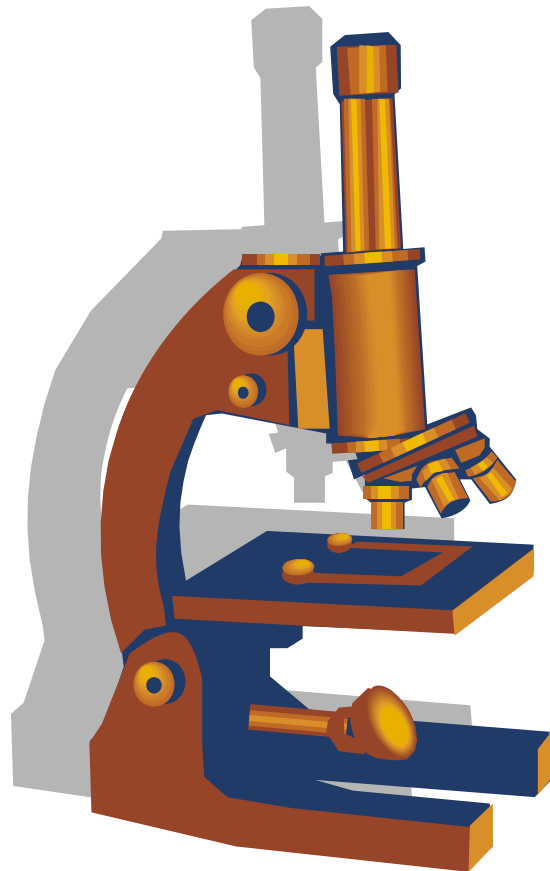


VÁSÁRLÁSI ÚTMUTATÓ

MIKROSZKÓPOK



Mi a mikroszkóp?

A mikroszkóp egy precíziós optikai műszer, amelyben lencsék kombinációja nagymértékben felnagyított képet ad kisméretű élőlényekről vagy apró tárgyakról. Különösen hasznos, ha ezek annyira kicsik, hogy pusztán szemmel láthatatlanok. A vizsgált tárgyat tükrökkel vagy lámpákkal működő fényforrás világítja meg.

Mi a mikroszkopizálás?

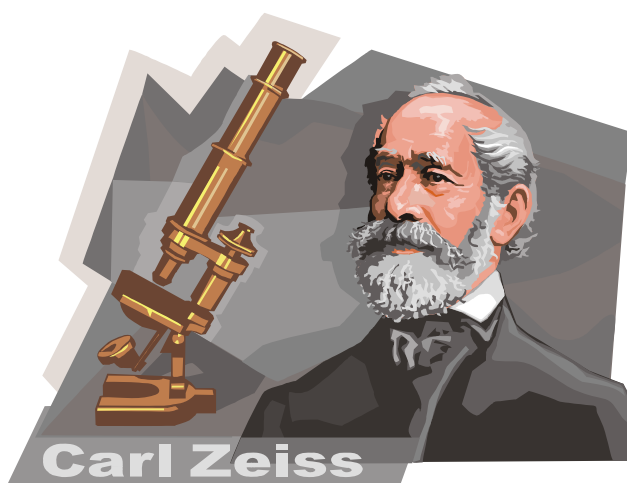
Különböző apró tárgyak, élőlények, minták vizsgálata mikroszkóp segítségével.

Ki találta fel a mikroszkópot?

A mikroszkóp feltalálása nem köthető egy ember nevéhez, mivel több feltaláló is kísérletezett különböző elméletekkel és ötletekkel, miközben a mai mikroszkóp egyes részeit tökéletesítették.

1590 körül két dán szemüvegkészítő, Zaccharias Janssen és fia, Hans foglalkozott a mikroszkóp nevű eszközzel, amely a vizsgált tárgyakat 10x- vagy 30x nagyításban mutatta. 1609-ben az olasz Galileo Galilei a lencsékkel kapcsolatos munkássága során továbbfejlesztette az élességállításhoz szükséges, eredetileg Janssen által készített eszközt.

Ezek a kezdetleges berendezések nem sokat változtak egészen az 1670-es évek elejéig. Ebből az időből a dán Anton von Leeuwenhoeket tartják a mikroszkóp atyjának az általa bevezetett újítások és fejlesztések miatt. Gyakornokként dolgozott egy méteráruraktárban, ahol nagyító-lencsékkel számlálták meg a ruhaanyagban található szálakat. Anton érdeklődését felkeltették a lencsék, így az új módszerek kikísérletezése mellett megtanult kis lencséket csiszolni és fényezni, amelyek segítségével már 270x nagyítást ért el. Ez vezetett el végül az első, valóban használható mikroszkópokhoz. 1674-ben Anton elsőként láthatta és írhatta le, miként fest egy baktérium, az élesztőgomba, egyes növények és maga az élet nyüzsgése egyetlen csepp vízben.



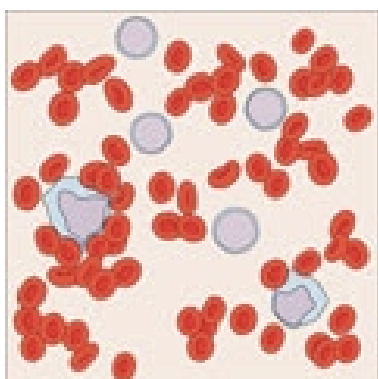
Ezután nem túl sok fejlődés történt egészen az 1850-es évekig, amikor több európai és amerikai feltaláló további újításokat vezetett be. Az ekkor megjelent, ún. összetett mikroszkópok és sztereomikroszkópok már nem sokat változtak.

Az 1930-as évek elején az első elektronsugárral működő mikroszkópokat is kifejlesztették, amelyek valódi áttörést jelentettek ezen a területen, mivel az elérhető nagyítást az addigi 1000x-esről akár 250000x-re is növelték. Ezek a műszerek fénysugár helyett elektronsugarat használnak a tárgyak vizsgálatához.

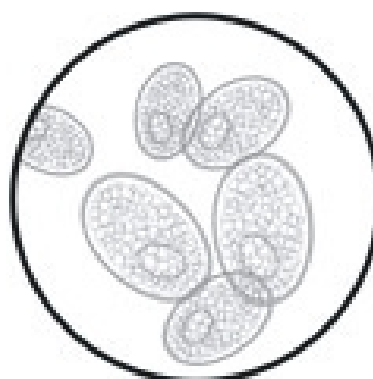
Mit tehetünk egy mikroszkóppal?

Egész könyveket lehetne megtölteni a mikroszkóp felhasználási lehetőségével - de csak röviden:

- a mikrovilág iránt érdeklődő amatőrök használhatják tanulásra és szórakozásra bélyegek, érmék, ékkövek, rovarok vizsgálata során
- gyerekek ismerkedhetnek meg a fantasztikus mikrovilággal
- középiskolai-egyetemi tanulók élvezhetik a tudás megszerzésének örömét
- a legegyszerűbb orvosi felhasználástól kezdve a komoly kutatómunkáig számos tudományterületen alkalmazhatják a kutatók
- ipari felhasználás során bevizsgálásra vagy mérésre a mérnökök
- kormányzati vagy tudományos céllal, közbiztonsági okokból különféle szakemberek
- és általában bárminek a beható vizsgálatára, ami csak a kezünkbe akad.



