



PÁZMÁNY

Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

NAT2020. AZ ÚJ ÉRETTSÉGI RENDSZER INDULÁSÁNAK TAPASZTALATAI, LEHETŐSÉGEI, KÖVETKEZMÉNYEI

2025.03.26

Kleiningert Tamás

Biológia – földrajz szakos tanár

Czuczor Gergely Bencés Gimnázium, Győr

Érettségi vizsgaeredmények, (emelt szint és középszint) az összes osztályzat átlaga - az elégtelen eredmények aránya

Év	Összesített érettségi átlag az osztályzatokból	Az elégtelen eredmények aránya az összes vizsgálathoz képest (%)
2020.*	3,61	0,89
2021.*	3,65	1,26
2022.	3,84	0,98
2023.	3,83	1,03
2024.	3,81	0,99

Vizsgaeredmények átlaga %-ban
(a nem megjelenteken és a mentességgel rendelkezőkön kívül)
(középszint)

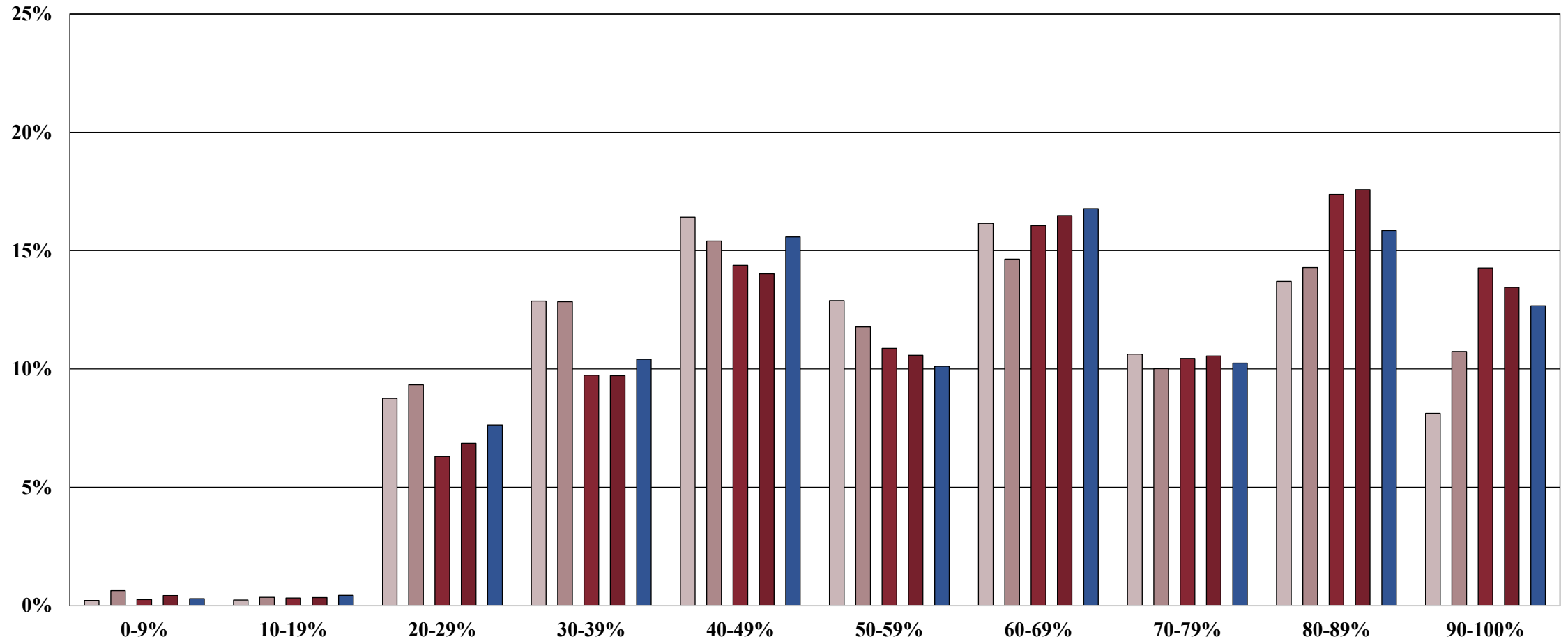
Vizsgatárgy	2020.	2021.	2022.	2023.	2024.	Átlag	2024. évi eredmény eltérése az elmúlt öt év átlagától (százalékpont)
Magyar nyelv és irodalom	64,43	66,27	65,43	65,95	60,61	64,54	-3,93
Történelem	57,28	52,20	61,05	62,60	57,39	58,10	-0,71
Matematika	51,89	51,24	55,28	53,09	53,71	53,04	0,67
Angol	58,34	64,78	69,36	61,76	76,64	66,18	10,46
Német	52,37	57,39	59,70	55,16	69,05	58,73	10,32
Fizika	73,37	75,16	77,53	76,96	74,62	75,53	-0,91
Kémia	63,52	67,51	73,28	71,41	74,80	70,10	4,70
Biológia	53,30	53,90	62,23	62,10	57,49	57,80	-0,31

Vizsgaeredmények átlaga %-ban
(a nem megjelenteken és a mentességgel rendelkezőkön kívül)
(emelt szint)

Vizsgatárgy	2020.	2021.	2022.	2023.	2024.	Átlag	2024. évi eredmény eltérése az elmúlt öt év átlagától (százalékpont)
Magyar nyelv és irodalom	55,66	64,03	63,54	68,41	66,02	63,53	2,49
Történelem	62,98	63,21	65,42	65,16	66,00	64,55	1,45
Matematika	61,63	62,55	67,99	71,41	68,39	66,39	2,00
Angol	69,28	74,60	74,97	76,82	82,72	75,68	7,04
Német	68,62	70,95	72,26	76,60	77,88	73,26	4,62
Fizika	66,86	67,08	67,77	68,89	70,43	68,21	2,22
Kémia	51,90	53,39	65,96	64,18	65,11	60,11	5,00
Biológia	61,18	61,24	61,11	65,10	66,25	62,98	3,27

AZ ÖSSZES KÖZÉPSZINTŰ VIZSGAEREDMÉNY MEGOSZLÁSA (MENTESSÉGEK NÉLKÜL)

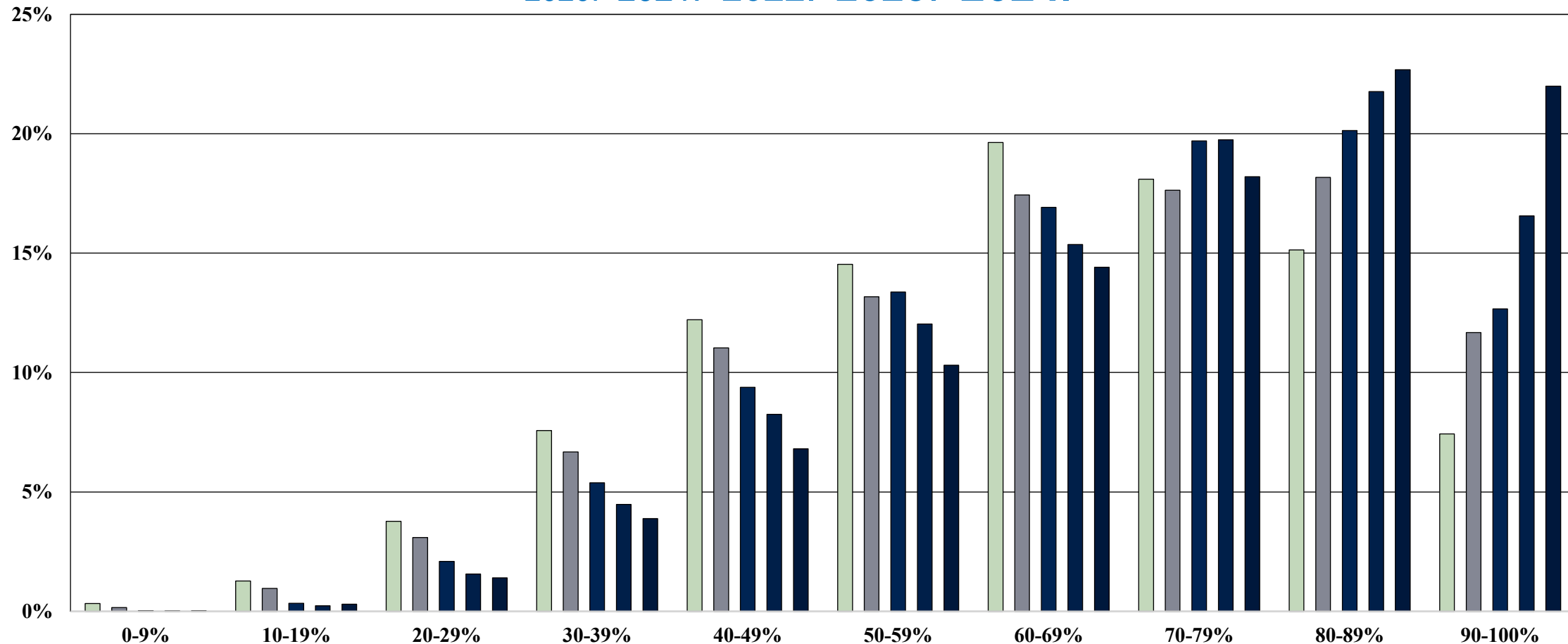
2020.*-2021.*-2022.*-2023.*-2024.*



* A 2019/2020. tanév és a 2020/2021. tanév május-júniusi érettségi időszakra vonatkozó átmeneti rendelkezés értelmében a szóbeli vizsgák nem kerültek megrendezésre.

Az összes emelt szintű vizsgaeredmény megoszlása (mentességek nélkül)

2020.*-2021.*-2022.-2023.-**2024.**



* A 2019/2020. tanév és a 2020/2021. tanév május-júniusi érettségi időszakra vonatkozó átmeneti rendelkezés értelmében a szóbeli vizsgák nem kerültek megrendezésre.

2023/2024. tanév május-júniusi érettségi vizsgaidőszak

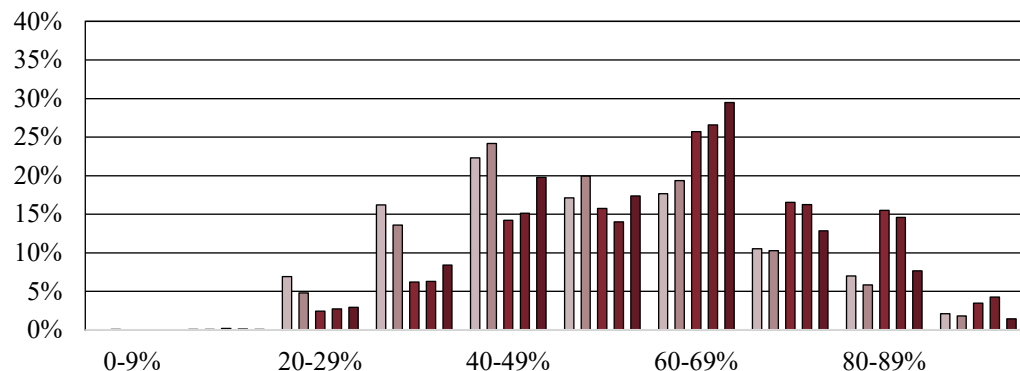
A részletes statisztikai eredmények a <https://www.ketszintu.hu/publicstat.php> oldalon érhető el

A középszintű és emelt szintű vizsgaeredmények összehasonlítása

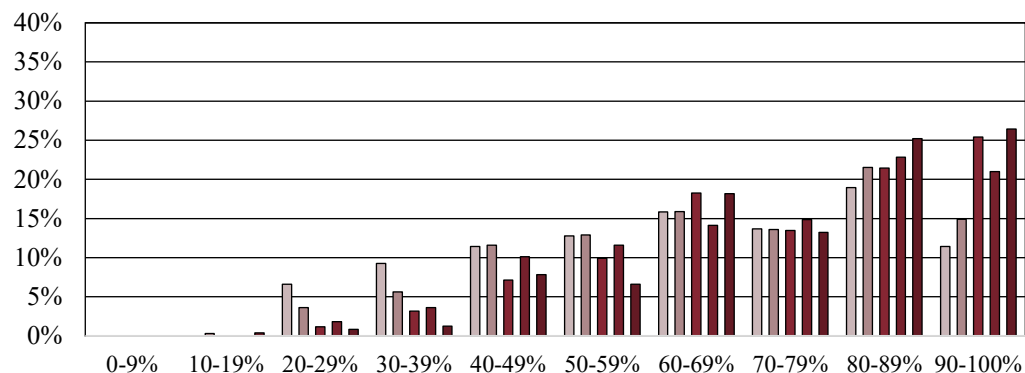
2020.* - 2021.* - 2022. - 2023. - 2024.

