

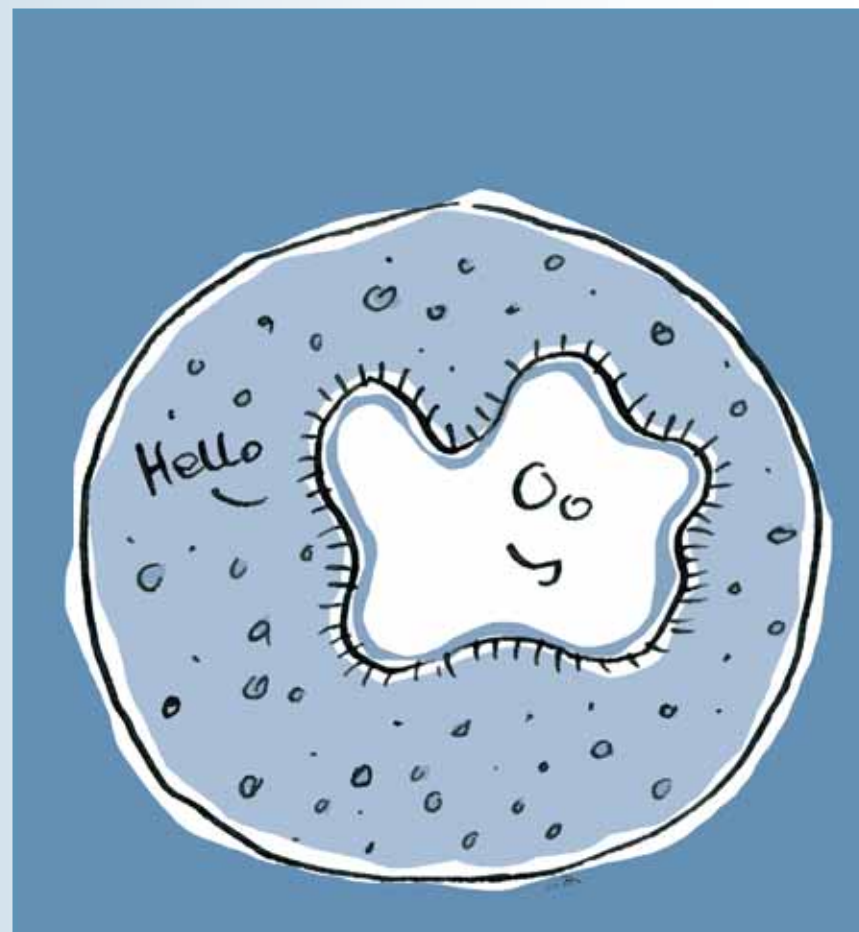
# ABLAK A MIKROVILÁGRA

SZKA208\_23

Készítette: Bányai László

SZOCIÁLIS, ÉLETVITELI  
ÉS KÖRNYEZETI KOMPETENCIA

8. ÉVFOLYAM



## MODULVÁZLAT

	Tevékenységek – időmegjelöléssel	A tevékenység célja/ fejlesztendő készségek	Munkaformák és módszerek	Eszközök/mellékletek	
				Diák	Pedagógus
<b>I. Ráhangolás, a feldolgozás előkészítése</b>					
<b>I/a Vajon mi az, amit látunk?</b>					
A	A tanár mikroszkóp alatt készült felvételeket vetít, (P1/1. sorozat) és a diákok megpróbálják kitalálni, hogy vajon mi az, amit látnak. Ha nem sikerül, a tanár elmondja a megoldást. Ezután a parányok világának szépségéről beszélgetnek.  5 perc	A kíváncsiság felkeltése  Vizuális asszociáció Szóbeli kommunikáció	Frontális munka – szemléltetés, találgatás és irányított beszélgetés		Számítógép Projektor  P1 (Kivetíthető képek, szöveges információk)