Sejtek egy csepp vérben



Mikroszkopikus tojasok

A megszokott rendkívülivé válik, amint mikroszkópon át vizsgáljuk. Felfedezhetjük, hogy szinte bármi, ami él vagy élt, számtalan apró, sejtnek nevezett összetevőből áll, amelyek mesés látványt nyújtanak - legyen szó akár saját vérünkről, a penészről, az élesztőgombákról és különféle baktériumokról. Megvizsgálhatunk készen kapott preparátumokat, vagy elkészíthetjük sajátjainkat is. Órákat tölthetünk el az egyetlen csepp vízben nyüzgő élet megfigyelésével. Tanulmányozhatunk szokványos dolgokat, mint például sókristályt, gyapjúszálakat, különféle ételeket, növényeket vagy virágokat. Sztereomikroszkóp használatával kitűnően megfigyelhetjük rovarok egyes részeit, ékkövek, textíliák, papírok, ujjlenyomatok, homokszemcskék, tej, kenyérdarabok, vagy bármi más struktúráját, felépítését.

A mikroszkóp elengedhetetlen segédeszköz a gyógyszerkutatásban, és így a betegségek elleni kutatásokban.

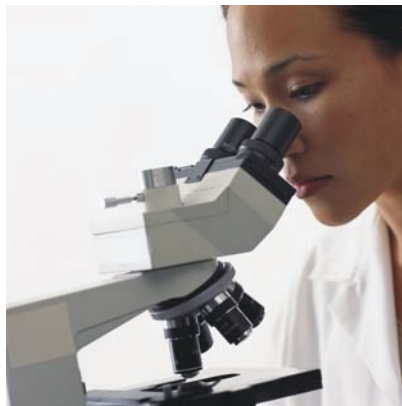
Ezekre a változatos feladatokra alapvetően ugyanazt a mikroszkóptípust használhatjuk. A megfelelő minőségű mikroszkóp némi tördés mellett egy életre szóló segédeszköz. Sokan gondolják úgy, hogy a mikroszkópok túl bonyolult és nehezen használható eszközök, ezért csak kutatólaboratóriumokban, egyetemeken használják, valamint hogy túl drágák - valójában elérhetőbbek, mint legtöbbünk vélné, és igen könnyen használhatók.

Kik és mire használhatják a mikroszkópokat?

- amatőrök - ékkövek, érmék, bélyegek vizsgálatára, a tanulás és felfedezés örömeért
- oktatásban - kémia, biológia, botanika, zoológia területein
- gyógyításban - a mikrobiológiában, hematológiában, patológiában, entomológiában, dermatológiában, fogászati- és állatorvosi területen, a mindennapi munkától kezdve kutatásokig, orvosi iskoláktól laborokig és kórházakig
- iparban - elektronikus alkatrészek, fémek, textíliák, műanyagok vizsgálatára. Mezőgazdaságban, borászatban, sörfőzésben, finom gravírozások készítéséhez, bányászati munkában, az ékszerészekről a geológusokig
- tanárok és tanulók - az oktatásban, kezdve az általános iskolától egészen az egyetemekig
- tudományos területeken - régészeti, oceanográfiai, geológiai, fémtudományi és számos más szakterületen
- kormányzati helyeken - közegészségügyi és közbiztonsági intézményekben, például vízminőség-ellenőrzésre, gyógyszerészeti vonalon, nyomozásoknál, különféle laboratóriumi munkában, katonai célú felhasználásoknál



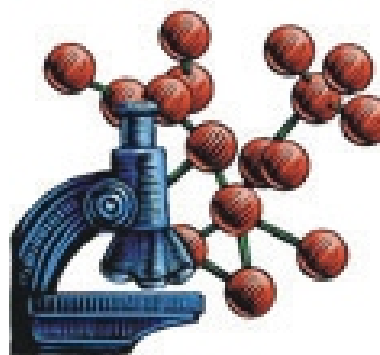
Oktatás



Orvosi tudományok és kutatómunka



Különbéle tudományágak



Molekuláris struktúra vizsgálata

A mikroszkóptípusok

A legtöbb mikroszkóp ún. fénymikroszkóp, mivel működésük a vizsgált tárgyról a fény által alkotott nagyított képen alapul. Ezen belül két nagy csoport található, az (1) összetett (nagy nagyítású) mikroszkópok, és a (2) sztereo- vagy elemző mikroszkópok.

Összetett mikroszkópok

Ez a legelterjedtebb mikroszkóptípus. Néha biológiai vagy kutatómikroszkópnak is nevezik.

Az összetett mikroszkópokat sokan nagy nagyítású mikroszkópoknak is nevezik. A nagyítástartomány általában 40x-1000x körüli, de egyes példányok akár 1500x, vagy 2000x nagyításra is képesek. A legtöbb esetben ezeket a mikroszkópokat 400x-500x körüli nagyítással használják.



Összetett mikroszkóp



Sztereomikroszkóp

Az "összetett" szó a mikroszkóp nevében arra utal, hogy a kívánt nagyítás elérése érdekében a fény több lencsén, lencsecsoporton halad keresztül, miközben minden egyes lencse tovább nagyítja az előzőek által már felnagyított képet. Más szavakkal, több lencsecsoporton áthaladó, egybefüggő fénnyel rendelkező eszköz egy összetett mikroszkóp. A képet a mikroszkópba tekintve úgy látjuk, mintha az a kényelmes látás távolságában, mintegy 250 mm-re lenne szemüinktől.

Hagyományos kiépítésükben a lencsék egyik csoportja alkotja az objektívet (ez van legközelebb a vizsgált tárgyhoz), egy másik csoportja pedig a szemlencsét, vagy okulárt (ez van legközelebb a felhasználó szeméhez). Emellett a mikroszkóp tartalmaz egy, az élesség állítására szolgáló rendszert, illetve lehetőséget ad a vizsgált tárgy finom mozgására.

Az objektív legtöbbször három vagy négy lencséből (néha ötből) álló összetett optikai rendszer, amely egy forgatható fejen helyezkedik el. Így a különböző objektívek beforgatásával a mikroszkóp nagyítása változtatható. A mikroszkóp által előállított kép kétdimenziós, és általában fejjel lefelé áll, vagyis fordított állású. Leggyakrabban az átvilágítási módszert alkalmazzák, amikor a mikroszkóp alsó részéből fény bocsátanak a vizsgált tárgyon keresztül az objektívbe.

400x nagyításnál már kítűnően tanulmányozhatók az élő szervezetek sejtjei. A sejtek és mikroorganizmusok tanulmányozása nemcsak a tanulás szempontjából fontos, de igen lényeges orvosi vagy egyéb tudományos területeken is.

Sztereomikroszkópok

A másik elterjedt mikroszkóptípus a sztereomikroszkóp.

A sztereomikroszkópokat sokan kis nagyítású mikroszkópként is említik. A nagyítástartomány 10x-től 80x-ig terjed, amiből a 10x-40x körül nagyítások a legelterjedtebbek. Egyes zoom-rendszerű modellekben a nagyítás kb. 10x és 60x között kényelmesen változtatható.