Középszint

3777 – 4240 – 3721 – 4135 – 3772



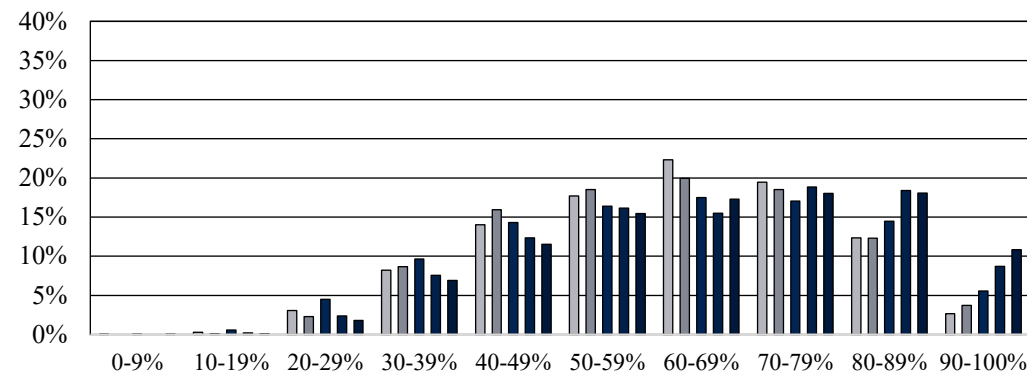
227 – 302 – 252 – 276 – 242



Biológia

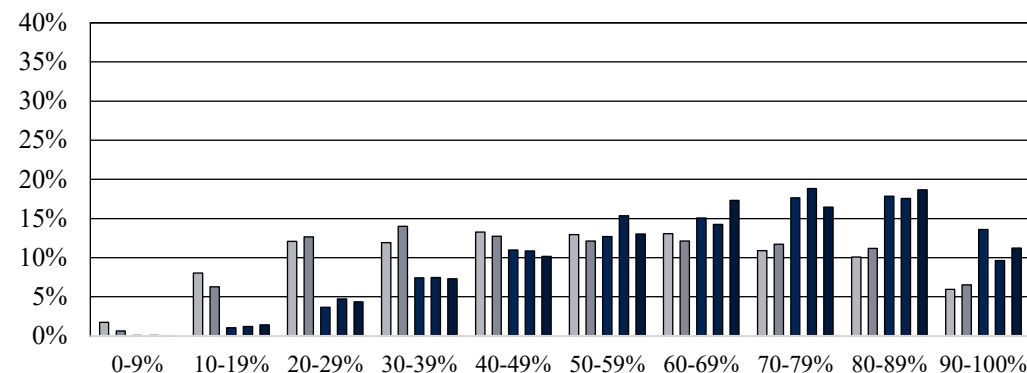
Emelt szint

5548 – 6141 – 5544 – 5295 – 5575



Kémia

3187 – 3487 – 2843 – 2747 – 2298



* A 2019/2020. tanév és a 2020/2021. tanév május-júniusi érettségi időszakra vonatkozó átmeneti rendelkezés értelmében a szóbeli vizsgák nem kerültek megrendezésre.

2023/2024. tanév május-júniusi érettségi vizsgaidőszak

A részletes statisztikai eredmények a <https://www.ketszintu.hu/publicstat.php> oldalon érhető el

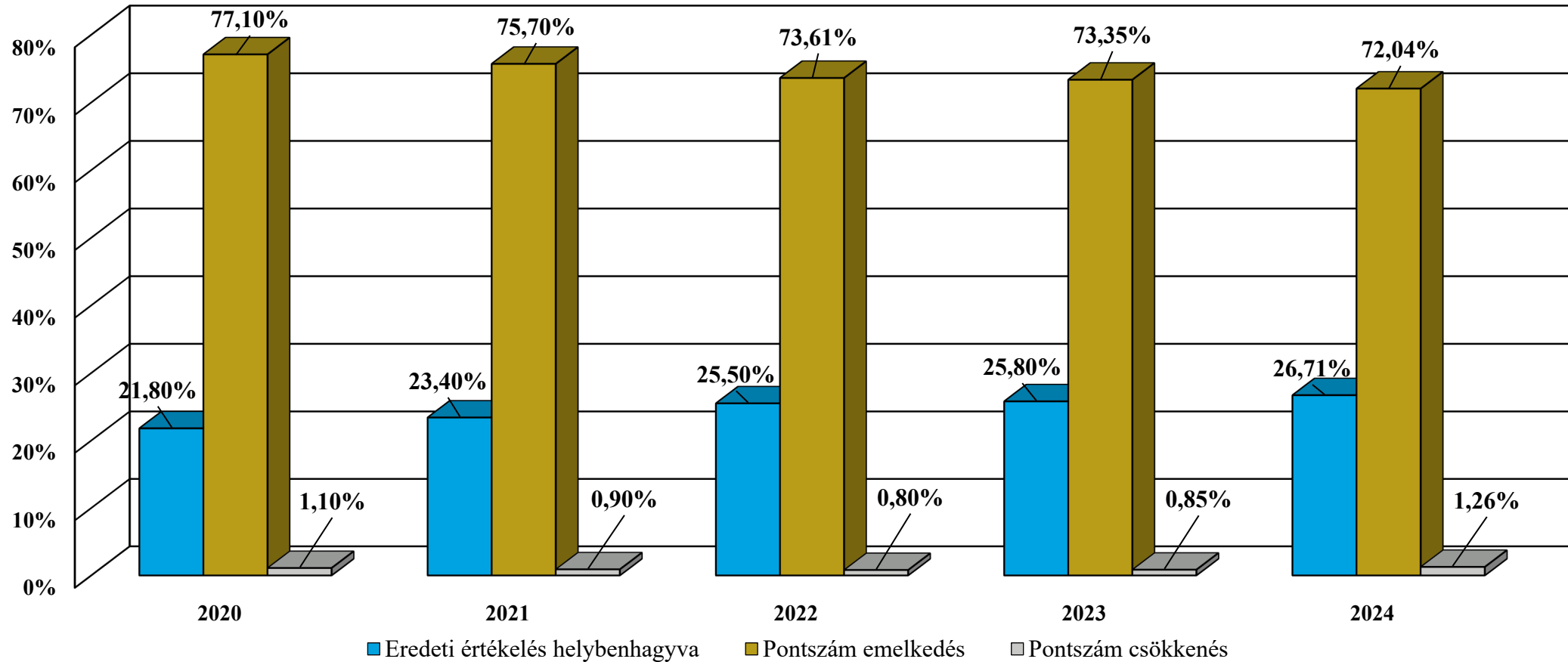
Vizsgázói észrevételek

Az emelt szintű írásbeli dolgozatok javításával kapcsolatban tett tanulói észrevételek száma néhány vizsgatárgy esetében
2020.– 2021.– 2022.– 2023.– **2024.**

Vizsgatárgy	Írásbeli dolgozatok száma					Beadványok száma					%				
Történelem	7011	8182	7794	7120	7769	887	943	1234	1363	1569	12,65	11,53	15,83	19,14	20,2
Angol nyelv	14311	20048	19690	18834	20821	565	689	801	796	857	3,95	3,44	4,07	4,23	4,12
Biológia	5549	6141	6112	5761	5955	791	731	942	939	855	14,25	11,90	15,41	16,30	14,36
Matematika	4898	5313	5183	4616	6694	508	527	576	561	872	10,37	9,92	11,11	12,15	13,03
Német nyelv	2476	2993	2703	2089	2351	112	105	137	82	116	4,52	3,51	5,07	3,93	4,93
Magyar nyelv és irodalom	2070	2315	2218	1776	2073	239	182	242	213	299	11,55	7,86	10,91	11,99	14,42
Digitális kultúra*	-	-	-	70	3249	-	-	-	24	345	-	-	-	34,29	10,62
Kémia	3187	3488	3550	3541	3636	389	468	380	486	497	12,21	13,42	10,70	13,72	13,67
Fizika	1362	1424	1459	1331	1814	106	139	122	122	221	7,78	9,76	8,36	9,17	12,18
Összesen	52479	63433	63314	56588	58810	4471	4701	5414	5621	5972	8,52	7,41	8,55	9,93	10,15

* Digitális kultúra vizsgatárgyból az első emelt szintű vizsga 2023-ban volt.

Az emelt szintű írásbeli vizsgadolgozatok javítására vonatkozó vizsgázói észrevételek bírálatának eredménye



NAT ÓRASZÁMOK 9. – 12.



A 9-12. évfolyamok tantárgyai és heti óraszámai, 2020					
Heti óraszám/évfolyam	NYEK	9.	10.	11.	12.
Magyar nyelv és irodalom		3	4	4	4
Matematika		3	3	3	3
Történelem		2	2	3	3
Állampolgári ismeretek					1
Első élő idegen nyelv	18	3	3	4	4
Második idegen nyelv		3	3	3	3
Fizika		2	3		
Kémia		1	2		
Biológia		3	2		
Földrajz		2	1		
Természettudomány				2	
Ének-zene		1	1		
Vizuális kultúra		1	1		
Művészetek				1	
Mozgókép és médiaism.					1
Digitális kultúra	3	2	1	2	
Testnevelés	5	5	5	5	5
Képességfejlesztés	5				
Kötött célú órakeret				4	4
Osztályfőnöki	1	1	1	1	1
Összesen:	32	32	32	32	29
Kötelező óraszám	32	32	32	30	29
Szabadon tervezhető óra	2	2	2	4	5
Maximális órakeret	34	34	34	34	34
A régi maximális órakeret	36	36	36	38	39
Heti óraszám csökkenése	2	2	2	4	5

AZ ÓRASZÁMOK VÁLTOZÁSA

A 9-12. évfolyamok új és régi heti óraszámainak összehasonlítása					
Heti óraszám/évfolyam	Új/régi	9.	10.	11.	12.
Magyar nyelv és irodalom	Nat-2020	3	4	4	4
	Nat-2012	4	4	4	4
Matematika	Nat-2020	3	3	3	3
	Nat-2012	3	3	3	3
Történelem	Nat-2020	2	2	3	3
	Nat-2012	2	2	3	3
Első élő idegen nyelv	Nat-2020	3	3	4	4
	Nat-2012	3	3	3	3
Második idegen nyelv	Nat-2020	3	3	3	3
	Nat-2012	3	3	3	3
Fizika	Nat-2020	2	3		
	Nat-2012	2	2	2	
Kémia	Nat-2020	1	2		
	Nat-2012	2	2		
Biológia	Nat-2020	3	2		
	Nat-2012		2	2	2
Földrajz	Nat-2020	2	1		
	Nat-2012	2	2		
Természettudomány	Nat-2020			2	
	Nat-2012				



FELKÉSZÜLTÜNK AZ ÚJ ÉRETTSÉGIRE?

Középszinten:

- A követelmények mennyisége nem igazodik a csökkenő óraszámhoz.
- Kevesebb órán kell nagyobb mennyiségű tananyagot megtanítanunk.
- Teljesen át kell gondolni a tananyag beosztását: a forgalomban lévő tankönyvek szerint haladjunk, vagy egyéni ütemben?

Emelt szinten:

- Az érettségi követelmények mennyisége nőtt. Helyenként túlzott elvárások kerültek be a tananyagba.
- Az emelt szintű képzéshez melyik az a tankönyv, ami az új követelményekhez igazodik – és jól használható?
- Miként szervezzük meg és töltjük meg tartalommal a 11-12. évfolyam fakultációs óráit?

**PÉLDÁUL: EMELT SZINTŰ KÖVETELMÉNYEK, AMELYEK A KORÁBBI ÉRETTSÉGI
KÖVETELMÉNYRENDSZERBEN NEM
SZEREPELTEK:**

- Emergencia, rész-egész viszony, rendszerszemléletű gondolkodás
- Igazolja példákkal, hogy a sejt anyagcsere-folyamatai a környezettel folytonos kölcsönhatásban mennek végbe
- Kapcsolja a sejten belüli mozgásokat a sejtvezérlés funkciójához
- Sejten belüli (másodlagos) hírvivők (cAMP, Ca^{2+}), kinázok, G-fehérje, foszforiláció, jelerősítés.
- Elemesse leírt példa alapján a sejten belüli és a sejtek közötti jelátviteli hálózatok biológiai jelentőségét a sejt működésének szabályozásában, a sejtek közötti kommunikációban.
- Pszichoneuro-immunológia, rendszerszemléletű orvoslás
- Felharmonikusok
- Ioncsatorna típusok (ligandfüggő, feszültségfüggő, szivárgási),
- Magyarozza az R0 érték és a fertőzés terjedési dinamikájának a kapcsolatát
- Magyarozza, hogy miért mondható, hogy a fenotíp meghatározó tulajdonságok összessége sokkal komplexebb a genomnál.
- Értelmezzen megadott adatok vagy ábra alapján evolúciós leszármazási kapcsolatokat, jelátviteli hálózati modellt, készítsen törzsfát

NÉHÁNY VÁLTOZÁS TÉMAKÖRÖNKÉNT

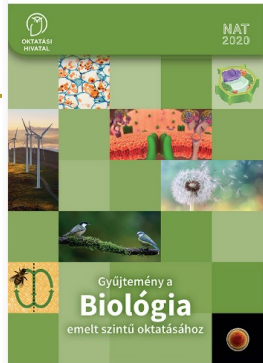
1. Bevezetés a biológiába

Témák	Vizsgaszintek	
	Középszint	Emelt szint
1.1. A biológia tudománya		
1.1.1. Vizsgálati szempontok és jellemzők	Kulcsfogalmak megismerési folyamatok, szerveződési szintek Gondolkodási művelet Ismertesse a biológiai kutatások alapvető céljait, főbb területeit, érveljen az élet megértésében, az élővilág megismerésében és megóvásában játszott szerepe mellett. Különböztesse meg a hétköznapi és tudományos megismerés jellemzőit. Soroljon be megadott biológiai struktúrákat vagy jellemzőket szerveződési szintekhez: sejt alatti, sejtszintű, egyed alatti és egyed feletti, szövet, szerv, szervrendszer, egyed, populáció, társulás, (makro)biom, bioszféra.	Kulcsfogalmak életkritériumok, az evolúció kritériumai, rendszerszemlélet, emergencia, rész-egész viszony Gondolkodási művelet Hasonlítsa össze az életkritériumokat és az evolúció kritériumait. Fogalmazza meg az élő rendszerek jellemzőit (elhatárolódás, belső egység, anyagcsere, homeosztázis, ingerlékenység, kódolt információhordozás és átadás, szabályozás, vezérlés, növekedés, fejlődés, szaporodás, öröklődés és öröklődő változékonyság, evolúció, halandóság). Alkalmazza a rendszerszemléletű gondolkodást a biológiai folyamatok megértésében. Indokolja, hogy a magasabb szerveződési szintek működései magukba foglalják az alacsonyabb szintűekét, de azokból nem vezethetők le (emergencia). Találja meg egy kísérleti leírásban a kontroll- és kísérleti csoportot, a kísérleti beavatkozást, a függő és független, valamint a rögzített változókat.
1.1.2. Vizsgáló módszerek	Kulcsfogalmak megfigyelés, vizsgálat, kutatási kérdés, hipotézis, előrejelzés, kísérlet, kísérleti változó, tesztelés (bizonyítás,	Kulcsfogalmak kromatográfia, centrifugálás, elektromágneses spektrum, gélelektroforézis, elektronmikroszkóp, SI alap- és