	Tevékenységek – időmegjelöléssel	A tevékenység célja/ fejlesztendő készségek	Munkaformák és módszerek	Eszközök/mellékletek	
				Diák	Pedagógus
<b>II. Új tartalom feldolgozása</b>					
<b>II/a Antoni van Leeuwenhoek és felfedezései</b>					
A	<p>A tanár elmondja, hogy bár sokan sok mindent tudtak már korábban a lencsék nagyító hatásáról, a holland Leeuwenhoek volt az első, aki valóban bepillantott egy addig láthatatlan világba.</p> <p>A tanulók hat csoportot alakítanak. Két-két csoport azonos szöveget kap – annyi példányban, ahányan vannak a csoportban. Mindenki elolvassa a maga szövegét, és aláhúzással kiemeli belőle a lényegesnek vélt információkat. A D2 feladatlap segítségével összegzik, amit a kutatóról és felfedezéseiről megtudtak. Az azonos szöveggel dolgozó csoportok összevetik eredményüket, majd egy csomagolópapírra közös vázlatot készítenek. A nagy lapokat felteszik egymás mellé a falra. A csoportok előadókat választanak, akik átadják a többieknek az általuk szerzett tudást.</p> <p style="text-align: right;">15 perc</p>	<p>Új ismeretek szerzése kooperatív tanulási ke- retek között</p> <p>Szövegértés Lényegkiemelés Együttműködés</p> <p>Előadókészség Hallás utáni szövegér- tés</p>	<p>Csoportmunka – kö- zös vázlatkészítés</p> <p>Frontális munka – egymástól való tanu- lás</p>	<p>D1 (Szövegek) D2 (Feladatlap)</p> <p>Csomagolópapí- rok Filctollak Ragasztógyurma</p>	
<b>II/b A mikroszkóp működése</b>					
A	<p>A tanár levetíti a P1/2 képsorozatot. A tanulók összehasonlíthatják egymással a 17. század és napjaink mikroszkópját, s az ábrák segítségével értelmezik az egyszerű nagyító, illetve a mikroszkóp működését.</p> <p style="text-align: right;">10 perc</p>	<p>Új ismeretek szerzése</p> <p>Ábraolvasási képesség Szóbeli kommunikáció</p>	<p>Frontális munka – vetítés és közös kép- értelmezés</p>		<p>P1 (Kivetíthető képek, szöveges információk)</p>

	Tevékenységek – időmegjelöléssel	A tevékenység célja/ fejlesztendő készségek	Munkaformák és módszerek	Eszközök/mellékletek	
				Diák	Pedagógus
<b>II/c A házi feladat előkészítése</b>					
A	<p>A tanár az osztály különböző pontjain kiragasztja a kutatási témalapokat. Minden tanuló ahhoz a laphoz megy, amelyiknek a tartalma a legközelebb áll az érdeklődéséhez. Így alakulnak ki a csoportok.</p> <p>A csoport feladata az lesz, hogy konkrét példákat gyűjtsenek a mikroszkópnak az adott területen való felhasználásáról, s ennek bemutatására állítsanak össze egy 8-10 diaképből álló prezentációt. Az óra hátra lévő részében a D3 melléklet segítségével csoportok megtervezik, hogyan fogják megoldani a feladatot, elosztják egymás között a tennivalókat, és megbeszélik a határidőket.</p> <p style="text-align: right;">15 perc</p>	<p>Érdeklődés alapján való feladatválasztás és a közös munka megtervezése</p> <p>Döntési képesség</p> <p>Feladatvállalás</p> <p>Együttműködés</p> <p>Tervezési készség</p>	<p>Egész csoportos gyakorlat – érdeklődés szerinti csoportalkotás</p> <p>Csoportmunka – a közös feladatmegoldás előkészítése</p>	D3 (Feladateleírás)	P2 (Témalapok)
<b>II/d Önálló kutatómunka</b>					
A	<p>A csoportok saját munkaterveik alapján önállóan dolgoznak – szakkönyvek, folyóiratok és az internet felhasználásával.</p> <p style="text-align: right;">45 perc (+ a tanulók által még rászánt idő.)</p>	<p>Információszerzés</p> <p>Együttműködés</p> <p>Céltartás</p>	Csoportmunka – közös kutatás és alkotás	Számítógép Internet	