Az alacsony nagyítást elsősorban nagyobb tárgyak, például rovarok, növények és virágok részeinek, vagy ásványi kristályoknak és fossziliáknak, illetve bélyegeknek, érméknek, nyomtatott áramkörtábláknak, vagy hajnak a vizsgálatára használják. Természetesen minden preparátum megvizsgálható ezekkel az alacsonyabb nagyításokkal is.

Az összetett mikroszkópokkal szemben ezekben az eszközökben két különálló fényút található, aminek révén valódi három dimenziós kép keletkezik. Az objektívben is két lencserendszer található egymással párhuzamosan. A sztereomikroszkóp bizonyos, itt nem részletezett tulajdonságai miatt a háromdimenziós látvány csak kis nagyítást tesz lehetővé.

A kis nagyítású mikroszkópok között is található természetesen olyan, amelyben csak egy fényút van (l. összetett mikroszkópok). Ez a típus gazdaságosabban előállítható, és jól használható nagy objektumok vizsgálatára.

A hagyományos elrendezéshez hasonlóan több lencséből álló objektívet (a tárgylemezhez közel), és ugyancsak több lencséből álló szemlencsét, okulárt (a felhasználó szeméhez legközelebb), élességállító mechanizmust, valamint a vizsgált tárgy finom mozgására szolgáló szerkezetet találunk benne. A sztereomikroszkóp szintén fényt használ fel (az asztalból, az asztali lámpából, a beérkező napfényből, vagy valamiféle beépített fényforrásból) a vizsgált tárgy megvilágításához.

A kapott kép egyenes állású (talpán áll, és oldalai sincsenek felcserélve, szemben az összetett mikroszkópokkal). A legtöbb sztereomikroszkópban lehetőség van a tárgyat mind alulról, mind felülről megvilágítani, így lehetővé válik szinte mindenféle behelyezett mintavizsgálata.

Egyéb mikroszkóptípusok

Többfajta, jelentősen továbbfejlesztett mikroszkóptípus is létezik, különféle célfeladatokra és kutatási munkákra. A rendkívül sokféle típusból csak néhányat említünk meg.

Fáziskontraszt - A mikroszkóp a beérkező fény fáziskülönbségeit felhasználva a tárgy különböző részeiről igen kontrasztos képet állít elő.

Polarizációs mikroszkóp - A mikroszkópban a tárgyat polarizált fényvel világítják meg. A keletkező kép az élő vagy élettelen tárgy összetételének és felépítésének vizsgálatára szolgál, például kristályok megfigyelésére, kémiai mikroszkopizálás vagy optikai ásványtani kutatások során.

Fluoreszcens mikroszkóp - Ezekben a mikroszkópokban a megfelelően választott fényforrással a vizsgált mintában levő, fluoreszcens anyaggal megjelölt részek (pl. proteinek, enzimek, gének) egy adott fényhullámhosszon a fluoreszcencia jelensége miatt jól elkülöníthető fény bocsátanak ki.

Metallurgiai - Fémek és ötvözetek azonosítására, vizsgálatára és elemzésére szolgáló mikroszkóp.

Elektronsugaras - Ezek a mikroszkópok igen drágák. Fény helyett nagyenergiájú elektronsugárral tapogatták le a vizsgált tárgyat. Ezzel a technológiával az optikai mikroszkópok nagyításhatára is áttörhető, így ilyen műszerekkel akár a 250000x-es nagyítás is elérhető.

Digitális - Ezek jelentik a legújabb technológiát a mikroszkópok világában. A legelterjedtebbek a digitális kamerák, amelyek CCD vagy CMOS képalkotó chipet tartalmaznak. A kamera lehet a mikroszkóppal összeépített elem, vagy speciális kamerákat is vásárolhatunk, amelyeket szinte bármilyen meglévő mikroszkóppal használhatunk. A kamerával szállított szoftvercsomaggal a mikroszkóp használója képeket készíthet és menthet el. Kissé drágább programcsomagok képfeldolgozásra is képesek, különféle orvosi, oktatási, vagy speciális kutatási célterületeken.

Kézi digitális mikroszkópok - Szintén új technológiát alkalmaznak. Egy miniatűr kamera és megvilágító egység alkot egy egységet, amely valódi mikroszkópként működik. Számítógéppel vagy lappal használva az energiaellátás is az USB csatlakozón történik.

