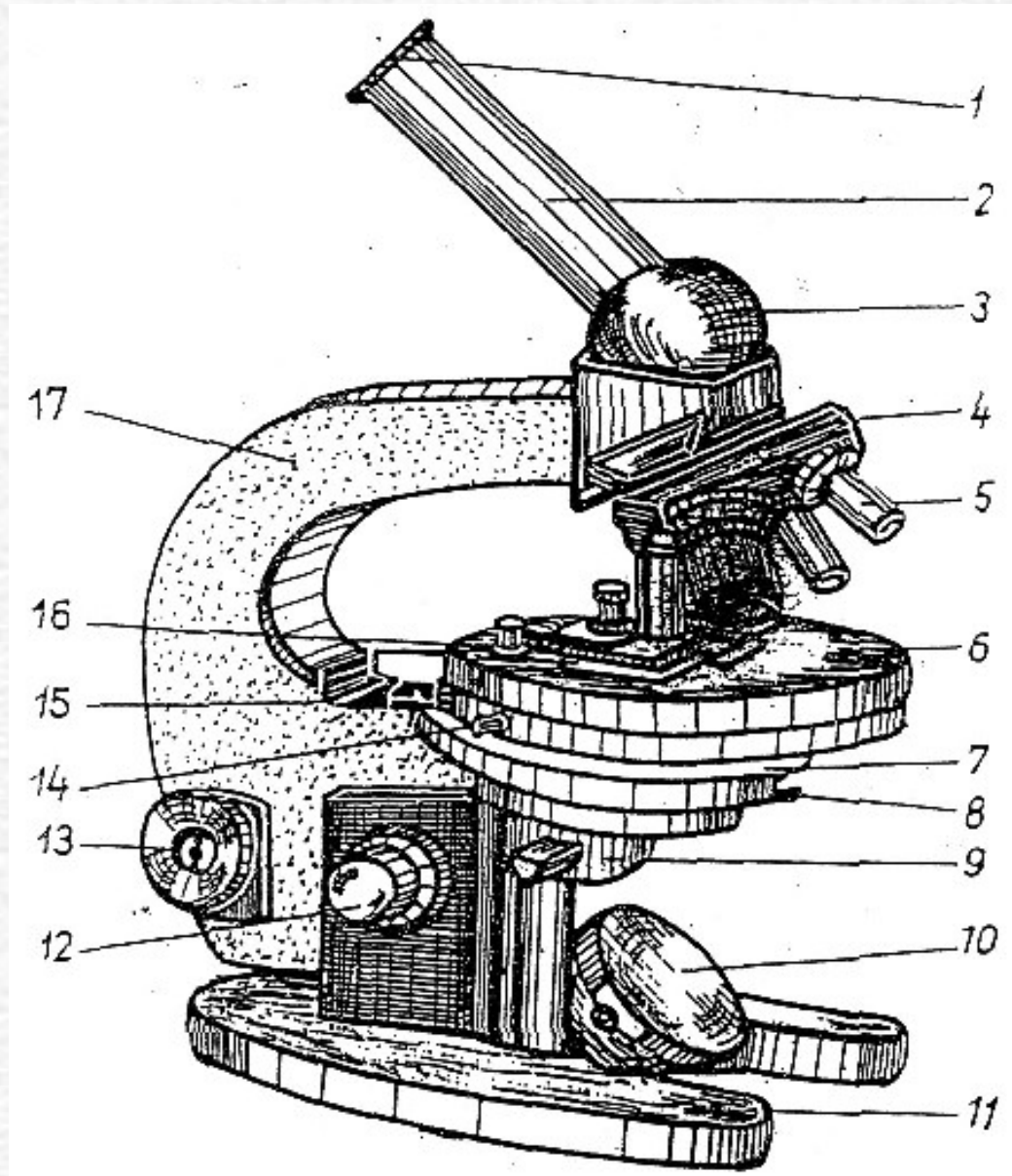


# 1. RÖVIDEN A MIKROSKÓP SZERKEZETÉRŐL ÉS HASZNÁLATÁRÓL



1. szemlencse (okulár)
2. tubus
3. prizmaház
4. revolverfoglat
5. tárgylencse (objektív)
6. tárgyasztal
7. kondenzor
8. fényrekesz
9. a kondenzor mozgató

- csavarja
- 10. tükör
- 11. talp
- 12. mikrométercsavar
- 13. makrométercsavar
- 14. centrálócsavar
- 15. arretálócsavar
- 16. tárgylemezrögzítő
- kapocs
- 17. álvány

