanas aparats ir kvarca vai uviola stikla. Šim nolūkam konstruetu mikroskopu sauc par fluorescences mikroskopu. Kā gaismas avots šādam mikroskopam noder elektriska loka lampa, kuŗas ogleim ir pielikti klāt dzelzs sāļi. Gaisma iet caur tā saucamo uviolstiklu, kas laiž cauri ultravioletos starus līdz 300 $\mu\mu$ viļņu garumam.

Tā ka šis stiklis laiž cauri arī zilos un sarkanos starus, tad pēdējos uztver 20% -gā sērskābā vaŗa šķīdumā, kamēr zilos starus absorbē ar 1:12.000 stipru nitrosodimetilanilina šķīdumu.

Dažas vielas šādā mikroskopā apskatot fluorescē un atdalās no citām. Apmierinoši panākumi līdz šim ar fluorescences mikroskopu gūti farmakognozijā un uzturas vielu mikroskopijā.

Drukas kļūdu izlabojums.

5. lapp. 10. rindā no augšas jālasa „s e g s t i k l i ņ u,“ nevis „priekšmetu,“.
10. „ zem zīm. 4., kā arī turpmāk tekstā jālasa „p r i s m a s“ nevis „prizmas“.
10. „ 15. rindā no apakšas, kā arī turpmāk tekstā jālasa „g a d i j u m ā“ nevis „gadījumā“.
13. „ 11 „ no augšas, kā arī visur citur jābūt „t u b u s s“ nevis „tubus“.
- 15 „ 19. „ no apakšas jālasa „o p t i s k ā s“ nevis „optiskā“.
15. „ 5. „ no apakšas jālasa „p l ā k s m ā,“ nevis „punktā“.
16. „ 21. „ no augšas jābūt „p ā r ē j o“ nevis „rpāējo“.
17. „ 10. „ no augšas, kā arī visur citur tekstā jālasa „s i s t e m a s“ nevis „zistemas“.
17. „ 16. „ no augšas jālasa „l a u š a n a s k o e f i c i e n t i“ nevis „degpunkti“.
22. „ 4. „ no augšas stripot teikumu: „Abu vidu (stikla un gaisa) laušanas
 attiecība = $\left(\frac{n_a}{n_b}\right) = n.$ “
23. „ 6. „ no apakšas jābūt „ $m_1 m_2$ “ nevis „ $m^1 m^{24}$ “.
23. „ 2. „ no augšas jālasa „v i e n ā d s a r“ nevis „vienlīdzīgs“.
23. „ 9. un 10. rindu no apakšas teksts jāpārnes min. lapp. apakšā.
26. „ 8. rindā no apakšas jābūt „p r o p o r c i o n ā l s“ nevis „porcionals“.
26. „ 4. „ no apakšas jābūt „Nostādot asi mikroskopa optiku“.
35. „ 1. „ no apakšas jālasa „t ā“ nevis „tas“.
40. „ 17. „ no apakšas jālasa „s t i k l i ņ a“ nevis „stikliņas“
- 60 „ 16. „ no apakšas jālasa „k o e f i c i e n t u“ nevis „koeficientam“.
- 68, „ 5. „ no augšas jālasa „k u r a“ nevis „kuņas“.