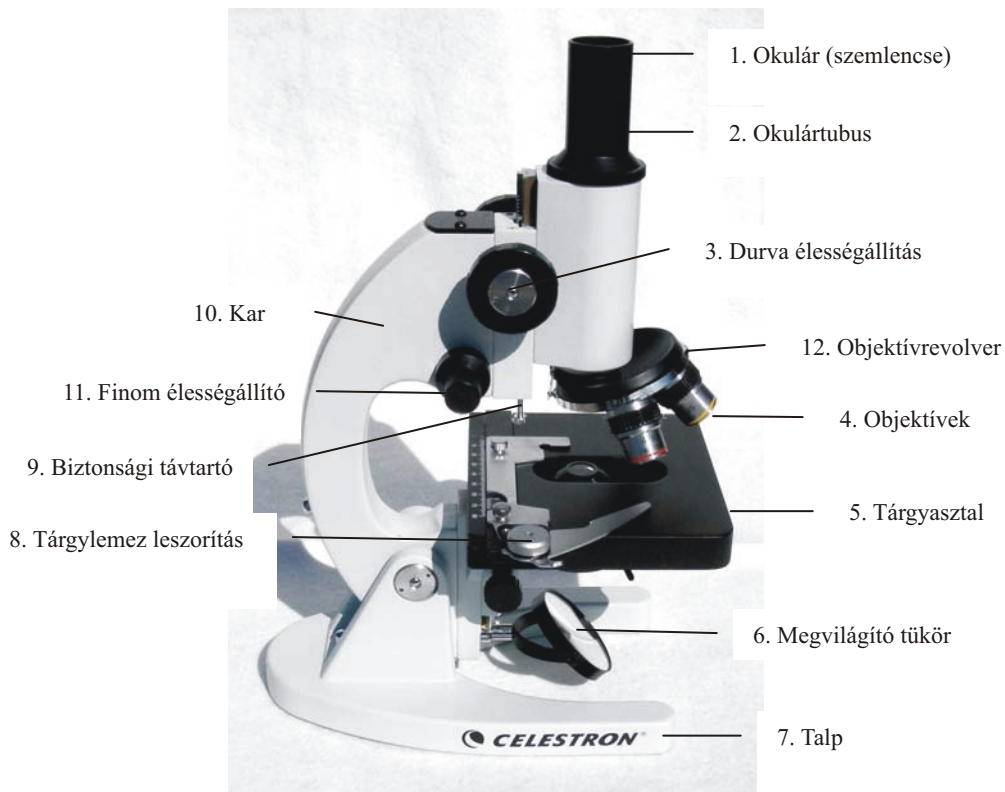


Kézi mikroszkóp lappal

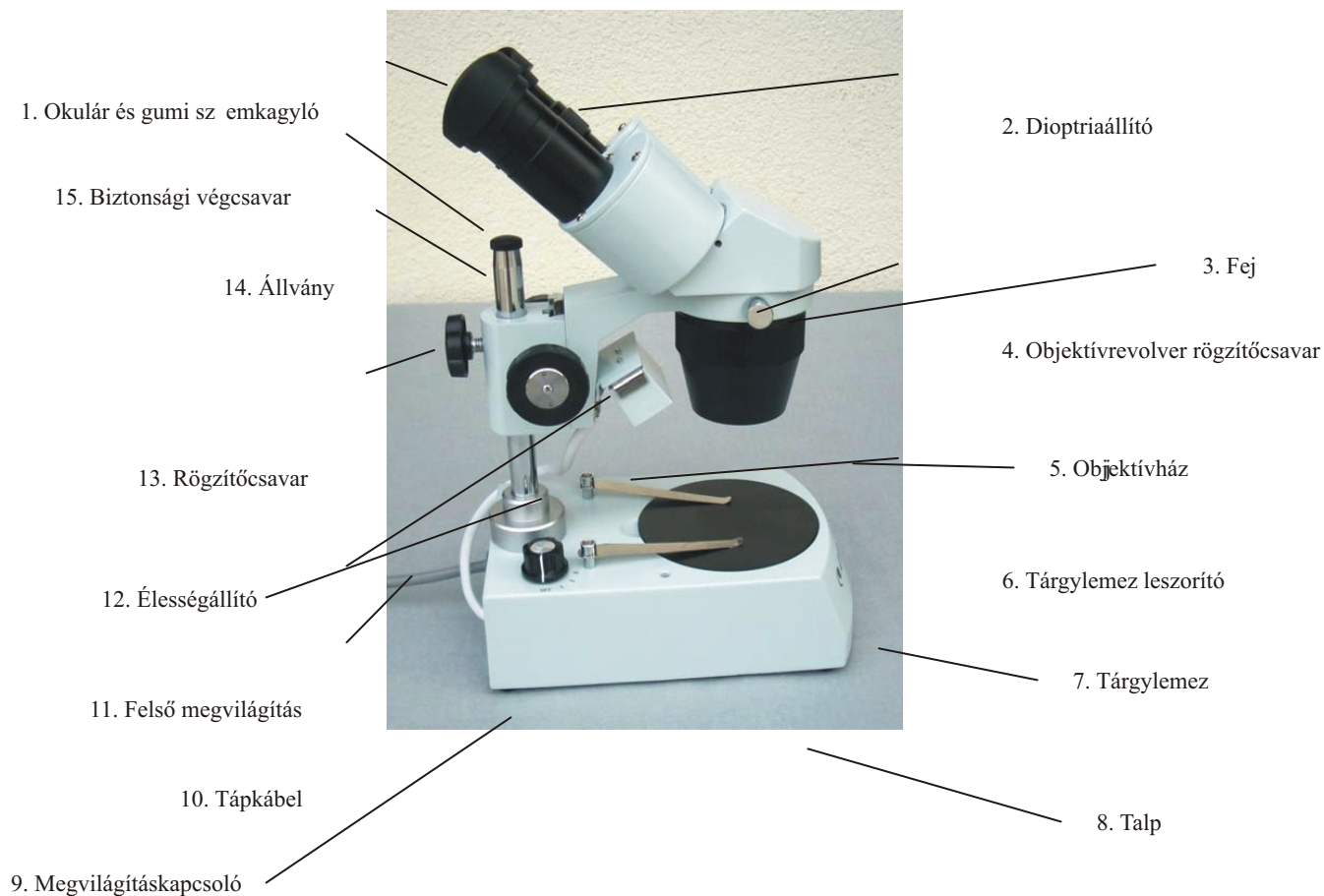


Digitális kamera egy hagyományos mikroszkóphoz csatolva

A mikroszkóp részei



Összetett mikroszkóp

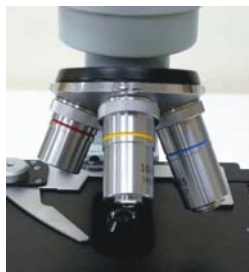


Sztereomikroszkóp

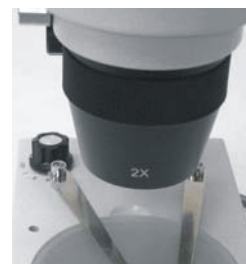
Objektívek



Összetett mikroszkóphoz való objektívek



Objektívek összetett mikroszkópon



Sztereomikroszkóp objektívháza

Az objektívek a mikroszkópok fontos részei, később részletesen is foglalkozunk velük. Fő feladatuk, hogy a vizsgált tárgyon áthaladó, vagy arról visszavert fénysugarakat összegyűjtsék, és a keletkező képet mikroszkóp belsejében felfelé vetítsék. A szemlencse (okulár) ezt a képet tovább nagyítja. A legtöbb minőségi mikroszkópban üveglencsék találhatóak. Ajánlott még a kezdőknek szánt mikroszkópok esetében is tartózkodni a műanyaglencsés modellektől, mivel ezek minősége nem mindig megfelelő. Az objektív található legközelebb a vizsgált tárgyhoz.

Minden szemlencséhez (okulárhoz) egy objektív tartozik az összetett mikroszkópokban. Sztereomikroszkópokban objektívpárok tartoznak szemlencse-párokhoz, amelyek így végül 3 dimenziós hatást képesek adnak.

Összetett mikroszkópokon a következő információkat találjuk: nagyítás, DIN tubushossz, N.A. (numerikus apertúra), fedőlemez vastagság, univerzális színekód. Az objektívek tubushossza általában a DIN szabvány szerinti 185 vagy 195mm.

Az objektívek nagyítása 1x és 160x között változik, de legtöbbjük esetében az érték 4x és 100x között van. A legtöbb összetett mikroszkópban három vagy négy (esetleg öt) objektív található, amelyek nagyításai rendre 4x, 10x, 40x és 100x (olajimmerziós), amelyek az objektívrevolverben forgatva adják a különböző nagyításokat. A 4x, 10x és 40x nagyításokat adó objektíveket száraz objektívnek hívják, amely azt jelenti, hogy használatuk során légrés van az objektívlencse és a vizsgált tárgy között. A 100x már "nedves" objektív, mivel használatukor egy vékony olajimmerziós réteg van a lencse és a vizsgált minta között.

Sztereomikroszkópok esetén egy vagy két objektívpár van, amelyek általában 1x, 2x, 3x vagy 4x nagyításúak. Néhány zoom-modellben kb. 0,5x-5x között változtatható a nagyítás.

A különböző optikai hibák (aberrációk) kiküszöbölésére tett erőfeszítések, például a keletkező képsík egyenessége alapvetően meghatározza az objektívek használhatóságát és árát. A legolcsóbb típusok akromatikus objektívek, középkategóriás mikroszkópokban megfelelőek. Az ár azonban drámain nő, ha például fluorittartalmú üvegekből készült, vagy félapokromatikus típusokat használunk, míg a legdrágábbak az apokromatikus objektívek.