Közeli kis tárgyak látószögét mikroszkóp segítségével nagyíthatjuk meg. A **fénymikroszkóp** két gyűjtőlencserendszerből álló összetett nagyító, melyben a tárgylencse (objektív) által a tárgyról alkotott nagyított, reális képet a szemlencsével (okulárral) szemléljük és így fokozott nagyítású, virtuális képet kapunk. Egyszerű lencsék helyett több lencséből álló lencserendszereket alkalmaznak. A közönséges, átvilágításos rendszerű mikroszkópokkal csak átlátszó tárgyakat (metszeteket, keneteket, átlátszó csiszolatokat) vizsgálhatunk. A készítményt tárgyasztalon helyezük el. A tárgyat a tárgyasztal közepén lévő nyíláson át párhuzamos sugarak konvergáló nyalábjaival világítjuk meg. A tárgy síkjában kereszteződő sugárnyalábok a tárgypontról kiinduló sugárkúpokat alkotva kerülnek a mikroszkóp legfontosabb **optikai részébe**, az objektívbe, mely a gyújtópontján kívül, de ahhoz közel fekvő tárgyról nagyított, fordított, reális képet ad. A különböző típusú **objektívek** közül a legegyszerűbb felépítésűek az **akromátok**. Ezek színi eltérés szempontjából a sárga és a zöld színre korrigáltak, azaz a színek színei közül csupán e kettőt egyesítik ugyanazon távolságban. Az akromátok a sík tárgyról domború képfelületet alkotnak, ennek következtében a látótér közepét és a szélét egyidejűleg nem látjuk élesen. Vizuális megfigyeléskor a teljes látóteret csak a finombeállítócsavar gyakori mozgatásával tekinthetjük át. Az **apokromát** - objektívek három színre vannak javítva, ezért gyakorlatilag színi eltéréstől mentesek, azonban különböző színű képek mérete nem teljesen azonos. A **plánakromátok** színcorrekció szempontjából az akromátoknak felelnek meg, képdomborodásuk elhanyagolható. Az objektívek foglalatán feltüntetik a jellemző adatokat: a nagyítást, a numerikus apertúrát, az alkalmazandó fedőlemez-vastagságot, valamint a mechanikai tubushosszúságot. Az objektív nagyításán a reális kép és a tárgy lineáris méretarányát, ill. a képtávolság és a tárgytávolság viszonyát értjük. A **nagyítás** az objektív képoldala gyújtópontjától a képig terjedő távolság (optikai tubushossz) és a gyújtótávolság hányadosával is kifejezhető. A mikroszkóp-objektívek és ezáltal az egész mikroszkóp teljesítőképeségét nem a nagyítás, hanem a **feloldóképesség** határozza meg, amely egyenlő a még éppen elkülöníthető két tárgypontról egymástól való távolságával. A hasznos nagyítás felső határán a részletek jól megkülönböztethetők, de ez a kép még nem kelti életlenség benyomását. A fény hullámtermészete alapján bizonyítható, hogy a mikroszkóp feloldóképessége csupán a tárgyat átvilágító fény közepes hullámhosszától és az objektív