Kikerült: a rendszerezés részletes követelménye, Linné munkássága

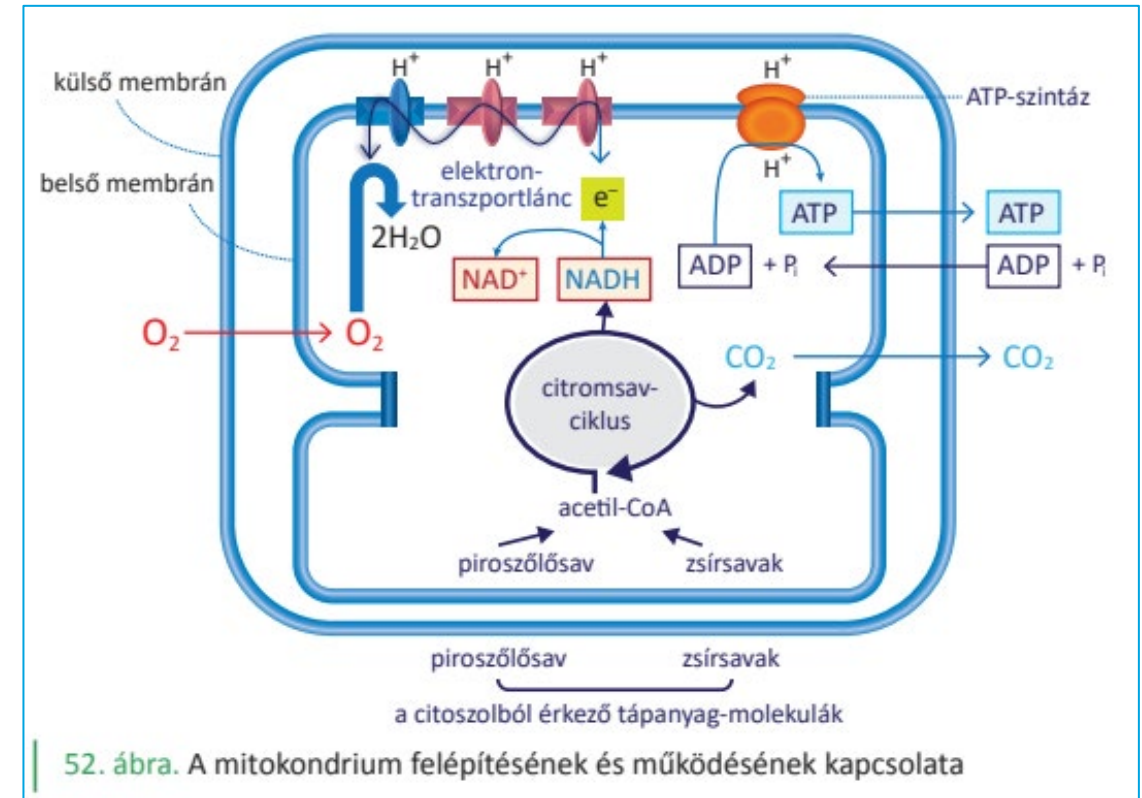
	Középszint	Emelt szint
	cáfolat), kontroll-kísérlet, gyakoriság, valószínűség, mérés, rendszerezés, dichotómikus kulcs , szűrés, diagnosztikai vizsgálat, fénymikroszkóp, méretskála , fajlagos felület, felülethez kötődés (adszorpció)	származtatott mennyiségek és mértékegységek, modellvizsgálat
	Gondolkodási művelet <i>Ismertesse a tudományos vizsgálatok menetét, műveleteit alkalmazza vizsgálat- és kísérletelemzésekben.</i> <i>Hozzon döntést a mérések pontosságáról, azok főbb mutatói (tárgyszerűség, érvényesség, megbízhatóság) alapján.</i> <i>Értelmezzen egyszerű, (molekuláris) szűréssel kapcsolatos vizsgálatot.</i> <i>Vázolja fel az emberi EKG, EEG, CT, MRI, UH, röntgen, endoszkópos vizsgálatok alapvető céljait, értelmezzen ezekkel kapcsolatos betegájékoztatót.</i> <i>Alkalmazza a rendszerezés alapelveit az élőlények csoportosítása és meghatározása során.</i> <i>Értelmezzen és ábrázoljon (függvény, oszlop- és kördiagram) vizsgálati adatokat, adott adatsorok, grafikonok alapján vonjon le következtetéseket.</i> <i>Ismertesse a fénymikroszkóp használatának alapelveit, tudja, hogyan kell kiszámítani a mikroszkóp nagyítását.</i> <i>Készítsen vázlatrajzot a megfigyelt preparátumról, mikroszkópos metszetről.</i> <i>Mutassa ki az orvosi szén nagy felületi megkötő képességét festékdattal. Tudja magyarázni és értelmezni a kísérletet, értse annak következményeit, alkalmazási lehetőségeit.</i> <i>Végezzen kísérletet az antociánok pH-tól függő színváltozásának vizsgálatára, ismertesse a</i>	Gondolkodási művelet <i>Magyarázza a kromatográfia, a centrifugálás, a gélelektroforézis és az elektronmikroszkóp működésének elvi alapjait.</i> <i>Ismerje a felületen való megkötődés biológiai jelentőségét (enzimműködés, talajkolloidok).</i> <i>Alkalmazza az elektromágneses spektrum emberi szem által látható fény, UV és infravörös tartományának fizika jellemzőit biológiai vizsgálatokban.</i> <i>Elemezzen egy leírt kromatográfiás kísérletet.</i> <i>Értelmezze különböző elválasztástechnikai eljárások (kromatográfia, centrifugálás, gélelektroforézis) eredményét biológiai vizsgálatokban.</i> <i>Magyarázza a fény- és az elektronmikroszkóp felbontóképességét, a kapható információk különbségét.</i> <i>Értelmezzen és tervezzen ezüsttükör-próbán, Lugol-próbán és biuret reakción alapuló kísérletet. Magyarázza a megfigyelhető tapasztalatokat a bekövetkező kémiai változások alapján.</i> <i>Állapítsa meg egydimenziós, idő- és helyfüggő változásokban a változás gyorsaságát, értelmezze a változást bemutató grafikonok meredekségét.</i> <i>Alkalmazza a valószínűség és előrejelzés összefüggését biológiai vizsgálatokban.</i>

HOGYAN KÉSZÜLJÜNK FEL ERRE?



Gondolkodási művelet:

- Magyarázza a szervezet ozmotikusan aktív anyagainak szerepét az életfolyamatokban (vérfehérjék a visszaszívásban, nyirokképzés, a víz mozgása a nefronban, vízfelszívás a tápcsatornában).
- Ismertesse a kolloidok biológiai jelentőségét (nagy fajlagos határfelület, adszorpció).
- Tervezen és értelmezzon a diffúzióval és az ozmózissal kapcsolatos kísérleteket.
- Magyarázza az ATP-bontó enzimek és az energiaigényes folyamatok kapcsolatát (miozin, Na-K pumpa), hozzá kapcsolatba az ATP szintézist az egyenlőtlen ioneloszlással (mitokondrium).
- Tervezze meg és magyarázza az enzimműködéshez szükséges optimális kémhatást és hőmérsékletet bemutató kísérletet, értékelje annak eredményeit.
- Értelmezzon enzimműködéssel kapcsolatos kísérletet.



52. ábra. A mitokondrium felépítésének és működésének kapcsolata

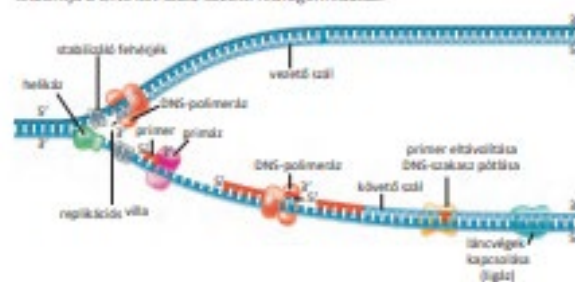
Kulcsfogalmak: purinváz, pirimidinváz, észterkötés, NAD⁺, NADP⁺, koenzim-A, örökítő szerep bizonyítása, PCR, DNS polimeráz

Gondolkodási művelet:

- Indokolja a NAD⁺, NADP⁺, KoA biológiai jelentőségét.
- *Elemessen kísérleteket a DNS örökítő szerepének bizonyításával kapcsolatban (Griffith és Avery, Hershey és Chase kísérlete).*
- *Kapcsolja össze a DNS duplikáció folyamatát a polimeráz láncreakció (PCR) technológiai módszerrel, magyarázza a módszer lényegét, értelmezze e módszer szerepét az orvosi diagnosztikában.*

DNS-duplikáció

A DNS-duplikáció folyamatához egy több enzimből álló enzimkomplex alakul ki (repliszóma). A helikáz enzim felbontja a DNS két szála közötti hidrogénhidakat.



68. ábra. A DNS-megkettőződésben (replikáció) részt vevő molekulák és struktúrák

A primáz enzim rövid komplementer RNS-darabot (primer) szintetizál a DNS két szálához. A 3'-5' szál kezdetén RNS-primer (10-20 bázis) szintézise történik. A DNS-polimeráz-III enzim ehhez tud kötődni, és az új szál 5'-3' irányba hosszabbodni kezd (polimerizáció), a polimeráz csak ebben az irányban képes új láncot szintetizálni. A folyamat monomerjei a nukleozid-trifoszfátok (dATP, dCTP, dGTP, dTTP). Ennél a szálnál a helikáz működésével megegyező irányban történik folyamatosan a szintézis, ez a vezető szál. A másik szál 5'-3' irányú, ez a követő szál. A komplementer szál kialakulása itt bonyolultabb, több lépésből áll. A primáz időről időre – a DNS-hélix nyílásával párhuzamosan – RNS-primerket szintetizál. A DNS-polimeráz-III a primereket tartalmazó szakaszokhoz kötődik, és 5'-3' irányban (a nyílással ellentétesen) szintetizálja a komplementer szál darabjait, ezek az Okazaki-fragmentumok. Ezekből a DNS-polimeráz-I az RNS-részeket eltávolítja, és a helyükre DNS-t szintetizál. A darabokat a DNS-ligáz enzim kapcsolja össze. A szintézis prokarióta gyűrű alakú DNS-nél egy ponton, míg az eukarióta kromoszómákban több ponton indul el. Az eukarióta kromoszómák esetén az eredeti szálak 3' végén található RNS-primer helyén a DNS-polimeráz-I nem tud DNS-t szintetizálni. Kom-

plementer szál nélkül az eredeti szál 3' végéből 10-20 bázis eltávolítása kerülné, és minden duplikációval rövidülne a kromoszóma. Ezt elkerülendő a telomeráz enzim pótolja a kromoszómavégeken lévő hiányzó részeket.

A folyamat végére két DNS kötés jön létre, amelyek információ-tartalmát megőrzik, mivel az egy-szálsú DNS bázissorrendje mintául szolgál (templát) az új, kiegészítő szál bázissorrendjéhez.

A PCR elve

A DNS sokszorozását (ismételt duplikációt) próbálták laboratóriumi körülmények között (kémcsőben) megvalósítani. A probléma az volt, hogy a DNS két szálának szétválasztásához 95 °C-ra kellett az elegyet melegíteni, ami denaturálta a DNS-polimeráz enzimet, így minden duplikáció alkalmával újból polimeráz volt

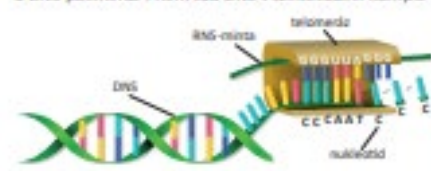
szükséges az elegyhez adni. A problémát megoldotta, amikor felfedezték a hőrezisztens DNS-polimeráz (Taq polimeráz) a geizinek környezetében élő *Thermus aquaticus* baktériumban. A Taq polimeráz elegendő volt a reakció elején hozzáadni az elegyhez, és a 95 °C-on végzett DNS-denaturáció során sem csapódott ki. Ezzel megszületett egy molekuláris biológiai módszer, a PCR (polimeráz láncreakció, polynucleotide chain reaction). A módszer röviden:

Szükséges anyagok:

- eredeti DNS (ún. templát), amit a reakcióval meg akarunk sokszorozni,
- két rövid, kezdő DNS-darab, primer, amely az eredeti DNS két szálához kapcsolódva a polimeráz enzimnek meghatározza a másolandó szakasz elejét és végét,
- DNS-polimeráz enzim, Taq polimeráz, amely előkészíti a kiegészítő szálakat,
- DNS-nukleotidok, amelyekből a polimeráz enzim felépíti a kiegészítő szálakat,
- pufferoldat, amely biztosítja a DNS-polimeráz számára megfelelő kémiai környezetet.

Az eljárás lényege:

A ciklus első lépéseként a fenti anyagokat tartalmazó kémcsövet kb. 95 °C-ra hevítik, így egy-szálsú DNS-molekulák jönnek létre (denaturáció). Miután a DNS denaturálódott, az elegyet kb. 50 °C-ra hűtik. Ekkor a felőss mennyiségben bevitt primerek a másolni kívánt DNS-láncokhoz kapcsolódnak. Aztán az elegyet pontosan 72 °C-ra hevítik, mert ez a polimeráz enzim hőmérsékleti optimuma. Ez az enzim a primerektől folytatja a DNS kiegészítő láncának hosszabbítását. Ezután a folyamat



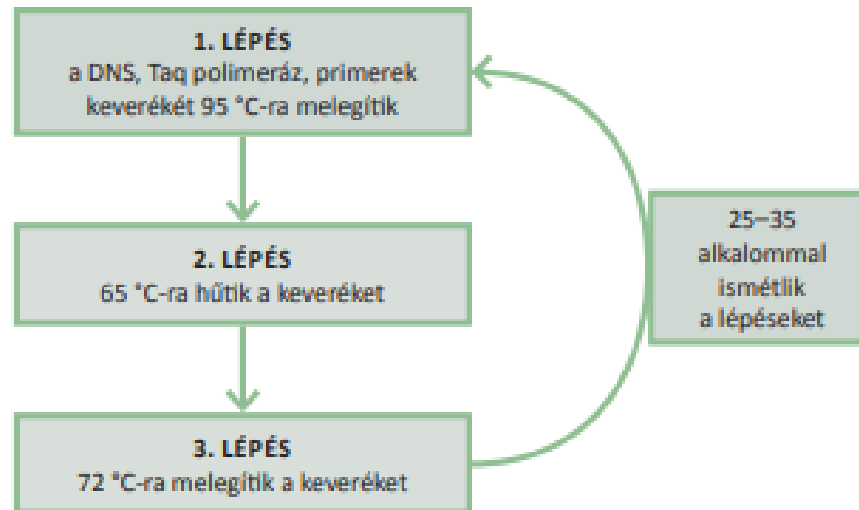
69. ábra. A telomeráz enzim működése

FELADATOK

2) A PCR elve (DNS-megkettőzés a kémcsőben)

A polimeráz láncreakció (polymerase chain reaction, PCR) segítségével mesterségesen (egy kémcsőben) képesek vagyunk kis mennyiségű DNS-minta sokszorozására. A reakció fő lépéseit az ábra szemlélteti. Ezzel a módszerrel a sejtekben lezajló DNS-duplikációt sikerült mesterségesen megvalósítani. A kulcs a Taq polimeráz felfedezése volt, ami a gejzírekben élő *Thermus aquaticus* baktérium DNS-polimeráza.