A képsík egyenessége azt mutatja meg, hogy a vizsgált tárgy mennyire van fókuszban a teljes látómezőben. Akromatikus objektíveknél ez az érték 50%-70% közötti, vagyis a látómező közepétől mérve ekkora az a terület, ahol az élesség tökéletes, innentől kifelé haladva a kép fokozatosan életlenedik. Természetesen ez a terület is élesre állítható, ekkor azonban a kép középső része mozdul ki a fókuszsíkból. Jobb minőségű objektívek (microplan vagy semiplan) és félapokromatikus objektívek esetén az érték 70%-85% körüli, apokromátok (plan) esetében pedig 90%-100%.

NA (Numerikus Apertúra) néven megadott szám a lencse felbontóképességére mutat. Az NA szám növekedésével a felbontóképesség javul. Az NA értéke 0.04 (kicsi) 1.4-ig (nagyteljesítményű plan immerziós objektív) terjed. Az NA értékét az objektíveken jelölik. Tipikus értékeik különféle nagyítású objektíveknél rendre : 4x=0.10, 10x=0.25, 40x=0.65, 100x=1.25.

Felbontóképesség (valódi, nem elméleti) két, egymás melletti pont vagy vonal közötti legkisebb távolság, amelyet az objektívvel még különválaszthatunk. A felbontás növelésével a két pont vagy vonal közelebb is lehet egymáshoz, mégis feloldható. A felbontást az objektív és nem a szemlencse adja, mivel a szemlencsék feladata csak a már előállított kép nagyítása. Sokszor az objektíveken általánosan elterjedt színekódolású gyűrűk segítik a nagyítás meghatározását: fekete (1x), barna (2x), vörös (4x), sárga (10x), zöld (20x), türkiz (25x), világoskék (40x), sötétkék (60x) és fehér (100x).

A másik, objektíven feltüntetett szám (pl. 0.17) a fedőüveg milliméterben kifejezett vastagságára utal, amelyet a lencse tervezője figyelembe vett az objektív teljesítményének meghatározásakor.

DIN (Német Ipari Szabvány) szabványszám-jelölés a nemzetközileg legelterjedtebb, amely az objektív tulajdonságaira mutat. A DIN szabványnak megfelelő, adott gyártótól származó objektívek gond nélkül használhatók egy másik gyártó kompatibilis mikroszkópjával. A szabványban 45 mm-es parfokális (l. lent) objektívek szerepelnek. A 45 mm távolság a csatlakozási ponttól a vizsgált tárgyon kapott fókuszpontig értendő.

JIS (Japán Ipari Szabvány) kevésbé használható nemzetközi viszonylagban. Itt 36 mm-es távolságot használnak.

RMS (Royal Microscopical Society, Királyi Mikroszkóp-Társaság) 33 mm-es parfokális távolsággal számol. Az RMS-szabványú menetek átmérője 20.32mm, 0.706 emelkedéssel.

Parfokalitás azt jelenti, hogy két, eltérő nagyítású objektívlencse kicserélésekor egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mértékben kell módosítani a már beállított élességen. A parcentrális szó azt jelenti, hogy az objektívek cseréjekor a beállított látómező nem változik.

Az olajimmerzió "összetömöríti" a fényt, és növeli a felbontást. Ehhez speciális olajat kell használni a 100x nagyítás feletti objektíveknél, általában 1000x-1500x nagyításnál. Ezzel a technikával eltűnik a légréteg az objektív frontlencséje és a tárgy között. Amint az objektívlencse érinti az olajfelületet, ezek egy optikai egységgé válnak. Csak az immerziós olaj használható erre a célra: ez az egyetlen, amely megfelelően nagy nagyítást biztosít, az objektív károsítása nélkül. Kétféle típusban létezik: az A típus alacsony, a B típus magas viszkozitású.

Az okulárok több, közös tubusba szerelt lencséből állnak. Ezekön keresztül vizsgáljuk az objektívek által előállított, nagyított, és a mikroszkópházba vetített képet, amelyet a szemlencse tovább nagyít. Csakúgy, mint az objektívek esetén, kerüljük a műanyaglencsés példányokat. Az okulároknak számos típusa van, ezek közül néhány: Huygens, Ramsden, Kellner, orthoszkopikus, Plössl. Ezek mindegyike használható mikroszkópokhoz, a felépítésbeli különbségek közel sem olyan jelentősek, mint csillagászati alkalmazásukkor.

Az okulárok nagyítása általában 10x, de előfordulnak 5x, 12.5x, 15x és 20x példányok is. Az "x" jel a nagyításra utal, amelyet az okulár az objektív által előállított, már felnagyított képen végez. Ez az érték az okulár nyílását milliméterben kifejező számmal együtt van feltüntetve az okuláron. Az apertúra lényegében az elérhető látómezőt szabja meg. Különleges felhasználási célokra az okulárba skálákat, mutatókat, szálereszteket és egyéb jeleket rögzíthetnek.

Léteznek nagylátómezejű okulárok is. Nagy belépő nyílásuk és látómezejük van a hagyományos okulárokhoz képest. A legtöbbjük 10x nagyítású, bár 15x és néha 20x nagyításúak is előfordulnak. A pupillatávolság az a legnagyobb, milliméterben kifejezett távolság, amely a megfigyelő szeme és az okulár külső lencsefelülete között mérhető, amikor a teljes látómező még kényelmesen áttekinthető a felhasználó számára. A hosszabb pupillatávolság kényelmesebb betekintést jelent, és nagyon fontos szemüveget viselőknél. A mikroszkópba tekintve általában van egy pont, ahonnan nézve a legjobb képet látjuk. Néhány okulárban egy mutatójel is található, amelyet a vizsgált tárgy egy pontjára állíthatunk. A mutató forgatása az okulár forgatásával történik. Esetleg mikrométer is található az okulárban, ami egy behelyezett üveglap, nyomtatott vagy gravírozott skálával, amely segítségével a látott képen mérések végezhetők.

A dioptriaállítás révén hangolhatjuk az okulárokat két szemünk eltérő tulajdonságaihoz. A legtöbb ember ugyanis nem lát egyformán a két szemével. A dioptriaállítás révén a két okulárt lényegében eltérő módon fókuszálhatjuk. Pl. szemüvegünk paramétereinek megfelelően beállítva a mikroszkópot, használhatjuk akár szemüvegünk nélkül is. A dioptriaállító általában a bal okuláron van. Először állítsuk a képet élesre, kizárólag a jobb szemünk használatával, majd csukjuk be jobb szemünket, és nyissuk ki a balt. Ezután a dioptriállító segítségével állítsuk élesre a bal szemmel látható képet.

Gumi szemkagyló tipikusan a sztereomikroszkópok tartozéka. Csökkentik az oldalsó zavaró fényeket, és kényelmesebb betekintést nyújtanak - sajnos szemüvegesek nem használhatják.

Kondenzorlencsék

Üveglencse vagy lencsék olyan rendszere, amelyek a tárgylemez alatt helyezkednek el, és fő feladatuk a fény összegyűjtése a fényforrásból, majd annak a vizsgált tárgyra koncentrálása. A nagy nagyítást adó objektívlencsék belépő nyílása igen kicsi, így nagy mértékben koncentrált fényre van szükség a működéshez. A legegyszerűbb kondenzor fixen rögzítve kerül beépítésre.