	Tevékenységek – időmegjelöléssel	A tevékenység célja/ fejlesztendő készségek	Munkaformák és módszerek	Eszközök/melléletek	
				Diák	Pedagógus
<b>II/e A mikroszkóp különféle szakterületeken való felhasználása (csoportbemutatók)</b>					
A	(Itt kezdődik a második tanítási óra.) A csoportok sorban elmondják, hogy az általuk választott szakterületen belül milyen konkrét példákat találtak a mikroszkóp felhasználásra, és levetítik a legérdekesebb képekből összeállított dia-sorozatukat. A bemutatók végén röviden összegzik azt is, hogy mennyire volt sikeres az együttműködésük a csoporton belül.  25 perc	Az elkészült munkák bemutatása  Előadókészség Önreflexió	Frontális munka – csoportbemutatók	A csoportok által készített prezentációk  Számítógép Projektor	
<b>II/f A mai modern mikroszkópok</b>					
A	A tanár a P1/3 sorozat képeivel és a P3 mellékletből kiemelt néhány információval kísért ízelítőt ad abból, hogy milyen módon fejlődtek tovább a mikroszkopikus vizsgálatok technikai feltételei az eszköz feltalálása óta.  5 perc	Új ismeretek nyújtása  Érdeklődés Befogadás	Frontális munka – vetítés és tanári előadás		P1 (Kivetíthető képek, szöveges információk)  P3 (Háttér-információk)

	Tevékenységek – időmegjelöléssel	A tevékenység célja/ fejlesztendő készségek	Munkaformák és módszerek	Eszközök/mellékletek	
				Diák	Pedagógus
<b>III. Az új tartalom összefoglalása</b>					
<b>III/a Hogyan változott meg az emberi tudás a mikroszkóp feltalálásának hatására?</b>					
A	A diákok 4-5 fős csoportokat alkotnak, és összegyűjtik a gondolataikat azzal kapcsolatban, hogy mi mindent nem tudnánk ma a világról, ha nem állna rendelkezésünkre a mikroszkóp. A szóvivők ismertetik a csoportokban felvetődött gondolatokat, amiket a tanár (vagy egy diák) a táblán vagy csomagolópapíron összesít. 7 perc	A vizsgált eszköz jelentőségének tudatosítása  Kreativitás Összefüggéslátás	Csoportmunka – ötletbörze  Frontális munka – csoportos szóforgó	Papírok és írószerek	Csomagolópapír Ragasztógyurma Vasrag filctollak
<b>III/b A megismerés határai</b>					
A	A tanár elmondja, hogy még a legerősebb mikroszkópokkal sem láthatunk mindent a parányi részecskék világában. A tanulók elgondolkodnak rajta, hogy vajon mindig marad-e a világnak olyan szelete, amit nem ismerhet meg az ember. Aki kedvet érez hozzá, elmondhatja a gondolatait. 8 perc	Filozofikus gondolatok megfogalmazásának ösztönzése  Rendszerlátás Kritikai gondolkodás	Egész csoportos gyakorlat – beszélgetőkör		

## TANÁRI SEGÉDLETEK

### P1 Mikroszkóp segítségével készült, kivetíthető képek (Külön mappában)

A képek a Tessloff és Babilon Kiadó *A mikroszkóp* című könyvéből származnak (Mi micsoda sorozat). Ha helyben ennél érdekesebb sorozat állítható elő, a képek mással is helyettesíthetők.

A képekhez tartozó információk:

#### 1. sorozat

1. Emberi hajszál (16. old.)
2. Birka gyapja (16. old.)
3. Pamutszál (16. old.)
4. Egy galambtoll finom felépítése (16. old.)
5. A kukoricaszárból vett (színezett) metszeten jól látható a szállítónyaláb, amely a vizet továbbítja a levelek és a gyökerek között. (21. old.)
6. A farkasalma szára. Keresztmetszet a kéreggel, a rostos hánccsal, a fanyalákkal, a bélsugarakkal és a bélszövetekkel. (21. old.)
7. A tulipánlevél felületéből készített preparátumon jól láthatók a gázcserenyílások. (21. old.)
8. Fa évgyűrűi. Az ősszel képződött gyűrűk tömörek és stabilak, míg a tavasziak szélesek, és sok vizet juttatnak a levelekhez. (21. old.)
9. A lombosmoha sejtjei zöld golyócskákat formázó színtesteket tartalmaznak. (21. old.)
10. Papucsállatka az osztódás stádiumában (29. old.)
11. Az óceánokban lakó egysejtűek, a sugárállatkák fennmaradt mézvázai (31. old.)