Az ábra tanulmányozása után válaszolj a következő kérdésekre!



1. Miért szükséges az 1. lépésben 95 °C-ra melegíteni a keveréket? Melyik, az emberi szervezetben megtalálható enzimet helyettesíti ez a lépés?
2. Mi a primerek szerepe a reakcióban? Miért kell a lekötődésükhöz 65 °C-ra hűteni a reakciót?
3. Miért a primerek alakítanak ki hidrogénhidakat a DNS komplementer részével a komplementer DNS-szálakkal szemben a 65 °C-ra való hűtés során?
4. Magyarázd meg, miért csak a Taq polimerázzal működik a reakció, miért nem lehet emberi DNS-polimerázzal megvalósítani!
5. Ha minden ciklus során a DNS egy része megduplázódik a reakcióban, akkor a DNS mennyiségét a ciklusszám függvényében ábrázolva milyen típusú függvényt kapunk? (Feltételezzük, hogy minden kiindulási anyag a DNS kivételével feleslegben van.)
6. Két DNS-mintával PCR-reakciót végeztek. Minden feltétel azonos volt a DNS-mintákon kívül. A PCR-reakció végével a DNS-mennyiséget meghatározva az 1. mintánál négyszer akkora mennyiséget mértek, mint a 2.-nál. Mi lehet ennek az oka?

2.3.6. A sejtműködések szabályozása és a sejtek közötti kommunikáció

Kulcsfogalmak: irányítás, vezérlés, szabályozás, „kell” érték, „van” érték, hibajel, jeladó (sejt), jel (elektromos jel, kémiai anyagok), csatorna (testfolyadék, szinapszis), receptor (jelfogó)

Gondolkodási művelet:

- Értelmezze leírt példa alapján a sejten belüli és a sejtek közötti jelforgalmi hálózatok biológiai jelentőségét a sejt működésének szabályozásában, a sejtek közötti kommunikációban.
- Ismertesse, hogy a sejt hogyan válaszolhat külső és belső ingerekre (sejten belüli anyag koncentráció változása, működésének megváltozása: alak-, anyagcsere- vagy elektromos változás, elválasztás, génátírás).



Kulcsfogalmak: sejtfelszíni receptor, sejten belüli receptor, sejten belüli (másodlagos) hírvivők (cAMP, Ca^{2+}), kinázok, G fehérje, foszforiláció, jelerősítés

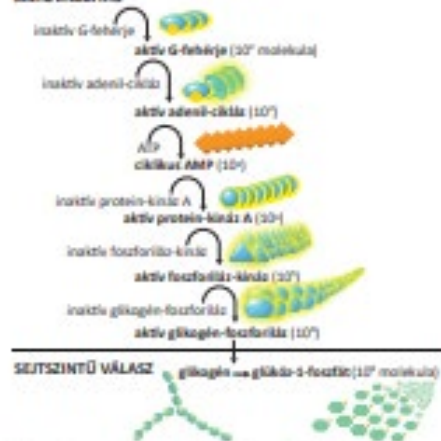
Gondolkodási művelet:

- Elemezze leírt példa alapján a sejten belüli és a sejtek közötti jelforgalmi hálózatok biológiai jelentőségét a sejt működésének szabályozásában, a sejtek közötti kommunikációban.
- *Magyarázzon rajzolt ábra segítségével jelátviteli mechanizmust az adrenalin (glikogénbontó enzimre) és a glukokortikoidok (transzkripcióra) gyakorolt hatásának példáján.*

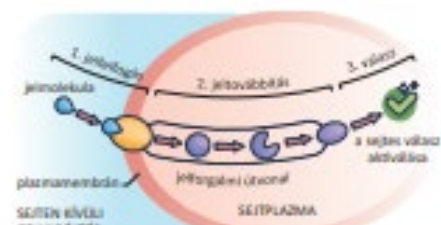
JELFELFOGÁS

az adrenalin (1 molekula) kötődése egy G-fehérjéhez kapcsolt receptor-molekulához

JELTÖVÁBITÁS



123. ábra. Sejt-kommunikáció és amplifikáció az adrenalin példáján egy májsejt vagy izomsejt esetén



124. ábra. A sejt-kommunikáció három fő lépése

A jelfel fogást és az ezt követő transzdukciót alapvetően meghatározza a jelként szolgáló hírvív molekula kémiai jellege. Apoláris molekulák (steroidhormonok) át tudnak jutni a sejthártyán, így a receptorok a sejtplazmában találhatók, ún. **sejten belüli receptorok**. A kialakuló receptor-hírvív molekula- (szubsztrát) komplex a sejtmaghártyán átjut, és a megfelelő génnek promotor-szekvenciájához kötődik, ezzel fokozva a gén átírását és a megfelelő fehérje szintézisét. Poláris molekulák (amino-sav-származékok, peptidok, fehérjék) nem tudnak átjutni a sejthártyán, így **sejtfelszíni receptorok**ra van szükség, ezek a sejthártyához kötődve, a sejt felszínén találhatók. A jelmolekula megkötése esetén a receptor térszerkezete megváltozik, és a citoplaszma felől

olyan változások indulnak meg, amelyek egy új, sejtben belüli jelmolekulát (másodlagos hírvív) hoznak létre. Ez fog változást kialakítani a sejtben. A sejtben belüli jelátviteli útvonalak eltérőek lehetnek.

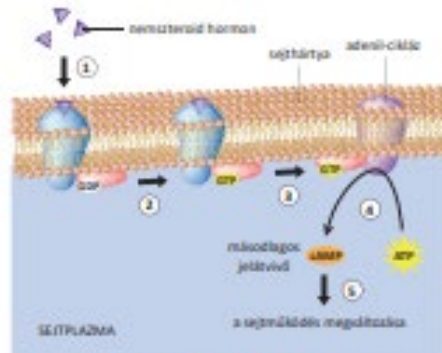


125. ábra. Steroidhormonok és sejtben belüli receptorok. Nemsteroid hormonok és sejtfelszíni receptorok. A jelátviteli általános sémája a két esetben

Egyik csoportjuk a GTP-kötő fehérjék (G-protein) közvetítésével működő útvonalak. A sejtfelszíni receptor megkötö a jelmolekulát, és a sejtplazma felől oldalon a receptorhoz kapcsolódó G-protein GDP helyett GTP-t köt meg. A már aktív (GTP-t kötött) G-protein aktiválja az adenyilát-cikláz enzimét, ami ATP-ből ciklikus AMP-t (cAMP) állít elő.

Ez a másodlagos hírvív, ami láncreakcióban (szignalizációs kaskád) több enzim egymás utáni foszforilációját (aktiválását) idézi elő. Ezután a sejt anyagcsereje megváltozik. Ez a jelátviteli útvonal aktiválódik:

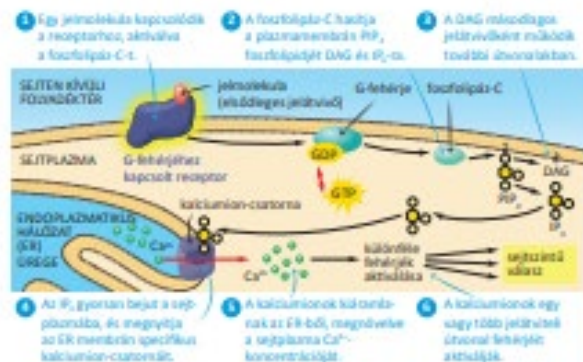
- adrenalin hatására (β -adrenerg receptorhoz kötődés) a máj- és izomsejtekben, és megindul a glikogén lebontása,
- ADH hatására a gyűjtőcsatorna sejtjeiben akvaporinok kerülnek a gyűjtőcsatorna felőli sejthártyába, így fokozódik a vízvisszajelzés.



126. ábra. A cAMP-útvonal főbb lépései

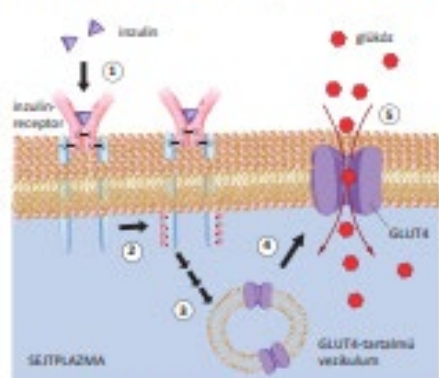
Az aktívált G-proteinek egy másik csoportja a foszfolipáz-C enzimet aktiválja, ami elhasítja a foszfatidil-inozitol-difoszfátot (PIP₂) diacylglicerolra (DAG) és inozitol-trifoszfátra (IP₃). Az IP₃ másodlagos hírvívként az endoplazmatikus retikulumon lévő kalciumion-csatornákat kinyitja, és a sejtplazmába kalciumionok áramlanak, ezek a harmadlagos hírvívek. A kalciumionok fehérjéket aktiválnak, és így megváltozik a sejt anyagcsereje. Ez a jelátviteli útvonal aktiválódik:

- adrenalin hatására (α -adrenerg receptorhoz kötődés) a máj- és izomsejtekben, és gátlódik a glikogén szintéziséért felelős enzimek működése.



127. ábra. A foszfolipáz-C útvonal főbb lépései

A sejtben belüli jelátviteli egy másik formája a tirozin-kináz enzimmel kapcsolt útvonal. A receptorhoz kötődő hírvív molekula a receptorok dimerizációját (két receptor összekapcsolódása) váltja ki, és a receptorok



128. ábra. A tirozin-kináz-útvonal főbb lépései az inzulinhatás példáján

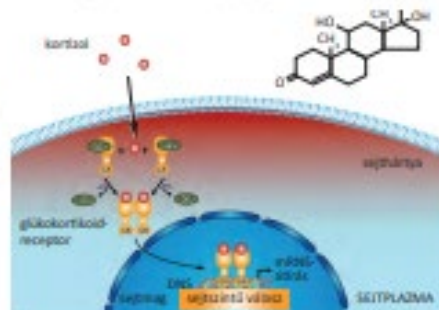
egymás tirozinoldalláncokat kölcsönösen foszforilálják. Létrejön az aktív dimer, ami az ideális inaktív fehérje térszerkezetét módosítani képes. Ezzel kialakulnak az aktív enzimek, amelyek módosítják a sejt anyagcserejét. Ez a jelátviteli útvonal aktiválódik:

- inzulin hatására például a vízizomsejtjein a sejtben belüli membránhólyagokban lévő glükóztanszporterek (carrier-molekulák) a sejt felszínére kerülnek, így a sejt glükózfelvétele fokozódik.

Az eddigiekkel eltérően működnek a sejthártyán átjutó jelmolekulák. Ezek a sejtplazmában található receptorokhoz kötődnek, és a kialakuló receptor-jelmolekula-komplex bejut a sejtmagba, ahol meghatározott gének promotor-szekvenciájához kötődve módosítja a transzkripciót. Ez a jelátviteli útvonal aktiválódik:

- kortizol hatására a májsejtekben olyan gének átírása kezdődik meg, amelyek a zsírsavak cukorral való átalakítását végző enzimeket kódolják, így a sejt képes lesz a glükoneogenezisre.

A sejtek közötti kommunikáció bonyolult hálózat a szervezetben. A most bemutatottak csak példák és általános sémák a működésével kapcsolatban. Fontos megemlíteni, hogy egy jelmolekula hatása függ attól, hogy az adott sejt típuson milyen receptor van (lásd feljebb adrenalin- α - és - β -receptor), illetve milyen szövetre gyakorolja a hatást. Az erek simaizomzata esetén az adrenalin- β -receptorhoz (főleg a vízizom ereiben) kötődve elernyedést, α -receptorhoz (főleg zsigeri szervek) kötődve kontrakciót okoz, így segíti a vér újraelosztását stresszhelyzetben. A vízizomzatba több, a zsigeri szervekhez pedig kevesebb vér jut.