Állítható és sokkal kifinomultabb az Abbe-kondenzor. Általában fel-le mozgatható, ezzel a bejövő fény mennyisége szabályozható. A tárgylemez alatt található, és egy írisz-szerűen nyitható-zárható rendszerrel is rendelkezik, amellyel a lencserendszerbe jutó fény mennyisége is szabályozható. Az írisz méretének változásával, illetve a rendszer fel-le mozgatásával a fénykúp átmérője és fókuszpontja is szabályozható. Leginkább 400x, és a feletti nagyításoknál hasznos.



Egyszerű kondenzor



Abbe-kondenzor

A kondenzor NA értékének nem szabad kisebbnek lennie az objektív NA értékénél. A legegyszerűbb kondenzorok NA értéke 0.65, ami 400x nagyítás alatti használathoz megfelelő. Nagyobb nagyításoknál 1.20, vagy 1.25-ös NA-értékeket használnak, általában Abbe-típusú kondenzorokkal. Még az Abbe-féle kondenzornál is jobb minőségűek az aplanatikus, akromatikus típusok, amelyek igen sík megvilágítási felületet adnak, viszont igen drágák.

Egyes kondenzorok további kiegészítővel bővíthetők, így fáziskontraszt, polarizált fény, differenciális interferencia és sötétkép mikroszkópiában is használhatóak.

Diafragma



Korongdiafragma



Íriszdiafragma

A diafragmát esetenként mint tárgyasztal alatti rést vagy apertúra-diafragmát is említik. A diafragmát általában a mikroszkóp tárgylemeze alatt találjuk, ezzel állíthatjuk a tárgyon áthaladó fény mennyiségét. Leginkább nagy nagyítóknál használható. Az összetett mikroszkópokban alapvetően kétféle diafragma-típust találunk:

1. Korongdiafragma - ez a legegyszerűbb és legköltséghatékonyabb megoldás. A fényforrás és a tárgylemez között található, forgatható lemezben 5-10, különböző átmérőjű nyílás található.
2. Íriszdiafragma - jobb, de költségesebb megoldás. Folyamatosan állítható átmérőjű nyílást tartalmaz, amely a szemhez vagy egy fényképezőgép blendéjéhez hasonlóan működik. Általában egy csúszkával állítható.

Megvilágítási rendszer (fényforrás)

Mivel a vizsgált tárgyak a legritkább esetben bocsátanak ki saját fényt, szükség van a megvilágításukra. A megvilágításhoz használt fényforrásnak fényesnek, csillogástól mentesnek, és egyenletes eloszlásúnak kell lennie.

A legegyszerűbb megoldás egy asztali lámpa, vagy a szobába beeső szórt napfény használata. Számos összetett mikroszkópban egy állítható sík/homorú tükör vetíti a külső fényt a mikroszkópba. A síktükrös rendszerek általában élesebb képet adnak, de ha erősebb és fényesebb megvilágításra van szükség, a homorú tükör használandó. Ez az eljárás a legköltséghatékonyabb, de sokszor nehéz lehet megfelelő fényt vetíteni a vizsgálandó tárgyra.

Kissé drágább, de általánosan használt módszer egy beépített, vagy csatlakoztatott fényforrás használata, amelyekben izzók állítják elő a szükséges fényt. A fény érkezik a tárgylemezhez képest felülről vagy alulról is. Alsó fényforrás esetén a fény áthalad a vizsgált tárgyon. A felülről és alulról egyidejűleg alkalmazott megvilágítás elegendő fényt biztosíthat a vastag és szabálytalan tárgyak vizsgálatához. A megvilágítás erőssége lehet rögzített, vagy változtatható.

A megvilágító lámpák is többfélék lehetnek:

Wolfram - ez az izzólámpa-típus a legelterjedtebb és legolcsóbb. Kissé sárgás fényt adk, és közepes hőtermeléssel rendelkezik. Tipikusan 15 vagy 20 wattosak.

Halogén - ez a lámpa adja a legintenzívebb megvilágítást. A fény nagyon fényes, fehér, és koncentrált. A halogénizzók a wolframszálasoknál drágábbak. Tipikusan 15 vagy 20 wattosak.

Fénycső - a lámpa igen hideg fényű. Fénye fényes, fehér és igen éles képet ad, ami kényelmes a szemnek. Ez a fény ideális élő szervezetek tanulmányozásához. Tipikusan 5 vagy 10 wattosak, de ugyanazt a fényességet produkálják, mint a wolfram- vagy halogén izzók. Néhány típusnál a mikroszkóp alapjába építik, másoknál (gyűrű formában) felülről világítják meg a tárgyat.

LED - ezek a fénykibocsátó diódák igen intenzív fényt bocsátanak ki gyakorlatilag hőtermelés nélkül. A fehér fény fényesebb és hidegebb, mint a többi megvilágításnál. Általában elemmel üzemelnek, így nem függenek külső áramforrástól, vagyis ideálisak például kültéri használathoz is.

A megvilágítás erősségének vagy más tulajdonságainak állításával a mikroszkópban látott kép minőségét is befolyásolhatjuk.

Háttérvilágítás - ez a legalapvetőbb és leginkább elterjedt megvilágítási módszer. Egy irányított és intenzív fényforrás fényét a tárgylemez alól a kondenzorlencsén keresztül vetítik a tárgyra, majd azon keresztül az objektívbe, végül az okulárba és innen a szembe.

Diffúz megvilágítás - ebben az elrendezésben a kondenzorlencse előtt elhelyezett, fényt szóró üveg- vagy műanyaglap segítségével a fény diffúz eloszlást kap. Ezzel a fény nagyobb területre oszlik el, ami egyenletesebben megvilágított képet eredményez a mikroszkópba tekintve.

Fáziskontraszt - az élő szervezetek nagy része gyakorlatilag teljesen átlátszó, így normál megvilágításban igen alacsony kontrasztot eredményez. A kondenzorhoz kapcsolt fázisgyűrűvel a fényhullámok megfelelő mérvű késleltetésével elérhető, hogy a háttér megvilágításának kb. 85%-os csökkenése mellett a vizsgált tárgy fényesen, kontrasztosan jelenjen meg. Bár a módszer valamelyest csökkenti a felbontást, sok esetben enélkül nem is lennének megfigyelhető részletek válnak láthatóvá.

Sötét háttér - ezzel a módszerrel teljesen, vagy csaknem teljesen átlátszó minták vizsgálhatók, amelyek általában nagyon nehezen különböztethetők meg a háttértől. A háttérvilágítás kizárása mellett csak szórt fény jut a vizsgált tárgyra.

Köhler - Ez a megvilágítási forma biztosítja a legjobb minőségű, egyenletes megvilágítást. A rendszer része egy fókuszálható megvilágító egység is. A rendszert általában a legdrágább mikroszkópokon találjuk meg.



Köhler megvilágító egység

Élességállító rendszerek

Az élességállító segítségével állíthatjuk a mikroszkópban látott képet élesre. A mikroszkópokon van egy, a fókuszálásra szolgáló gomb a gyors élességállításhoz. Emellett a drágább műszereken egy második, finomállító gomb is található, amely főleg a nagy nagyítású vizsgálatoknál hasznos.