12. A házilégy lábfeje, karmokkal (37. old.)
13. Egy lepke szárnyán megfigyelhető pikkelyek (39. old.)
14. A méh összetett szemének felülete (36. old.)

#### 2. sorozat

15. Antoni van Leeuwenhoek saját készítésű mikroszkópja (5. old.)
16. Az eszköz használatát bemutató rajz (5. old.)
17. Robert Hooke szerkezete, amellyel 1667-ben felfedezte a növények sejtfelépítését. A saját maga által készített mikroszkóphoz egy olajlámpából és üveggolyóból álló szerkezet szolgáltatja a fényt (19. old.)
18. Egy korszerű mikroszkóp öt objektív számára alkalmas revolverre, kettős szemlencsével és elektromos megvilágítással (11. old.)
19. A nagyító működése: A nagyító lencse megváltoztatja a ceruzáról visszaverődő fény irányát. Ezáltal a szemben nagyobb méretű kép keletkezik. (6. old.)
20. A fénysugár útja a mikroszkópban: a tárgylencse által nagyított képet a szemlencse ismételtén felnagyítja. (8. old.)
21. A fénymikroszkóp részei. Néhány készülék beépített elektromos fényforrással is rendelkezik. (9. old.)

#### 3. sorozat

22. Max Knoll és Ernst Ruska német fizikusok építették meg az első elektronmikroszkópot – amivel kezdetét vette a mikroszkópos kutatás új korszaka (44. old.)
23. Mai modern elektronmikroszkópos-számítógépes munkahely (46. old.)
24. Az AIDS kórokozó vírusai, amelyek nagysága ezredrésze a baktériumokénak. Ezek már csak elektronmikroszkóppal láthatók (45. old.)
25. A szilícium elektronmikroszkópos képe. Minden egyes dudor egy-egy atomot jelent. (47. old.)

## P2 Témalapok – amelyek alapján kutatási témát választhatnak maguknak a tanulók:

növénytermesztés, orvostudomány, régészet, bűnüldözés, élelmi-szeripar, gépipar

Minden témakört egy-egy A/4-es lapra célszerű felírni.  
A témalapok tartalma azonban a helyi igény szerint bővíthető, illetve megváltoztatható.

## P3 Háttér-információk

A mikroszkóp a tudomány számos területén nélkülözhetetlen műszer; felnagyított, kényelmesen szemlélhető és tanulmányozható képet állít elő a rendkívül kicsi tárgyakról. A képalkotás optikai, akusztikus vagy elektronikus úton történhet – közvetlen leképezéssel, elektronikus képfeldolgozással vagy e kettő kombinációjával. A mikroszkóp lehet statikus működésű (ilyenkor közvetlenül szemléljük a tárgyat), vagy dinamikus, ekkor a tárgy folyamatos letapogatásával, pásztázásával áll össze a kép.

A mikroszkóp legelterjedtebb fajtája az **optikai** vagy **fénymikroszkóp**, amelyben lencsék hozzák létre a képet. A legegyszerűbb „mikroszkóp” egyetlen lencséből áll. Ilyen nagyítókat már a XV. század közepe óta használtak, s 1674-re Antoni van Leeuwenhoek holland természetbúvár elég erős lencsét készített ahhoz, hogy a 2-3 mikrométer átmérőjű baktériumokat is megfigyelhesse. Az egyszerű nagyítók nagyítása azonban legfeljebb tízszeres, s legjobb felbontásuk 0,01 mm körüli.