129. ábra. A kortizol hatására kialakuló jelátviteli főbb lépései

4.3.2. Izomrendszer

Kulcsfogalmak: izomfej, izomhas, izompólya, ín, vázizom, hajlítás-feszítés, közelítés-távolítás, forgatás

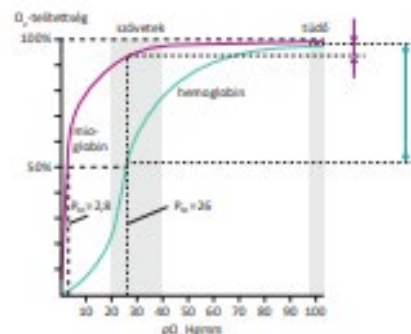
Gondolkodási művelet:

- Ismertesse a következő izmok helyét és alapvető funkcióit: gyűrű alakú záróizmok, mimikai izmok, bordaközi izmok, nagy mellizom, hasizmok, gátizmok, rekeszizom, végtagok hajlító- és feszítő izmai, fejbiccentő izom.
- Ismertesse a vázizom felépítését: izomrost (izomsejtek), izomrostköteg, izompólya, inak.
- Értelmezzen az izomláz kialakulásának okairól szóló szöveget.
- *Mutassa be csirkeszárnyon a hajlító és feszítőizmokat, az izmok külső felépítését, az ízület részeit.*

Kulcsfogalmak: emelő-elv, erő, erőkar, forgatónyomaték, szarkomer, kreatin-foszfát, mioglobin, relatív oxigénhiány, izomfonalak csúszási mechanizmusa

Gondolkodási művelet:

- Magyarázza rendszerszemléletű megközelítésben az izom felépítését: elemi fehérjék [aktin, miozin] → izomfonalak → izomfonálköteg → izomsejt → izomrost → izom.
- Magyarázza a mozgási szervrendszer lényegi működését fizikai (emelő-elv, erő, erőkar), biokémiai (aktin, miozin, kreatin-foszfát, ATP, biológiai oxidáció, erjedés), szövettani (vázizomszövet) ismeretei alapján.
- Magyarázza, miért szükséges az izomműködéshez Ca^{2+} -ion, illetve Mg^{2+} -ion.
- Magyarázza az izom saját energiatároló és oxigéntároló molekuláinak szerepét.



38. ábra. A mio-globin és a hemoglobin oxigénköltése

(20-40 Hgmm), a hemoglobin még nem, így a tüdőből a szövetekbe érve oxigént ad le, ennek egy részét kötheti meg a mio-globin.

Hosszan tartó izomműködés esetén szövetünk energiakészletei kimerülhetnek, ami a fáradtságérzet kialakulásának egyik oka. Tartós fizikai terhelés során a szövetet fáradással szembeni ellenálló képességét az **állóképesség** jellemozzük. Az **edzettség** a fizikai terhelés hatására kialakuló erőnléti állapot, teljesítképesség. A rendszeres sportolás, a fokozódó terhelés növeli az edzettséget, amellyel párhuzamosan javul az állóképesség, azaz a szövetet azon képessége, hogy nagy fizikai terhelés során biztosítja a biológiai egyensúly fenntartásához szükséges energiát.

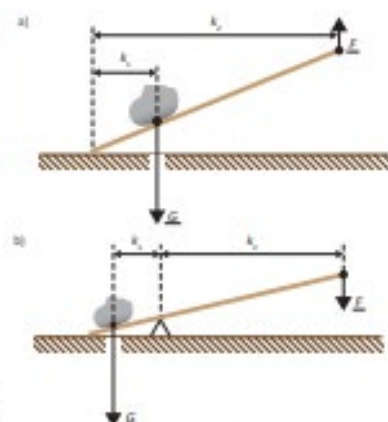
Az összehúzódás sebessége alapján kétféle izom-típus különböztetünk meg:

- lassú, tartós összehúzódásra képes ún. vörös izmok, amelyek színét a magas mio-globintartalom okozza, ilyenek a testtartásért felelős izmok (pl. hátizmok),
- gyors működésű, de fáradékonyabb, ún. fehér izmok, ilyenek a végtagok izmai.

Biomechanikai alapok

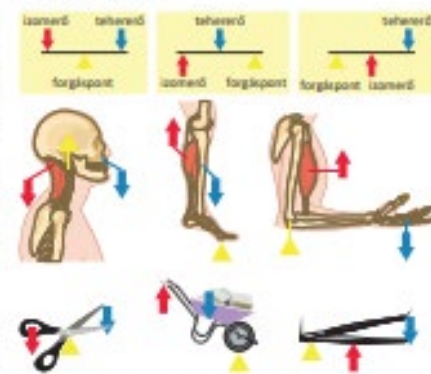
A biomechanika a mechanika törvényszerűségeit (pl. az emelőt) az élő szervezetekre alkalmazza. Az emberi test mechanikus működése egyes esetekben hasonlít az egyszerű emelő működéséhez. Az emelő egy rögzített (forgási) tengely (forgáspont) körül elfordítható merev rúd, amely teher emelésére vagy mozgatására használható. A **tengely** vagy **forgáspont** az emelő elforgathatóan megfűszasztott pontja.

Kétoldalú (kétkarú) emelőről beszélünk, ha a teher (erő) és az aktív erő a tengelyhez képest az emelő különböző oldalán található. Egyoldalú (egykarú) emelőről beszélünk, ha a teher és az aktív erő az emelő ugyanazon oldalán van a tengelyhez képest.



39. ábra. Az emelő típusai: egykarú (a) és kétkarú emelő (b)

A forgáspont és a teher közötti távolság az erőkar/teherkar (k_t), a forgáspont és az aktív erő közötti távolság pedig az erőkar (k_e).



40. ábra. Példák a tehererő, az izomerő és a forgáspont egymáshoz való elhelyezkedésére

Az erő forgathatóságát megadó fizikai mennyiséget **forgatónyomat**oknak hívjuk. Egy erő forgatónyomatát megkapjuk, ha az erő nagyságát megszorozzuk az erő-karral.

$$\begin{aligned}\text{forgatónyomat} &= \text{erő} \cdot \text{erőkar} \\ \text{erő} &= \text{tömeg} \cdot \text{gyorsulás} \\ F &= m \cdot g\end{aligned}$$

Az emelő törvénye kimondja, hogy egyensúly esetén az aktív erőnek a forgáspontja vonatkozó forgatónyomatoka egyenlő a teher forgatónyomatáéval: emelőelv: **tehererő · teherkar = erőkar · erő**, azaz

$$G \cdot k_t = F \cdot k_e$$

Ha például egy 1 gramm tollat és egy 1 kg-os követ akarnánk egyensúlyba hozni, a toll 1000-szer távolabb lenne a forgásponttól, mint a kö; ha pedig egy 1 kg-os követ egy másik 1 kg-os követ egyensúlyoznánk ki, a forgáspont közepén lenne.

Következtetések az izomrendszerre vonatkozóan:

- Minél nagyobb az izomrost átmérője, annál nagyobb az erőfejtképessége.
- Minél hosszabb egy izomrost, annál nagyobb rövidülési sebesség elérésére lehet képes.

Az eddigiekben ismertetett biomechanikai folyamatok rövid fizikai összefoglalója

A tömeg

- a fizikai testek tehetetlenségének mértéke,
- jelle: m , mértékegysége: kilogramm (kg),
- állandó mennyiség, amely nem függ a test földfelszín feletti magasságától.

A súly

- erő, amellyel a test az aláírástási pontot nyomja, ill. a felüggészési pontot húzza,
- jelle: G , mértékegysége: newton (N),
- erőmérővel mérk,
- változó mennyiség, amely függ a test földfelszín feletti magasságától (vagyis attól, mekkora a gravitációs térerősség ott, ahol a test van),
- Egy nyugvó test súlya a test tömegének és a nehézségi gyorsulás ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) értékének szorzata: $\text{erő} = \text{tömeg} \cdot \text{gyorsulás}$

Az erő forgathatósága, a forgatónyomatok

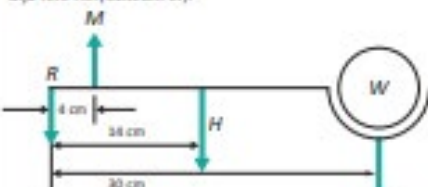
- Az erőhatás a testek forgását is megváltoztathatja. Az erőnek forgathatósága is lehet.
- Az erő forgathatósága csak akkor érvényesül, ha hatásvonala nem megy át a forgástengelyen.
- A változatlan erő forgathatósága függ attól, hogy hatásvonala milyen messze van a forgástengelytől. Az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolságát **erőkar**nak nevezzük.
- A jelle: k ; a mértékegysége: m , cm stb.
- A forgathatóság egyenesen arányos az erő nagyságával és az erőkar hosszával.
- Egyenlő nagyságú forgathatósáknál az erő és az erőkar szorzata egyenlő. Ezt a szorzatot **forgatónyomat**oknak nevezzük. Jelle: M .

$$M = F \cdot k, \text{ így mértékegysége Nm (newtonméter)}$$

Forrás: https://www.nkp.hu/tankonyv/fizika_7/fecke_04_005

KIDOLGOZOTT FELADAT

A súlyozó gyakorlatok során a kar anatómiai egységei egyoldalú (egykarú) emelőként működnek. Az ábra az „emelő” azon állapotát mutatja be, amikor az alkar kb. 90°-os szöget zár be a felkarcsonttal (a talaj az ábra alja felé helyezkedik el).



Erőviszonyok a súlyzó kábelben tartásakor

Az ábra jelölései:

- A vastag nyílak erőket, a vékonyak távolságokat jelölnek.
- R = forgástengely (könyökízület)
- M = az izom kifejtette erő az alkarra
- H = az alkarra ható gravitációs erő
- W = a kézi súlyzó súlya

Mekkora erőt kell kifejtenie az alkarhajltó izomnak a 15 kg-os súlyzó adott helyzetben tartásához, ha a sportoló alkarjának tömege 3 kg? A nehézségi gyorsulás értéke: $9,81 \text{ m/s}^2$.

$$M = ?$$

Az egy irányba ható forgatónyomatok összegzendők. Az ellentétes irányba ható forgatónyomatok egyensúly esetén kiegyenlítik egymást.

$$\begin{aligned}H \cdot 14 + W \cdot 30 &= M \cdot 4 \\ (H_{\text{al}} = 3 \cdot 9,81, W_{\text{sz}} = 15 \cdot 9,81)\end{aligned}$$

A súlyzó és az alkar tömegéből fakadó forgatónyomatok:

$$14 \cdot 3 \cdot 9,81 + 30 \cdot 15 \cdot 9,81 = 4826,52 \text{ Nm}$$

Ez megegyezik a hajltóizom által kifejtendő forgatónyomatokkal, azaz az alkar által kifejtett erő:

$$4826,52 / 4 = 1206,63 \text{ N}$$

4.6.3. A szív és az erek

Kulcsfogalmak: pitvar, kamra, vitorlás billentyű, zsebes billentyű, artéria (verőér), aorta, véna (gyűjtőér/visszér), kapilláris (hajsálér), szívfal felépítése, érfal felépítése, nagyvérkör, kisvérkör, koszorúér, szívfrekvencia, pulzusszám, vérnyomás, szisztolé, diasztolé, izompumpa

Gondolkodási művelet:

- Magyarázza a szív felépítésének és működésének kapcsolatát. Ismertesse, hogy mi a koszorúerek feladata, hogy miért életveszélyes ezek elzáródása.
- Ismertesse az artériák, a vénák és a kapillárisok felépítését (átmérő, billentyű, szöveti szerkezet), és ezeket hozza kapcsolatba az adott erek funkcióival.
- Magyarázza, mely tényezők segítik a vénás áramlást. Ismertesse a szívfrekvencia és a vérnyomás fogalmát és felnőttkori normál értékeit.
- *Mérjen pulzust és vérnyomást (automata eszközzel), értelmezze a mért adatok eredményeit.*

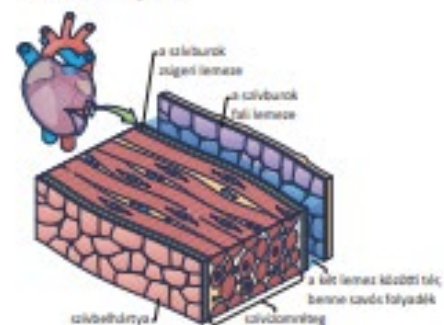
Kulcsfogalmak: szívciklus szakaszai, vérnyomás változása, véráramlás sebessége, erek keresztmetszete, pulzus/verőtérfogat, keringési perctérfogat, vénás áramlás, szélkazan funkció

Gondolkodási művelet:

- Elemezze a szív működését a szívciklus folyamatában (üregek térfogat- és nyomásviszonyainak változása, a vér áramlása).
- Elemezze grafikonon a vérnyomás változását, a véráramlás sebességét, az erek keresztmetszetének alakulását a keringési rendszerben. Ismertesse a verőtérfogat, perctérfogat értékeit. Végezzen alapvető számításokat ezekkel az adatokkal.
- *Elemezzen a szív működésével kapcsolatos élettani kísérletet.*

A szívfal szövettani felépítése követi az ereket, három fő rétegből áll:

- A belső réteg a **szívbelhártya**, amit egyrétegű laphám alkot, alatta kötőszövet van.
- A középső réteg a **szívizomzat**, ami speciális harántcsíkolt izom, benne a közel Y alakú sejtek háldóattá kapcsolódnak össze. A sejthatárok mikroszkóposan figyelhető meg az Eberth-féle vonal vastagodása, amit nagyszámú ioncsatorna alkot. A jobb kamra fala kb. 0,5 cm vastag, a bal kamráé átlagosan 2 cm. Rendszeresen végzett fizikai munka vagy sportolás hatására a szívizomzat tömege – elsősorban a bal kamráé – megnő. Ez általában együtt jár a szív teljesítményének növekedésével.
- A szív külső rétege a **szívburok**, amely két lemezből áll: a **belső, zálogi lemeze** – egyrétegű laphám, alatta szinovium található felületkegyenlítő szereppel – a szív felszínén helyezkedik el. A szívburok külső, fali lemeze ugyancsak egyrétegű laphám, és kívülről kötőszövet kapcsolódik hozzá. A két lemez között van a **szívburok ürege**, melyben kb. 50 ml folyadék biztosítja a lemezek súrlódásmentes elcsúszását, azaz a szív zavartalan mozgását.



100. ábra. A szívfal felépítése

100. ábra. A szívfal felépítése

A szív ciklus szakaszai

1-es fázis: pitvari összehúzódás – pitvari szisztolé

- Nyomásviszonyok: a pitvarokban a nyomás emelkedik, majd csökken.
- Térfogatviszonyok: pitvaré csökken, kamráé nő, majd telődik.
- Billentyűk helyzete: vitorlás billentyűk nyitottak.
- Véráramlás helyzete: a vér a pitvarból a kamrába megy.

2-es fázis: izovolumetriás kontrakció/összehúzódás

- Nyomásviszonyok: a kamra fala ráfeszül a benne lévő vére, a vérnyomás meredeken nő.

■ **Térfogatviszonyok:** a kamra vértérfogata nem változik.