numerikus apertúrájától függ. Fehér fény használatakor tehát a feloldóképességét csak a numerikus apertúra növelésével fokozhatjuk. A **numerikus apertúra** a fényképezőgép-lencsék fényerejéhez hasonló fogalom: a tárgy és az objektív között lévő közeg törésmutatójának és az objektívbe lépő sugárkúp fél nyílásszöge sinusának szorzata. Az apertúra növelése érdekében egyes objektívek úgy vannak szerkesztve, hogy frontlencséjük a tárgyra cseppentett, meghatározott törésmutatójú folyadékba meríthető. (Ezek "immerziós" objektívek. "Szárason" nem használhatók!) Homogén immerzió esetén az üvegével megegyező ( $n=1,25$ ) törésmutatójú folyadékot kell használnunk. A törésmutató szempontjából immerziós olajnak igen alkalmas a cédrusolaj ( $n=1,515$ ). A tárgylencsén maradt cédrusolajat használat után benzinbe mártott puha vászondarabbal távolítsuk el. A gyakorlatban a cédrusolajat paraffinolajjal ( $n=1,482$ ) helyettesíthetjük. Ez utóbbinak előnye, hogy állás közben nem változik, és így a lencséről bármikor könnyen letörölhető. A mikroszkópban megfigyelhető kép **mélységi élessége** (az egymás alatti tárgyrétegek egyidejű ábrázolása) fordított viszonyban áll a numerikus apertúrával és a nagyítással. Az azonos gyártmányú és típusú objektívek egymás között kiegyenlítettek, azaz váltásukkor legfeljebb a mikroszkóp finombeállító - csavarjával kell a kép élességét utána állítanunk. Immerziós objektívre való áttérés előtt azonban a durvabeállító - csavarral emeljük fel a tubust, és a sugármenetbe iktatott objektívet oldalról figyelve bocsássuk bele az immerziós folyadékba. Az objektívek kiegyenlítésége azt is jelenti, hogy a tárgytól a képig terjedő távolság (a tárgytávolság és a képtávolság összege) minden objektívnél azonos. Az egyik nagyításról a másikra való gyors áttérés érdekében a tárgylencsék a mikroszkóp csövének (tubusának) alsó végéhez rögzített, csonka kúp alakú revolverbe vannak - szabványos menettel - becsavarva, és ily módon a revolver elforgatásakor más és más objektív kerül a mikroszkóp optikai tengelyébe. Az objektívől a sugarak a mikroszkóp csövébe jutnak, amely az objektív és az okulár közötti meghatározott távolságot biztosítja. A tubusok szabványos átmérőjű felső végébe az **okulárt** egyszerűen besüllyesztjük. A két szem fénytörése között lévő esetleges különbség kiegyenlítésére a binokuláris tubus egyik csövének hosszúsága csavarmenettel változtatható. Mindkét csőbe azonos típusú és nagyítású okulárt teszünk, majd a fix csőben a képet a mikroszkóp beállító csavarjaival élesre állítjuk. Ezek után a másik cső szabályozógyűrűjét addig forgatjuk, míg ott is éles képet nem kapunk. A binokuláris tubus két okulárjának távolságát a pupillatávolságnak megfelelően változtathatjuk. Az objektívek által alkotott különböző nagyítású fordított valódi (reális) képek mindig ugyanazon helyen, (az okulár fényrekeszének síkjában), az elülső gyújtósíkban keletkeznek, és így a látómezőt is ezen rekesz határolja. A valódi képet az okulár felső gyűjtőlencséjével (a tulajdonképpeni szemlencsével) szemléljük, amely arról - minthogy gyűjtőtávolságában vagy azon belül helyezkedik el - nagyított, egyenes állású (a tárgyhoz viszonyított fordított), virtuális képet ad. A sugárnyalábok az okulár felett (a megfigyelő szemének pupillájában) keresztesződnek, majd a szem lencsége által egyenesítve a retinán valódi képet alkotnak. Az ehhez szükséges akkomodációtól függően a vizsgáló számára úgy tűnik, mintha a sugarak a tisztánlátás távolságában vagy azon túl, a végtelenben lévő, nagyméretű virtuális képről érkeznének. Ha a tubust süllyesztjük, a reális kép feljebb kerül és az okulárból kilépő sugarak növekvő divergálása miatt szemünknek fokozottan kell alkalmazkodnia. Rövidlátóknak - szemüveg nélkül - ez a beállítás megfelelő. A tubust felemelve, a reális kép az okulár fényrekesze alatt jön létre. Ekkor az okulárból konvergáló sugarak nyalábjai lépnek ki, amelyek az