Az összetett mikroszkópokban egy további lencsét alkalmaznak a tárgylencse által előállított kép felnagyítására. Ezt a műszert Hollandiában találták fel 1590 és 1609 között. Általában azonban csak 1830 után terjedt el, amikor az angol Joseph Lister kidolgozta a színi és gömbi torzításoktól (aberrációktól) mentes lencsék előállításának elveit. A XIX. század végére olyan mikroszkópok is készültek, amelyeknek felbontása már elérte a numerikus apertúra, valamint a látható és ultraibolya fény hullámhossza által megszabott elméleti határt. Az összetett fénymikroszkópok egyébként 2,5–1000-szeres nagyításúak, felbontásuk pedig 0,01–0,0002 mm-es.

Vannak másfajta mikroszkópok is; ezek különféle fizikai jelenségek hullámtermészetét hasznosítják. Közülük az **elektronmikroszkóp** a legfontosabb. 1924-ben Louis de Broglie francia fizikus kimutatta, hogy az elektronnaláb a hullámmozgás egyik, fénynél jóval rövidebb hullámhosszú formájának tekinthető. Ezen az elven alapul az 1930-as években kifejlesztett elektronmikroszkóp, amelyben elektrosztatikus vagy elektromágneses mezővel fókuszált elektronnaláb „világítja meg” a tárgyat. Az átlagos elektronmikroszkópokkal ezerszerestől egymilliósorosig terjedő nagyítás érhető el, 0,001 mm–0,00001  $\mu\text{m}$  felbontással. A korszerű elektronmikroszkópok már több mint 250 000-szeres nagyítású képet adnak. Az elektronmikroszkópok tárgylencségei nem mentesek az optikai mikroszkópok üveglencséinek fogyatékoságaitól – egyebek közt a színi és gömbi hibáktól.

A kétféle mikroszkóp közt számos különbség is van. Az elektronmikroszkópban a nyalábnak légüres térben kell haladnia, különben elnyelődne az elektronok. Az elektronmikroszkóp oszlopát ezért kiszivattyúzzák; a mintát, a fotólemezeket és az egyéb eszközöket légszilipen keresztül helyezik be a vákuumba. Az optikai mikroszkóp lencségei fix fókuszúak, tehát a tárgy és a tárgylencse távolságát kell változtatni. Az elektronmikroszkópnál viszont a len-



csék fókuszja változtatható, és a minta meg a tárgylencse távolsága állandó. A nagyítást (mágneses lencsénél) elsősorban a közbülső és a projektorlencse tekercsén átfolyó áram erőssége szabja meg. A képet a tárgylencse tekercsének áramával fókuszálják. További különbség, hogy az optikai mikroszkóppal többnyire virtuális képet állítanak elő, míg az elektronmikroszkóp képének valósnak kell lennie, hogy fluoreszcens ernyőre vagy fotólemezre vetíthessék.

Az optikai mikroszkópban a tárgy által elnyelt fény rajzolja ki a képet. Az elektronmikroszkóp képét a tárgy atomjain szóródó elektronok hozzák létre. A nehéz atomok erősebben szórnak a kisebb atomtömegűeknél, így jelenlétük kontrasztosabbá teszi a képet. Az elektronmikroszkópos kutatóknak ezért nehéz atomokkal kell dúsitania a vizsgált mintát.

Az emberi hallás tartománya feletti, nagy rezgésszámú hangok (ultrahangok) és a látható fény hullámhossza összemérhető. Ez a felismerés vezetett el a hang mikroszkópiái célra való alkalmazásához. Noha a szovjet-orosz Szergej J. Szokolov ötlete még az 1940-es évekből származott, az első működő **akusztikus mikroszkópokat** csak az 1970-es évekre fejlesztették ki. A hanghullámok az átlátszatlan anyagokba is behatolnak, így akusztikus mikroszkópokkal a belső szerkezet éppúgy leképezhető, mint a felület. Ezért olyan tárgyak is tanulmányozhatók velük, amelyek nem tehetők be az optikai mikroszkóp alá.