■ **Billentyűk helyzete:** a vitorlás és a zsebes billentyűk is zártak.

■ **Véráramlás helyzete:** nem változik.

3-as fázis: kamrai vérkiáramlás

- Nyomásviszonyok: a kamrában a nyomás nő, majd csökken (az aortában uralkodó nyomás fölé emelkedik az érték, és az aortában a nyomás a kamra nyomásával együtt változik).
- Térfogatviszonyok: csökkenés, a bal kamra által kiűkölt vérmennyiség a verőterfogat, más néven pulzustérfogat. Egy-egy emberi bal kamra nyugalomban egy szisztolé alatt 70–80 ml vért lök ki.
- Billentyűk helyzete: zsebesek nyitottak, vitorlások zártak.
- Véráramlás helyzete: a vér a kamrából a nagy erekbe áramlik.

4-es fázis: izovolumetriás relaxáció

- Nyomásviszonyok: a kamra fala elernyed, a vérnyomás meredeken csökken.
- Térfogatviszonyok: a kamra vértérfogata nem változik.
- Billentyűk helyzete: a vitorlás és a zsebes billentyűk is zártak.
- Véráramlás helyzete: nem változik.

5-ös fázis: passzív kamrai telődés

- Nyomásviszonyok: a nyomás a kamrákban a pitvari érték alá csökken (szivattyúhatás), ezért a vér passzívan beáramlik, a vérbeáramlás nyomása enyhén nő.
- Térfogatviszonyok: a kamra vértérfogata nő.
- Billentyűk helyzete: vitorlás nyitott, zsebes zárt.
- Véráramlás helyzete: vér a pitvarból a kamrába áramlik – a kamra szívja át, nem a pitvar nyomja át.

Szisztolé: a szív működés összehúzódnási szakasza (van pitvari és kamrai).

Diasztolé: a szív működés elernyedési szakasza (van pitvari és kamrai).

A következő oldalakon látható grafikonokon a szív ciklus során végbemenő nyomás- és térfogatváltozásokat követhetjük nyomon a bal oldali szív felé vonatkozóan.

Az ábrákkal kapcsolatos alapfogalmak és adatok:

Shvfrekvencia: A szív percenként 70–75-ször húzódik össze (szisztolé), majd elernyed (diasztolé), és utána kb. 1/3 másodpercet pihen az újabb szisztolé előtt.

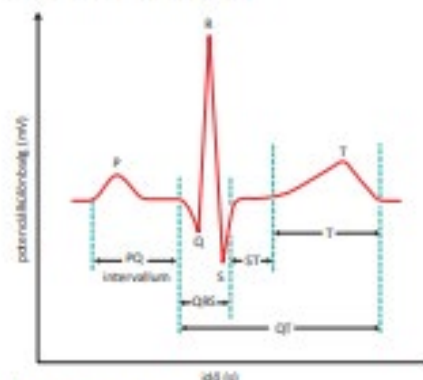
Verőterfogat: Pulzustérfogat, más néven verőterfogat alatt a bal kamra egy összehúzódnása során az aortába kiűkölt vér mennyiségét értjük. Ez általában 70–80 ml. A kamrából nem ürül ki az összes vér az összehúzódnás során, ez általában kb. 120 ml, ez biztosítja az elernyedett állapotú kamra megfelelő feszülését.

A kamrai akciós potenciálhullám sokkal hosszabb, mint a mozgatóidegsejté vagy a vázizomé, mert hosszabb az átviteli sebessége, és a depolarizáció alatt történik kontrakció.

Az elnyújtott platófázis oka: A platófázis addig tart, amíg a lassan aktiválódó Ca^{2+} -csatornák befelé irányuló Ca^{2+} -áram a kifelé irányuló (ekkor még viszonylag lassú) K^{+} -áramot ellensúlyozza. Ennek következménye: a szív munkairozmatánál az akciós potenciál és az izom összehúzódnása közel ugyanannyi ideig tart. Így újabb akciós potenciál csak akkor indulhat, amikor az izom már elernyed állapotban van, megakadályozva az izom tartós (hosszú idejű) összehúzódnását.

EKG. A szívben elektromos potenciálok (potenciálkülönbségek), elektromos áramok képződnek és terjednek. Az elektromos jelek a szívben kiindulva a testfelszínre jutnak, hiszen a szervezetünk folyadéktartalai (elektrolitoldatok) vezeték az elektromos jelet is, és a testfelszínen elhelyezett elektródákkal ez mérhető.

Ha a testfelszínen mérhető feszültség változásait az idő függvényében ábrázoljuk, jellegzetes lefutású mintázatot kapunk, ez az ún. elektrokardiogram (EKG). Az EKG-n észlelt hullámok nevei: P, Q, R, S, T és U. Minden hullám a szív egy meghatározott részének depolarizációját (elektromos kisülést) vagy repolarizációját (elektromos újratöltést) jelent. Az EKG elsősorban a munkairozmat működését jelzi, mert ez nagy tömegű, viszonylag (az ingerképző- és ingerületvezető rendszer sejtjeihez képest) sok sejtől áll.



112. ábra. EKG-görbe

A vérkeringési rendszerre vonatkoztatott néhány fizikai tény, alapelv

■ A testfolyadékok az élettani értékekkel jellemezhető nyomásokon **összenyomhatatlannak** tekinthetők.

■ A nyomás a felületre merőlegesen ható erőnek és a felület nagyságának hányadosa $p = F/A$. Ha a folyadék felszínén nem hat külső felületi erő, akkor a folyadék felszínétől mért h mélységben a nyomás értéke: $p = \rho \cdot g \cdot h$ (hidrosztatikai nyomás).

$$p = \frac{mg}{A} = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{A} = \rho \cdot g \cdot h$$

Ideális folyadékok esetében a folyadék a vele érintkező felületre csak a felületre merőlegesen nyomóerőt fejt ki.

■ 76 cm, azaz 760 mm magasú Hg-oszlop egyenúlyt tart a légnyomással (tengennyrt). A légnyomás értéke 101 325 Pa = 760 Hgmm.

■ Ideális folyadékokban, zárt térben lévő folyadékokra kifejtett nyomás gyengítetlenül terjed tovább minden irányban. Az emberi testfolyadékok azonban nem ideális folyadékok.

■ Áramló folyadékok hajtóereje a nyomáskülönbség.

■ **Belső súrlódás (viszkózitás):** η , amely akadályozza az anyag egyes rétegeinek egymás mellett elmozdulását, áramlását. Ideális folyadékokban nincs belső súrlódás.

■ A folyadék teljesen kitölti a csővezetékét.

■ **Áramlási sebesség (cm/s):** adott folyadékmennyiség által időegység alatt megtett út.

■ **Térfogati áramerősség:** adott keresztmetszetben időegység alatt áramló folyadékmennyiség (m^3/s vagy l/sec).

■ Az áramcső be- és kilépő keresztmetszetén tehát időegység alatt ugyanannyi folyadéknak kell átmegálnia.

■ Bernoulli törvénye: Áramló folyadékokban a **statikus nyomás** (p , a cső falára ható nyomás), a **dinamikus nyomás** ($\frac{1}{2}\rho v^2$) és a **hidrosztatikai nyomás** ($\rho g h$) összege (a teljes nyomás) állandó:

$$p + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = \text{állandó.}$$

■ Vízszintes csőnél a harmadik tag nyilvánvalóan állandó, így ekkor a törvény jelentése: nagyobb áramlási sebességű helyeken kisebb a statikus nyomás.

■ Az aneurizmák az ér falának valamennyi rétegét érintő túlfalad. A Laplace-törvény értelmében az erekben uralkodó nyomás és az erek átmérőjének növekedése (így, mint hipertóniájában) az erek falának fokozódó feszülését eredményezi. (Az ér falon kívüli nyomás elhanyagolható értékű.) A Laplace-törvény szerint a **falfeszülés** = **nyomás** · **belső sugár** / **falkvastagság**. $[T = P \cdot r / h, \text{ ahol } P \text{ a falon keresztül ható összes nyomás, a belső és külső nyomások különbsége, } r \text{ az ér sugara, } h \text{ az ér fal vastagsága.}]$

4.8.1.9. Látás

Kulcsfogalmak: szemgödör, szemöldök, szempilla, szemhéj, kötőhártya, könnymirigy, könnycsatorna, szemgolyó, ínhártya, szaruhártya, szemcsarnok, csarnokvíz, szemlencse, lencsefüggesztő rostok, sugártest, sugárizom, érhártya, ideghártya, üvegtest, látóideg, szemmozgató izmok, pupilla-reflex, akkomodációs reakció, szemhéjzáró-reflex

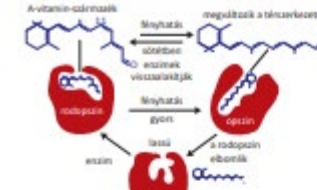
Gondolkodási művelet:

- Ismertesse és ábrán ismerje föl a szem alapvető és járulékos részeit, magyarázza ezek működését, a szemüveggel korrigálható fénytörési hibákat, a szürke- és a zöldhályog lényegét.
- Magyarázza a pupilla, az akkomodációs és a szemhéjzáró reflex funkcióit.
- Elemezze a távolságészlelés módjait, támpontjait.
- Indokolja a szemészeti szűrővizsgálatok jelentőségét.
- *Magyarázzon egyszerű kísérleteket a vakfolt, a szintézis és a látásélesség és a térbeli tájékozódás vizsgálatára.*
- *Váltson ki pupillareflexet, magyarázza a tapasztaltakat.*

Kulcsfogalmak: rodopszin, retinal, jelátviteli folyamat, csapok, pálcikák, bipoláris neuronok, dúcsejtek, látóideg, látóidegkeresztződés, látópálya, talamusz, látókéreg, dioptria, leképezési törvény, redukált szemmodell

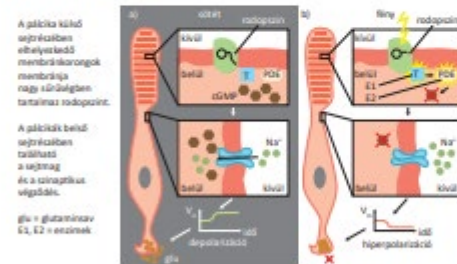
Gondolkodási művelet:

- Magyarázza a csapok, pálcikák szerepét a látás folyamatában.
- Ismertesse a látási információ útját és feldolgozásának lépéseit a fotoreceptoroktól az elsődleges látókéregig.
- Ismertesse a kép- és színlátás, a fényerősség-érzékelés optikai és élettani alapjait.
- Elemezze a látórendszer és az egyensúlyérzés kapcsolatát.
- *Azonosítsa és magyarázza a látóideg és látópálya rajzán jelzett sérülések következményeit.*
- *Elemezze a szemet, mint optikai rendszert, végezzen el alapvető számításokat (redukált szemre vonatkozóan, egyszerűsített leképezési törvény alapján).*



136. ábra. A rodopszin bomlása és újraképződése

[1. agyideg], amely a vakfolt területén lép ki a szemből. A vakfoltban nincsenek receptorsejtek, az ide első fényt nem látjuk. A szem receptorai által felvett és átalakított jel tehát a látóideg rostjain keresztül szállódik. Azok a látóidegrostok, amelyek a szemek orr felőli retinájáról szállják az információt, az agy elágazó őrve átkereszteződnek. A szemek hálszártya felőli retinavetületéről induló rostok azonos oldalon haladnak tovább. A részleges átkereszteződés után mint látópálya a rostok a talamuszba jutnak, ahol átkapcsolódnak. Végül a bal látótérből érkező információk a jobb oldali, a jobb látótérből érkező információk a bal oldali nyakszirti lebményben található látókéregbe jutnak. Itt alakul ki a látóérzet. Innen az információ az agy más területeire is eljut, és az asszociációs működések eredménye lesz az észlelés.



137. ábra. A pálcika fény-elektromos átalakulása. A rodopszin fotonok elnyelődésekor aktiválódik, a jel egy G-fehérjének, a transzducinnak továbbítja, ami egy foszfolipáz (PLC) enzimet aktivál. Ennek működése csökkenti a sejtmembrán cGMP-szintjét. A cGMP által nyitva tartott kationcsatornák a kevés cGMP jelenlétében bezáródnak, a Na⁺-ionok beáramlása megáll. A sejtben működő Na⁺/K⁺ pumpa hatására a sejtmembrán hiperpolarizálódik, a feszültségfüggő Ca²⁺-csatornák záródnak. A hiperpolarizáció a glutaminsav (jelátviteli anyag) leadásának csökkenését eredményezi nappali fényviszonyok mellett.

A depolarizáció/hiperpolarizáció hatására eltérő mennyiségű jelátviteli anyag szabadul fel a receptorsejtek felől. Ez alapvetően befolyásolja a receptorsejtek szinaptizáló kábelnyúlvány dúcsejtjeit, majd a dúcsejtjeit működésük. A dúcsejtjei idegrostjai lépnek a látóidegbe.

A retinának szövetileg 10 rétege különböztethető el. Az emberben szomszédos szemtípus, ami azt jelenti, hogy a fény az üvegtest mellett X. réteg felől jön, és a II. rétegben (csapok, pálcikák) alakul át elektromos jellé. Tehát a fény előbb áthalad a retina majdnem valamennyi rétegén, míg eléri a fényérzékelő sejtjeit.



138. ábra. A látóideg és a látópálya rostjainak lefutása

A megfelelő testtartás kialakításához fontos a látás - nem véletlen, hogy nyitott szemmel egyszerűbb az egyensúlyozás. A szemmozgásokat összehangzó látópálya a másodlagos egyensúlyi neuronokhoz (hid területe) csatlakozik, és részben a kisagyban, részben az agytörzs más területein végződik (a vestibulo-oculáris reflex ábráján [137. ábra] az jól megfigyelhető).