alkalmazkodás teljes megszüntetésekor is a retina előtt egyesülnek. Így vizuális képet nem kapunk, de a létrejött másodlagos valódi képet mikrofotografálásakor hasznosíthatjuk. Az okulárok nagyítását a tisztánlátás távolságában keletkező virtuális képre vonatkoztatjuk. Ezen nagyítás egyenlő a tisztánlátás távolságának (250mm) és az okulár gyújtótávolságának hányadosával. A leghasználatosabbak a 10x-es és a 12,5x-es nagyítású okulárok. A vizuális megfigyelésre használt mikroszkóp **nagyítását** monokuláris egyenes tubus alkalmazása esetén az *objektív és az okulár saját nagyításának szorzata* adja meg. Binokuláris ferde tubus, váltótubus vagy polarizációs tubus használatakor a kapott számot még a tubuson feltüntetett nagyítási tényezővel is meg kell szoroznunk. Minthogy a mikroszkóp feloldóképességét az objektív numerikus apertúrája már eleve meghatározza, az „okulár - nagyítás” fokozásának csupán addig van értelme, míg az objektív által feloldott részletek már jól megkülönböztethetők. A gyakorlatban általában közepes nagyítású okulárt használunk, ha a nagyítás fokozása szükséges az objektívet váltjuk revolverrel. A **mikroszkóp megvilágító berendezésének** biztosítania kell, hogy a tárgyat kellően nagy, szabályozható nyílásszögű sugarak világítsák át és a látótér megvilágítása a legkisebb nagyítású objektívekkel is teljesen egyenletes legyen. A megvilágító berendezésnek a tárgyhoz legközelebb fekvő tagja a **kondenzor**. Közvetlenül a tárgyasztal alatt elhelyezkedő, fogasléccel emelhető és süllyeszthető gyűjtőlencserendszer, amely a bejutott párhuzamos sugárnyalábokat a tárgy síkjában egyesíti. A legfelső helyzetben frontlencséje kb. 0,1 mm távolságra van a tárgylemez alsó felszínétől. A kondenzorok numerikus apertúráját az objektívékéhez hasonlóan értelmezzük. Általános használatra megfelelő az egyszerű, ún. Abbe-féle kondenzor. A kondenzor alsó gyűjtősíkjában ív alakú lemezekből álló **fényrekesz** (apertúrarekesz) található. Ennek segítségével az áthaladó sugárnyalábok keresztmetszetét változtathatjuk, és ezáltal szabályozhatjuk a metszetet megvilágító sugárkúpok nyílásszögét, ill. a kondenzor (közvetve) az objektív apertúráját. (A rekesz állása a tárgy megvilágított területének nagyságát nem befolyásolja.) Az objektív feloldóképességének teljes kihasználása érdekében a kondenzor apertúrájának - elméletileg - el kell érnie az objektív névleges apertúráját. Amennyiben a kondenzor frontlencséje és a tárgylemez között levegő van, az apertúra legfeljebb 1.0 lehet. Ha ennél nagyobb apertúra szükséges, a tárgylemez és a kondenzor - frontlencse - közé is immerziós olajat cseppentünk (kondenzor - immerzió). A korszerű mikroszkópokon revolverrel váltható kondenzorokból és az ún. pankratikus lencserendszerből álló **belső megvilágító berendezés** található. Az apertúrarekesz alatti foglalatban színszűrőt, ill. fénytompító homályos üveglapot vagy semleges szürke szűrőt (használt röntgenfilmből is készíthető) helyezhetünk el. Vizuális megfigyeléshez halványkék szűrő vagy kék, homályos üveg alkalmas, mely az izzólámpa fényének sárga sugarait visszatartja és összetételét a napfényéhez hasonlóvá teszi. A színtelen szűrővel a hősugarakat szűrhetjük ki. A külső megvilágítású mikroszkóp világítását kifestültségű (6v / 15w) izzólámpa szolgáltatja. A fényforrás teljesítményének jobb kihasználása végett a fényt egy konvexlencse (kollektorlencse) gyűjti össze, és egy siktükör irányítja felfelé, a kondenzorba. A tükör és a lencse között a szabályozható látómezőrekesz található. Beépített megvilágító berendezésnél a fenti szerkezeti elemek a mikroszkóp talpázatában foglalnak helyet, különálló mikroszkóplámpa esetében a kollektorkencse és a látómezőrekesz a lámpába van beépítve. Az ismertetett **szerkezeti részeket** (tárgyasztal, tubus, megvilágító-berendezés) az **állvány** (statív) köti össze, mely a

talpazaton nyugszik és a beállító szerkezetet is magába foglalja. A mikroszkóp élesre állítására a **durva** - (makrométer) és a **finombeállító - csavar** (mikrométer) szolgál. Az előbbi fogasléccel, az utóbbi emelőrendszerrel változtatja az objektív és a tárgy közötti távolságot. Az újabb mikroszkópokon a két csavar többnyire koncentrikusan, együtt helyezkedik el. A finombeállító - csavaron lévő dob beosztása segítségével a metszet vastagságát is megmérhetjük. Élesre állítjuk a metszet legfelső, majd a legalsó síkját és leolvassuk, hogy ehhez a dobot mennyire kellett elfordítani. (Egy osztás rendszerint 2 mikrom-nek felel meg ) A finombeállító - csavar, amely a mikroszkóp legkényesebb mechanikai része, csupán néhány mm-es elmozdulást tesz lehetővé, és végső helyzeteiben forgása megakad. A tárgyat mindig előbb a durva csavarral állítsuk be megközelítőleg élesre, és csupán a további állítást végezzük a finomcsavarral.

A mikroszkópot portól való **megóvása** érdekében, használaton kívül fedjük le vászon takaróval vagy műanyag huzattal. Tisztítására puhaszőrű ecsetet használjunk. A lencséről a porszemeket külön erre a célra szolgáló ecsettel, az egyéb szennyeződést puha vászonnal távolítsuk el. A tubusba mindig tartsuk benne az okulárt, nehogy az objektív hátulsó lencséje beporosodjon. A műszert szilárd, rezgésmentes asztalon helyezük el úgy, hogy a munkahelyet direkt napfény ne érje. A szék magassága állítható legyen, hogy a vizsgáló kényelmes testtartásban nézhessen az okulárba.

---