Az akusztikus rendszer lelke egy kis zafírrúd. A zafírkristály lapos végére vékony piezoelektromos réteget visznek fel, a rúd túlsó, bemélyedő gömbfelülete alkotja a lencsét. A zafírrúd bemélyedő végét a tárggyal együtt vízbe merítik. Amint periodikus elektromos mezőt kapcsolnak rá, a vékony piezoelektromos réteg kitágul és összehúzódik, így hanggá alakítja az elektromágneses energiát. A hanghullámok ezután áthaladnak a kristályon. A vízben kisebb a

hangsebesség, mint a zafírban, ezért a két közeg határfelületén át-lépő hullámok nagy szögben megtörnek. A törés olyan erős, hogy a zafírrúdban haladó síkhullám a folyadékban gömbhullámokká alakul, melyek egy szűk „derékban” fókuszálódnak, a szferikus lencse görbületének közepe táján.

A mintáról visszaverődő hullámok áthaladnak a folyadékon, a lencsén és a kristályon, egészen a piezoelektromos átalakítóig. Itt visszaalakulnak elektromos jelekké. A monitorra vetített képet fényképezéssel rögzítik.

A **pásztázó alagútmikroszkóp** 1981-ben született, amikor Gerd Binnig és Heinrich Rohrer (IBM; Zürich Kutatólaboratórium, Rüschi-likon, Svájc) a felületek helyi vezetőképességét vizsgáló eszközt épített. Működési elve az alagúthatás kvantummechanikai jelenségén alapul: hullámsajátságaik révén az elektronok „átalagutazhatnak” a szilárd felület mögé olyan régiókba, melyek a klasszikus fizika szerint „tiltottak” lennének számukra. Az ilyen áthatoló elektronok feltalálási valószínűsége a felülettől mért távolsággal exponenciálisan csökken. A pásztázó alagútmikroszkóp ezt a rendkívüli távolságérzékenységet használja ki. Egy hegyes volfrámtűt helyeznek néhány angströmmel a minta felszíne fölé. A szonda csúcsa és a felület közé gyenge feszültséget kapcsolnak, hogy az elektronok „átalagutazzanak” a résen. Amint a tapogatót végigviszik a felület fölött, az érzékeli az alagútáram változásait, s ennek alapján kirajzoltatható a felszín topografikus képe.

Binnig és Rohrer aranyat választott az első kísérlethez. Amikor a képernyőn kirajzolódott a kép, szabályosan elrendezett atomokat láttak, és egy atommagasság-különbségű, széles lépcsőket figyel-hettek meg. Binnig és Rohrer pásztázó alagútmikroszkópjával tehát közvetlenül és egyszerűen leképezhető a felületek atomszerkezete.

Felfedezésük új korszakot nyitott a felületkutatásban, s lenyűgöző eredményükért ők kapták az 1986-os fizikai Nobel-díjat.

Az első elektrokémiai pásztázó alagútmikroszkópot (ESTM) a japán Kingo Itaya építette meg 1988-ban. A berendezés a szilárd-folyadék határon végbemenő elektrokémiai reakciók vizsgálatára alkalmas atomi vagy molekuláris méretekben. Ez az **atomerő-mikroszkóp**, angol nevének (*atomic force microscope*) elterjedt rövidítésével AFM, nagyfelbontású pásztázó tűszondás mikroszkóp. A készülékben meghajlított szilícium vagy szilícium-nitrid tartókarra szerelt szilícium- vagy volfrámtű helyezkedik el. A tartókar – amelynek görbületi sugara nanométer nagyságrendű – a minta felett mozgó tűre ható erők hatására meggömbül, ennek mértékét rendszerint a tartókarra irányított lézerfény visszaverődésének változásából határozzák meg. Visszacsatoló mechanizmussal állandó értéken tartják a tű és a minta távolságát, hogy a tű ne ütközzön akadályba a felületen. Az atomerő-mikroszkópot felületek feltérképezése mellett atomok mozgatására, elrendezésére is alkalmazzák. Működtetéséhez nincs szükség vákuumra, levegő és folyadék közegben is használható, ezért biológiai makromolekulák és élő szervezetek vizsgálatára is alkalmas.

A Britannica Hungarica (2007) szócikkei alapján