6.3.2. Fajképződés és az evolúció bizonyítékai

Kulcsfogalmak: evolúciós fa, homológia, analógia, konvergens és divergens fejlődés, evolúció közvetlen bizonyítékai, élő kővület

Gondolkodási művelet:

- Értelmezzen egyszerű evolúciós (filogenetikai) fát. Értelmezze a homológia és az analógia fogalmát, a konvergens és divergens fejlődést, tudjon példaként ilyen fejlődésű szerveket, élőlényeket bemutatni.
- Említeni példákat az evolúció közvetlen bizonyítékaira (zárvány, kővületek, lenyomat, lerakódás). Értelmezze az élő kővület fogalmát, hozzon rá példát.

Kulcsfogalmak: fajképződés, beltenyésztés, nem véletlenszerű párválasztás

Gondolkodási művelet:

- Elemezze a fajképződés különféle folyamatait (földrajzi izoláció, földrajzi izoláció nélkül, adaptív radiáció).
- Értse a beltenyésztés és a nem véletlenszerű párválasztás biológiai hatásait.
- Ismertesse az evolúció közvetett bizonyítékait (DNS homológia, molekuláris törzsfák, genetikai kód, sejtes felépítés, homológ szervek, az embriók hasonlósága, funkciójukat veszített szervek léte).
- *Elemezze a fajképződés különféle folyamatait (földrajzi izoláció, földrajzi izoláció nélkül, adaptív radiáció), értelmezzen ezekkel kapcsolatos esettanulmányokat.*
- *Elemezzen vagy készítsen megadott adatok alapján filogenetikai fát.*

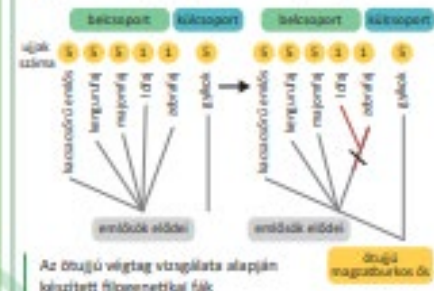
Flógenetika. Minden ma élő faj rokona az összes többi ma élő fajnak. Hogyan állapíthatjuk meg két fajról, hogy milyen közeli rokonok? Az a leggyengébb, ha a tulajdonságukat vizsgáljuk meg, hiszen a rokon fajok általában hasonlóan egymásra. A hasonló tulajdonságok viszont nem jelentik azt, hogy a két faj közeli rokon. Ha például a végtag alakja alapján

KIDOLGÓZOTT FELADAT

A leírásra jó példa az őtűző végtagtípus, amellyen az ember is rendelkezik. Az őtűző végtag már az első számföldi gerincesekben jelen volt, ezért sok ma élő állatban (pl. a krokodilokban) is előfordul. A lovaknak viszont csak egy patában végződő ujjuk van. Ez alapján az emberek közelebbi rokonai a krokodiloknak, mint a lovaknak. A lovak patái az újabb tulajdonság az őtűző ujjal szemben, és azok a csoportok, amelyekben ez kialakult (pl. a szárnnyakban és a zebákban), némely rokonai a lovaknak (a példa érdekében tekintünk el más patás állatok létezéséről).

Rokon kapcsolatokat tehát csak közös származott (az őben megjelölt és minden leszármazottban azonosítható) tulajdonságok alapján feltételezhetünk. Az olyan csoportot, amely tartalmaz egy közös őst és összes leszármazottját, kládnak nevezzük. Azt a flógenetikai fát, amely kizárólag a leszármazást tükrözi, kládogramnak nevezzük. A kládogramon azok a csoportok vannak közelebb egymáshoz, melyek több közös tulajdonsággal rendelkeznek. A kládogramok csak relatív rokonsági kapcsolatokat mutatnak, nem lehet róluk egyértelműen leolvasni, hogy melyik csoport fejlődött ki előbb. A kládogram rajzolásában a parsimónia elvét követjük. Ez azt mondja ki, hogy a lehetséges evolúciós változások közül valószínűleg az a zajlott le, amelyhez a legkevesebb lépés kellett (parsimónia = takarékosság elve). Az, hogy az AATT bázisismérendőből AATC lett, elméletileg egyetlen változás (lépés) eredménye is lehetett, de akár kettő is. Általánosságban a parsimónia-módszer az evolúció fa ágának összehasonlítását minimalizálja. Olyan fát keresünk, amely a lehető legkevesebb számú karakterállapot-változást (evolúciós lépést) tesz szükségessé a leszármazási viszonyok meggyőztetéséhez.

Mivel csak a kiválasztott fajok tulajdonságait ismerjük, nem tudhatjuk, hogy azok a tulajdonságok pontosan mikor alakultak ki.



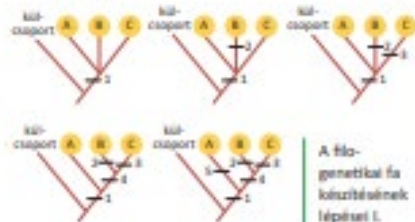
ostályománkat az állatokat, akkor a bálnák közelebb állnak a halakhoz, mint a többi emlősökhöz. Ahhoz, hogy egy tulajdonságot fel tudjunk használni, nemcsak hasonlóknak, de azonos eredetűnek, vagyis homológoknak is kell lennie. Viszont a homológok között is meg kell különböztetni ősi és új (levetett, származtatott) tulajdonságokat.

Amikor alakultak ki. A változások helyét csak feltételezni tudjuk, és egy elmélet annál biztosabb, minél kevesebb feltételezésen alapul. Ahhoz, hogy eldöntsük, hogy a vizsgált élőlények tulajdonságai közül melyik ősi és melyik származtatott, általában egy csoporton kívüli fajjal hasonlítjuk össze: azokat a jellegeket tekinthetjük származtatottnak, amelyek csak a vizsgált élőlényekre jellemzőek. Itt például az egy ujj az őstől szemben.

A fa rajzolásának két módja van: vagy a tulajdonságokat, vagy az élőlényeket vesszük figyelembe egyenként.

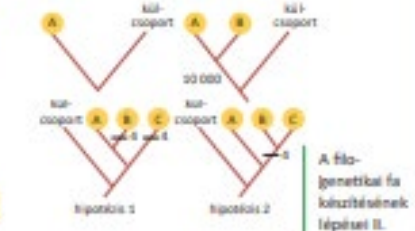
1. Jelöljük az ősi tulajdonságokat 0-val, a származtatottakat pedig 1-gyel. A kládogram elkészítéséhez a tulajdonságokat egyenként vizsgáljuk, és úgy helyezzük el a fán, hogy minél kevesebb helyen legyen változás.

	jellemzők	1	2	3	4	5
kül-csoport		0	0	0	0	0
A		1	0	0	0	1
B		1	1	0	1	0
C		1	0	1	1	0

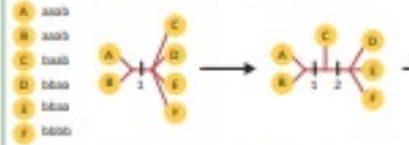


2. Az élőlények csoportjait (rendszeres kategóriákat) egyenként helyezzük el a kládogramon úgy, hogy minél kevesebb legyen a változások száma.

	jellemzők	1	2	3	4	5
kül-csoport		0	0	0	0	0
A		0	0	0	1	1
B		1	0	1	0	0
C		0	1	1	0	0



Látható, hogy valóságban az adatokból általában több grafikon is fel lehetne rajzolni, ilyenkor azt kell kiválasztani, amelyiken a legkevesebb a változás. Viszont nem minden diagramnak van gyökere, ahogy a következő



A flógenetikai fa készítésének lépései III.

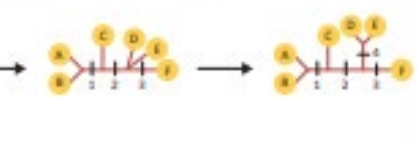
Rendszerezés leszármazási alapján. Az élőlények egyazon kategóriába sorolt és közös gyökérrel ellátott csoportját taxonnak nevezzük. Taxon lehet egy rendszeres kategória (pl. faj). Az élőlények közös ősről alapuló rendszerezését kládizációnak nevezzük. Ilyen módon ez egy evolúciós alapú rendszer eredményez (fejlődéstörténeti rendszerek is nevezik, de félreérthető ez az elnevezés, fejlődés alatt itt az evolúciós változást kell értenünk), melyben az élőlényeket kládokba soroljuk, és a rendszer flógenetikai fával szemléltethetjük. Egy klád egy nagyobb klád része, amelyet egy korábbi (gyökérhez közelebbi) közös őssel azonosítunk. Ez magyarázatot ad a Linné-rendszerben bevezetett hierarchiára is (ahol egy csoport egy nagyobb csoport része): egy pinyfaj a madarak (osztály), és így módon a gerinchúrosok (törzs) csoportjába tartozik. A taxon akkor ekvivalens a kláddal, ha monofiletikus, vagyis a csoport közös őst és az összes leszármazottat magába foglalja. Amennyiben nincs benne az összes leszármazott, akkor a csoportot parafiletikusnak nevezzük (tájonként hivatkozva egy parafiletikus csoportra a nevet általában idejében tesszük megkülönböztetésül). Végezetül polifiletikus egy csoport, ha nem tartalmazza a csoport utolsó közös őst.



58. ábra. A mono-, a para- és a polifiletikus csoportok közötti különbség

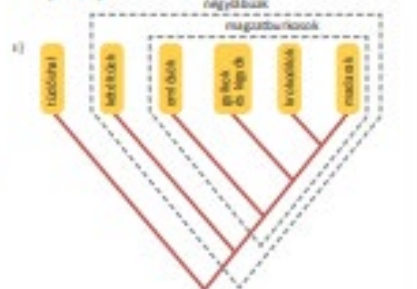
A hagyományos „hüllők” elnevezés például egy parafiletikus csoportot azonosít, hiszen a leszármazási kapcsolatokat figyelmebe véve a madarakkal együtt lennének monofiletikusnak. A melegvérűek csoportja polifiletikus, hiszen például a madarak és az emlősök utolsó közös őse hidegvérű volt, így nem része a csoportnak. Hasonlóan, a fókák és cetek együtt egy polifiletikus csoportot alkotnak, amelyet testfelépítésben mutatott hasonlóságuk alapján definiálunk. Azonban leszármazási kapcsolataik alapján a cetek a párosujjú patásokhoz tartoznak, míg a fókák a ragadozók közé. Ma a polifiletikus csoportok alkalmazását kerüljük a rendszerezés során, sőt a modern rendszeren alapvetően monofiletikus csoportok azonosítására törekszünk, hiszen a közös őssel azonosított klád egy természetes egység: egy

klád is mutatja. Az ilyen típusú kládogramokat hüllőknek is nevezzük. Előnyük, hogy nem kell külső csoportot keresni hozzájuk, és kevesebb az egyenlő hosszúságú diagramok száma.



közös őst vezethető vissza. Néhány ilyen csoportot el is nevezhetünk a gyakorlatban, erre példa a magzatburkosok kláda a négylábúakon belül, egy rendszeres egységnek tekintve. Ilyen rendszeres egység például a gerincesek alförse, emlősök osztálya, ragadozók rendje. Azonban ez a felosztás, például mit is tekintünk törzsnak vagy osztálynak, már az evolúciós leszármazástól független kérdés.

Monofiletikus és parafiletikus csoportok. A következő ábra a gerincesek néhány csoportjának a leszármazási kapcsolatát flógenetikai fán szemlélteti. A négylábúak egy kládot alkotnak a gerincesek közül, vagy a magzatburkosok a négylábúakon és így a gerincesek közül (a ábra). Mindkét csoport monofiletikus, míg a „hüllők” csoport parafiletikus (b ábra).



59. ábra. A gerincesek néhány csoportja flógenetikai fán ábrázolva

6.3.3. Biotechnológia

Kulcsfogalmak: klón, klónozás, géntechnológia, GMO, génmódosítás, génterápia, humán genom projekt, igazságügyi orvostani és diagnosztikai vizsgálatok

Gondolkodási művelet:

- Értelmezze a klón fogalmát.
- Ismertessen példákat a genetikai technológia alkalmazására (inzulintermeltetés, génátvitel haszonnövénybe, klónozott fajták a mezőgazdaságban, génterápia, GMO, vakcinák előállítása, igazságügyi orvostani és diagnosztikai vizsgálatok).
- Ismerjen a géntechnológia mellett és ellen szóló érveket.