Durva élességállító (fent)
Finom élességállító (lent)



Egytengelyű durva és finom élességállító

Koaxiális fókuszgomb esetében mind a durva-, mind a finom élességállító egy egységet képez. Általában a nagyobb átmérőjű gomb szolgál a közelítő élességállításra, az ezzel egy tengelyen, központosan szerelt kisebb gomb pedig a finomállításhoz.

A mikroszkópokon élességállításra fogasléces megoldást alkalmaznak, amiben egy apró fogaskerék mozog egy fogakkal ellátott egyenes rúdon. A fogaskerék forgatásával a fogasléc elmozdul a fogaskerékhez képest.

Végütköző - ez a kis állítható csavar a fókuszáló mechanizmus alján található. Megfelelő beállítás esetén megakadályozza, hogy az objektívlencsék túl alacsonyra kerüljenek, és így a tárgyasztalba ütközésükkel sérüljön az objektív vagy a vizsgált minta. A legtöbb mikroszkópon a fókuszállító akkor is csavarható, ha a fókuszírózó már végállásba jutott anélkül, hogy a finommechanikai részek károsodnának.

Az élességállítás kétféleképpen történhet. Vagy a tárgyasztal mozog fel-le az álló objektívekhez képest, vagy a teljes mikroszkóptest (az objektív és az okulár) mozog a rögzített tárgyasztalhoz képest.

Mikroszkópfej

Ez a mikroszkóp azon része, amely az okulárokat az objektívrevolverhez csatlakozik. Sokszor a fej fixen rögzített, de esetleg lehetőséget ad az okulárok döntésére kb 0° és 60° között a kényelmes betekintés érdekében. A drágább modellek feje 360° -ban körbefordítható, így többen is kényelmesen megfigyelhetik a mintát magának a mikroszkópnak a mozgása nélkül.

Többféle mikroszkópfej létezik:

Monokuláris - ekkor egyetlen okulár van a mikroszkópon. Ezek viszonylag kedvező árú modellek, és megfelelőek az átlagos használathoz. A másodlagos, függőleges betekintéssel is rendelkező modelleket oktatási célokra használják, ekkor a második okulárban az oktató ellenőrizheti a tanuló munkáját, vagy ide megfelelő kamerák csatlakoztathatók.

Binokuláris - mindkét szemhez külön okulár tartozik. Általában nagy nagyítású összetett mikroszkópok tartozéka, illetve kis nagyítású sztereo mikroszkópokon található meg. A kétszemes betekintés általában kényelmesebb használatot biztosít, mint az egy szemes. A két szem távolságának beállításához egyes modellek a binokulárokhoz hasonló nyitó-záró megoldást használják, másokon egyszerűen a két okulár oldalirányban elcsúsztatható.



Különféle okulárok

Trinokulár - ezen a binokuláris fejen még egy harmadik foglalat is található, ahová pl. egy harmadik okulár (pl. a tanár számára), vagy megfelelő kamera csatlakoztatható. A legtöbb ilyen mikroszkópon a harmadik csatlakozásba jutó fény mennyisége változtatható (tipikusan 30% és 70% között).

Az összetett mikroszkópokon található binokuláris fejekben prizmák osztják szét az objektív felől érkező fényt. A két okulárt pontosan párhuzamosítani kell a használó szemének tengelyeivel, vagyis az okulárokat a megfigyelő pupillatávolságának megfelelő távolságra kell állítani egymástól.

Objektívrevolver

A forgatható objektívrevolver tartalmazza a különféle nagyításokhoz való objektíveket. Ennek forgatásával változtatható a mikroszkóp nagyítása. Az objektívek beforgatását apró kattánás jelzi. Általában három vagy négy objektív ($4x$, $10x$, $40x$ és $100x$) található, néha öt. Az objektívek természetesen többféle nagyításúak lehetnek, az említett nagyítású objektívek csak a legtöbb mikroszkópon fellelhető objektíveket jelzik.

Néha a $40x$ és $100x$ objektívek valamelyest visszahúzhatók, így védve azokat a tárgylemezzel való véletlen találkozás okozta sérülésektől.

Sztereo mikroszkópok esetén természetesen az objektívrevolver forgatásával az objektívpárok cserélődnek.

Kar

A kar (vagy állvány) tartalmazza a mikroszkóp fókuszáló mechanizmusát és tartja a tárgyasztalt, valamint az okulárokat tartalmazó mikroszkópfejet. Ez adja a mikroszkóp szilárdságát. A mikroszkóp szállításakor ezt a részt kell megfogni egyik kezünkkel, míg másik kezünkkel a mikroszkópot a talpa alá nyúlva megemeljük. Néhány kartípus:

Fix - A kar és a mikroszkóp teste egy egységet alkot, és szilárdan rögzítve van a talpához.

Oszlop - egyszerű, a talpból kinyúló oszlop. A mikroszkóp teste az oszlop mentén elforgatható.

Univerzális - ezeken a megoldásokon többféle állítási lehetőséget találunk, amelyek révén a mikroszkóp számos szempontnak megfelelően állítható.

Talp

Ezen áll a mikroszkóp, ez a rész felelős a mikroszkóp szilárdságáért és egyensúlyáért. Ebben a részben található általában az elektromos alkatrészek például a megvilágításhoz.

Okulártubus

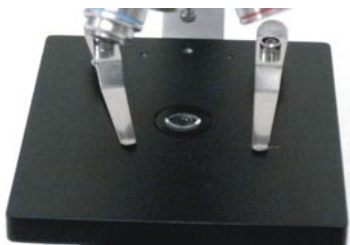
Ezek az okulárok kihuzatai vagy tubusai, amelyek a mikroszkóp fején találhatók. Általában 45 vagy 30 fokban döntöttek a kényelmes betekintés érdekében. A tubus belső végén egy lencse található. A tubus hossza az objektívfejtől az okulárkihuzatig általában a DIN szabványnak megfelelő 160 vagy 170 milliméter (kivéve a bemutató mikroszkópoknál). Ez a távolság a különböző gyártók közötti különféle kiegészítők használata során lényeges.

Tubuslencse

A tubuslencse feladata az objektívlencse által előállított képet alkotó párhuzamos sugarak összegyűjtése az okulárok előtt levő fókuszpontba. Néhány mikroszkópon ez a lencse a mikroszkóp testébe van beépítve.

Tárgyasztal

Ez az alkatrész tartja a szilárdan a vizsgált mintát. Teljesen sima, egyenletes, négyzetes vagy kerek felület. A legtöbb mikroszkópon a tárgyasztal mozog fel és le, miközben a mikroszkóp teste áll, más modellekben éppen ellenkezőleg. A tárgyasztalon levő nyílás biztosítja az alulról történő megvilágítást. A legegyszerűbb tárgyasztalok mellett léteznek mechanikus tárgyasztalok is: a kifinomult modelleken levő finom mechanizmusok biztosítják a vizsgált minta mozgását, ami fontos szempont különösen nagy nagyítás használatakor. Egyes típusokon az elmozdítás mérésére is mód van. Az "X" tengely a mikroszkóp testétől előre-hátra való mozgást (észak-dél), az "Y" tengely pedig erre merőleges, jobbra-balra, vagy kelet-nyugat irányú mozgást jelenti.



Egyszerű tárgyasztal



Mechanikus tárgyasztal



Tárgyasztal a talpon

Sztereomikroszkópok esetében a tárgyasztal a megvilágítást biztosító nyílásba illeszthető.

Mikroszkópokkal kapcsolatos fogalmak

Nagyítás - a mikroszkóp nagyítása az objektív és az okulár nagyításának szorzatával egyenlő. Például, egy 40x objektívlencse 10x-es nagyítású okulárral 400x nagyítást eredményez. Másik lehetőség a nagyítás megállapítására annak megbecslése, hányszor látszik nagyobbak a vizsgált objektum a mikroszkópba tekintve, mint szabad szemmel.

A kisebb nagyítás általában fényesebb, élesebb képet eredményez nagyobb látómezővel. A nagyobb nagyítások esetén kisebb látómező és halványabb kép várható. Nagy nagyítások csak akkor használhatók ki, ha az objektív megfelelő felbontással is rendelkezik, egyébként az ún. "üres" nagyítást alkalmazzuk. Egy adott nagyítás eléréséhez inkább használjuk nagyobb nagyítású objektívet kisebb nagyítású okulárral, mint fordítva. Például egy 40x nagyítású objektív 10x nagyítású okulárral általában jobb minőségű képet eredményez, mint egy 20x nagyítású objektív és 20x nagyítású okulár.

Látómező - annak a körnek az átmérője milliméterben kifejezve, amelyet az okulárba tekintve látunk. Kis nagyításnál nagy látómezőt kapunk, a nagyítás növelésével a látómező csökken. Néhány nagylátószögű, vagy különlegesen nagylátószögű okulárban nagyobb a látómező, mint más okulároknál.

Mélységélesség - azon legtávolabbi és legközelebbi tárgyponatok közötti távolság, amelyek a kép még éles. Kis nagyításnál a mélységélesség nagyobb, mint nagyobb nagyításoknál.

Képsík - minél jobb minőségű a kép, annál inkább síknak látszódik a teljes látómezőben.

Fényerő - a kép látszó fényességét a megvilágító rendszer határozza meg. Függ ugyanakkor az objektív numerikus apertúra értékétől is. Nagyobb numerikus apertúra érték fényesebb képet jelent.

Kontraszt - a világos és sötét területek közötti arány, kihat arra, hogy a vizsgált minta egyes részei mennyire határozottan különülnek el.

Kollimáció - az az állapot, amikor az összes optikai elem tengelyben van.

Kiegészítők

Készen kapható minták - azok számára, akik nem kívánnak saját vizsgálati mintákat előállítani, készen kapható minták is elérhetőek. Ezek a minták ablakot nyithatnak a mikrovilágra. Célszerű üveggel készített mintákat vásárolni 25mm x 76mm szabványos méretben.

Szűrők - a különféle szűrők segítséget jelenthetnek a megfigyelések során, de általában nem igazán használhatók fotózási céllal. A szűrők általában a megvilágító rendszer után található, drágább modellekben egy szűrőtartó található a kondenzor felett. A kék színszűrő a leginkább használt, mivel elnyeli az izzókból eredő sárgás és vörös színt, így természetesebb színeket eredményez. A zöld, sárga és egyéb szűrők különböző hatással vannak, általában a gyakorlat mutatja meg, melyik szűrő használható leginkább az adott mintához.

Preparátumlemezek - ezeket használhatják fel mindazok, akik saját mintákat kívánnak készíteni. A jó minőségű példányok üvegből készülnek. Néhányuk közepén kis mélyedés található, amely néhány csepp folyadék befogadására alkalmas.

Mintafedők - rendkívül vékony, teljesen sík üveg- vagy jó minőségű műanyag lapok, amelyek a minták lefedésére szolgálnak, így óvva azt a tárolás vagy megfigyelés során előfordulható sérülésektől. Különböző vastagságban kaphatók. A legjobb képminőség érdekében ügyeljünk rá, hogy a megadott szám összhangban legyen a mikroszkópunk objektívjén szereplő adattal.

Preparátum-készletek - komplett készletek, amelyek preparátumlemezeket, fedőlemezeket, különféle, a minták megfestésére szolgáló anyagokat, finom előkészítő eszközöket, címkéket tartalmaznak, amelyek mind hasznosak lehetnek saját mintáink elkészítésénél.

Kamerák és adapterek - ezzel fotomikroszkopizálhatunk (vagyis rögzíthetjük a mikroszkópban látott képet). Manapság a legkézenfekvőbb és legelterjedtebb a digitális, vagy CCD-kamerák használata. A legtöbb ilyen kamera esetében megfelelő közgyűrűre van szükség a mikroszkópra való rögzítéshez.

Egyedi kiegészítők - egyes mikroszkópok különféle egyedi kiegészítőkkal, például fáziskontraszt-egységekkel, sötétkép-adapterrel vagy polarizációs szűrőkkel lehetnek felszerelve.

Optika aberrációk

Az aberrációk olyan hibák, amelyek a kép minőségét rontják. Ilyen hibák előállhatnak tervezési és/vagy gyártási hibák eredményeképp. Tökéletes mikroszkópot tervezni sem lehet, kismérvű aberráció mindenképp jelen van minden mikroszkópban, és általában a mikroszkóp emelkedő árával arányosan egyre kevésbé jelentkeznek. Nem szükséges aggódnunk, amíg az aberrációk nem túl erőteljesek és zavaróak.

A két szélsőséges eset egyike a Plan-mikroszkóp, amely rendkívül jó képminőséget biztosít elhanyagolható aberrációval. A másik véglét a műanyagból készült lencsékkel szerelt mikroszkóp, amelyekben az optikai hibák teljesen lerontják az optikai teljesítményt.

Kromatikus aberráció (színi hiba) abból fakad, hogy roppant nehéz a különböző színű (hullámhosszú) fényhullámokat egy közös fókuszpontba gyűjteni. Emiatt színes gyűrűk vagy haló jelenik meg, különösen a kép széle felé, illetve a vizsgált tárgy igen kontrasztos területei körül. A kromatikus aberráció igen kis mérvű az akromatikus lencsékkel szerelt mikroszkópokban, amelyet általában a mikroszkópok objektívjeiben használnak, emellett az objektív tervezésénél is gondot fordítanak a színi hiba visszaszorítására.

Torzítás - leginkább az okozza, hogy a nagyítás mértéke változik a látómező közepétől a széle felé haladva. Ennek következtében például az egyenes vonalak a kép széle felé görbökké torzulhatnak. Ha a görbék kifelé hajlanak, hordós torzításról, ha befelé, akkor párnás torzításról beszélhetünk.

A fókuszsík görbülete - abból ered, hogy a fénysugarak nem egy síkban kerülnek fókuszba. A látómező közepe éles lehet, de a szélek felé haladva az élesség romlik, vagy éppen fordítva.

Szférikus aberráció (gömbi hiba) - oka, hogy a rendszer optikai tengelyétől különböző távolságból induló fénysugarak az