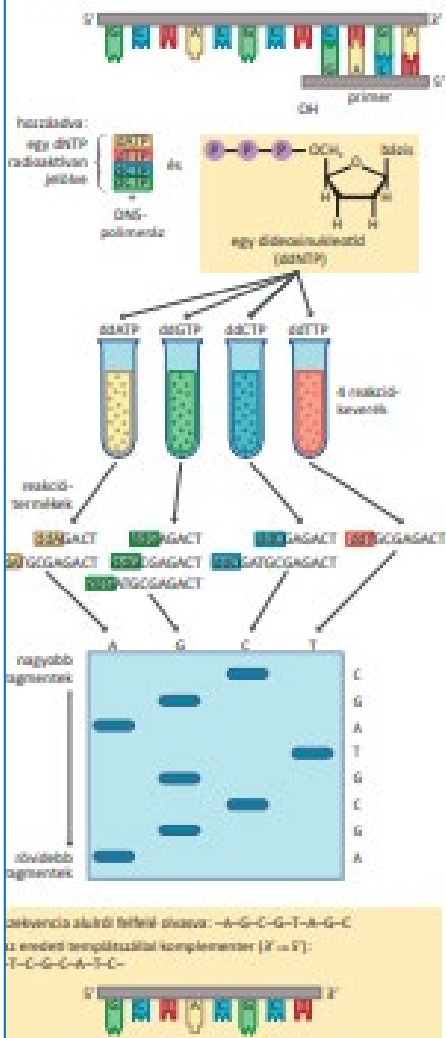


Kulcsfogalmak: házasítás, humán genom projekt, DNS-bázissorrendjének megállapítása, DNS-chip módszer, genetikai ujjlenyomat, rekombináns DNS technológia, vektor, gazdasejt, endonukleáz, génszerkesztés

Gondolkodási művelet:

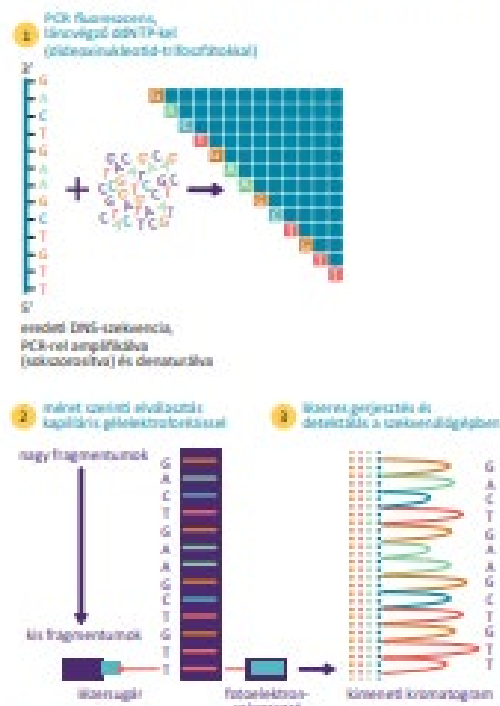
- Értelmezze, hogy mi módon változtatta az ember a nemesítés során az élőlények génállományát (mesterséges szelekció, keresztezések).
- Magyarázza a baktériumok felhasználását emberi fehérje előállítására (módszer lépései, okai).
- *Értelmezzen leírt módszert a DNS-bázissorrendjének megállapítására, magyarázza ennek jelentőségét.*
- *Értelmezze a DNS-chip, a genetikai ujjlenyomat vizsgálati módszereket, ismertessen példákat gyakorlati alkalmazásaikra.*
- *Elemezzen a genetikai technológia alkalmazását bemutató folyamatábrákat (klónozás, rekombináns DNS technológia, génszerkesztés, igazságügyi orvostani és diagnosztikai vizsgálatok).*

nukleotid-trifoszfát egyikének radioaktív nyomjelzéssel ellátott didezoi változata is, amelyekben a 2-dezoxiribó helyett 2,3-didezoxi-ribó található (ddATP, ddGTP, ddCTP, ddTTP). Az egyes reakcióelegyekben természetesen véletlenszerű, hogy a szintézis során dezoxi- vagy didezoxi-nukleotid változat épül-e be egy adott ponton. Amikor utóbbi történik, akkor a szintézis megáll, hiszen a didezoxi-ribóhoz a 3'-hidroxilcsoport hiányában nem



tud újabb nukleotid kapcsolódni. A bázispárosítás törvényének megfelelően például a ddATP-t tartalmazó elegy az eredeti DNS-szekvencia timin (T) bázisával szemben tud a fenti módon megállni, azaz ebben az oldatban a timin bázisok elhelyezkedési sorrendjének megfelelő hosszúságú radioaktív DNS-szakaszok keletkeznek, amelyeket azután hőkezeléssel választanak le az eredeti templátszárlól. Az így létrejövő DNS-fragmensekkel választhatók szét egymástól, leolvasásuk pedig autoradiográfus módszerrel történhet. Az alábbi ábrák jelentősen segíthetik a módszer megértését, így érdemes alaposan tanulmányozni őket.

A Sanger-módszer hatékonyságát jelentősen növeli, ha radioaktív nyomjelzés helyett négy különböző színű fluoreszcens festéket használnak a didezoxi-nukleotidok jelölésére, a szükséges gélelektrofóízis helyett pedig kapilláris-gélelektrofóízissal választják szét a keletkező rövidebb-hosszabb DNS-darabokat. Ezzel a módszerrel ugyanis nem szükséges négy külön reakcióelegy, hanem elegendő egyetlen oldat is, amelyben a reakció zajlik, és amelyet a szálak szétválasztását követően a hajtáslemez



Génszerkesztés

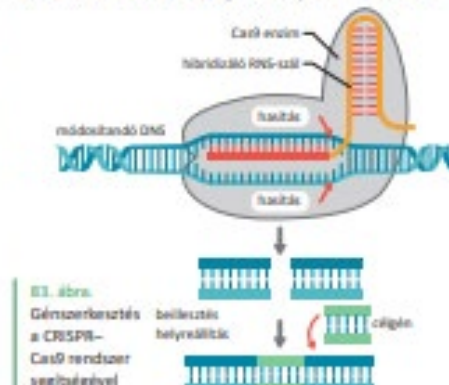
Napjaink egyik legfontosabb témája a génszerkesztés (más néven genom szerkesztés), ami egy másik módja a genetikai információ módosításának. A génszerkesztés olyan génmódosítási technológia, amely lehetővé teszi a tudósok számára, hogy megváltoztassanak egy adott szekvenciát a genomban. A vektors gémbenéllel szemben tehát a génszerkesztés során maga a genom-DNS módosul. A módosítás lehet egy gén törlése (kiütéses mutáns létrehozása), vagy lehet egy új gén beiktatása a genom meghatározott pontjára. A génszerkesztési technológiák mindegyike magában foglal egy mesterségesen módosított nukleáz enzimet, amely képes a DNS-t elvágni, valamint valamilyen lehetőséget a módosítással célzott genomi DNS-szakasz felismerésére. A nukleáz enzim által végrehajtott hasítást követően a sejt saját DNS-javító apparátusa képes kijavítani a keletkezett szakadást, vagy kiegészíti a DNS egy részletét, vagy új DNS-szakaszt illesztve be.

A génszerkesztést többféle módon is fel lehet használni. Először is, a betegséget okozó mutációval rendelkező szekvenciát a normális szekvenciával lehet helyettesíteni, ezáltal ki lehet javítani egy öröklött genetikai betegség kiváltó okát. Egy másik felhasználási mód lehet egy éppen kifejeződő gén megzavarása és kikapcsolása. Ez olyan állapotokban lehet hasznos, ahol a túlzott gén-kifejeződés hozzájárul a rendellenességhez, mint például az onkogének túlműködése miatt kialakuló daganatok esetében. A génszerkesztést végző technológiák már több mint húsz éve léteznek; a különböző eszközök azonban eltérőek abban a tekintetben, hogy mennyire működnek hatékonyan és pontosan. Ebben a szövegben az eddig leghatékonyabbnak bizonyult, és ezért legelterjedtebb génszerkesztési eszközt, a CRISPR-Cas9 technikát mutatjuk be.

A CRISPR-Cas9 rendszer egy könnyen változtatható RNS-szakaszt használ a szerkesztendő DNS-részlet azonosítására. A nukleáz enzim ebben az esetben a Cas9 fehérje. A restrikciós endonukleázokhoz hasonlóan a CRISPR a baktériumokban létező védekezőrendszer. Ha egy vírus megtámad egy baktériumot, akkor a gazdasejt enzimei a vírus-örökítőanyag egy darabját lemásolják és „elmentik” a saját genom-DNS-ükben. A DNS-megkettőződés miatt ez a kicsi vírusgenom-másolat azután az utódsejtekben is megjelenik. Egy-egy baktérium esetében az így felhalmozódott információ biztosítja, hogy képes legyen felismerni azokat a vírusokat, amelyek korábban már őt vagy valamelyik őstét megfertőzték. Ez szép példája annak, hogy az evolúció során az egyes fajok hogyan alkalmazkodnak a más organizmusok részéről őket ért fenyegetéshez. Ha egy már korábban „ismert” vírus újabb megtámadja a baktériumot, akkor az elmentett vírusgenom-részlet alapján termelődő RNS segítségével a Cas9 enzim felismeri a nukleotidsorrendet. A felismerés az RNS-szakasz és a vírusgenom megfelelő részlete közötti hibridizáció se-

gítségével megy végbe. A hibridizált szakasz közelében a Cas9 enzim elhasítja a vírus DNS-ét, ami így képtelen lesz ellátni további feladatait.

A fenti molekuláris védelmi rendszerrel foglalkozó kutatók rájöttek arra is, hogy ha a felismerésben szerepet játszó „vezető” RNS-t kicserélik egy olyanra, ami egy másik célsajt genomjának egy darabjával komplementer nukleotid-sorrendű, akkor a hibridizáló RNS-hoz kapcsolódó Cas9 enzim ezt a genomszakaszt hasítja el. Az elhasított szakasz folytonosságának helyreállítása többféle módon is megvalósulhat. Egy ritka lehetőség, hogy a sejt DNS-javító enzimeit segítségével az eredeti helyzet jön létre újra. Gyakrabban fordul azonban elő, hogy a hasított környezetben néhány nukleotid véglegesen kiesik a két vég letétkezésének összeillesztése előtt. Ha ez az esemény egy gén közepén történik, akkor nagy valószínűséggel a megváltozott génről szintetizálódó fehérje is hibás, azaz működésképtelen lesz. Ez vezet a kütéses mutációkhoz. Egy további fontos lehetőség, hogy a hasított végek közül egy beültetni kívánt célsajt illeszkedik be. Ezzel a módszerrel így a genom egy adott pozíciójába egy új gén ültethető be. Ezt a lehetőséget mutatja az alábbi ábra.



A génszerkesztést sikeresen alkalmazták számos élőlény genetikai módosítására. Számos mezőgazdasági termelésbe vont növényből és állattól sikerült már jelentős módosítást elérni. Az első olyan, kereskedelmi forgalomba is került funkcionális táplálékanyag, amit CRISPR-alapú génszerkesztéssel töltöttek át, egy Japánban kifejlesztett paradicsom, amelynek vényomáscsökkentő és nyugtató hatású gamma-amino-vajsav- (GABA) tartalma a természetesnek az ötszörösét is eléri. Japánban CRISPR-módszerrel a természetesnél sokkal több halakat is kitenyésztettek, és ezeket is forgalmazzák már a kereskedelemben. Az Európai Unió döntése alapján a génszerkesztéssel módosított élőlények a GMO-élőlények egyik csoportjának tekintendők, és így előállításuk, közlésük, valamint felhasználásuk is szigorú szabályozás alá esik.

[illegible]

BIOLÓGIA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI VIZSGA

2024. május 14. 8:00

Időtartam: 240 perc

Pótlapok száma	
Tisztázati	
Piszkozati	

OKTATÁSI HIVATAL

I. Zöld szintest és mitokondrium

12 point

Hasonlítsa össze a két sejtszervecskét! Írja az állítások mögötti cellába a megfelelő sejtszervecske betűjelét!

- A) A zöld színtest
B) A mitokondrium
C) Mindkettő
D) Egyik sem

1.	Kialakulását az endoszimbióta (endoszimbionta) elmélet magyarázza.	
2.	A glikolízis során itt keletkezik a piruvólsav.	
3.	Itt megy végbe a sötét szakasz (Calvin-ciklus).	
4.	Redoxireakciók mennek végbe benne.	
5.	Minden oxigénigényes, sejttaggal rendelkező, élő eukarióta sejtben megtalálható.	
6.	Fotoszintetikus színyanyagokat (pigmenteket) tartalmaz.	
7.	Csak fotoautotróf anyagszerét folytató eukarióta sejtekben található.	
8.	Itt zajlik a terminális oxidáció.	
9.	Keményítő képződik benne.	
10.	A benne lezajló reakcióban ATP képződik.	
11.	Saját DNS-sel rendelkezik.	
12.	Csak állati sejtekben fordul elő.	

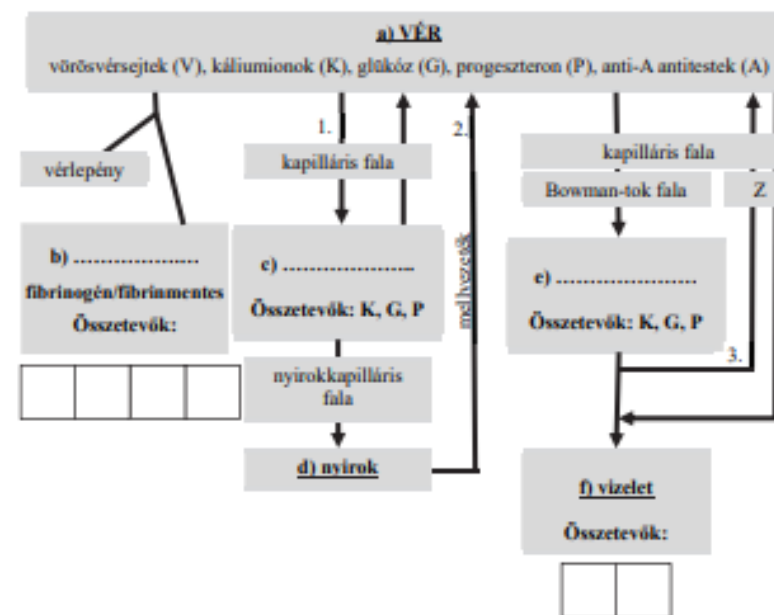
[illegible]

II. Testnedvek között

13 pont

Az alábbi ábra azt mutatja, hogy egy egészséges emberben miként alakul ki a vérből a többi testnedv. A nyílak testnedvek áramlásának irányát jelzik, a kisbetűk (a–f) az egyes testnedveknek feleltethetők meg. Ebben a feladatban a vérek csak az ábrán felsorolt összetevőit követjük nyomon. A Bowman-tok a vesetestecske része. Az ábra tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre, oldja meg a feladatokat!

1. Nevezze meg a b), c) és e) betűvel jelölt testnedveket! Írja be a nevüket az ábrába a betűjelük utáni pontozott vonalra! (3 pont)
2. Döntse el, hogy az ábrán a vérmél felsorolt összetevők közül melyeket tartalmazhatják a b) és a f) betűvel jelzett testnedvek! Írja a megfelelő összetevők kezdőbetűjét ($V / K / G / P / A$) a testnedvek alatti névzetekbe! (2 pont)



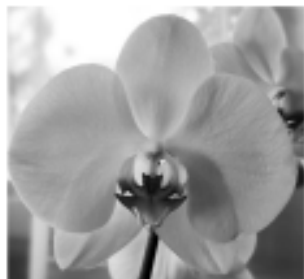
3. Nevezzen meg egy, a keringési szervrendszer működésében bekövetkező olyan változást, amelynek következtében az 1. számmal jelölt folyamat jelentősen fokozódik, így ödéma (vízivő) alakul ki a testben!

III. Orchideák

9 pont

A növénykereskedésekben az orchideák közül leggyakrabban különféle lepkeorchidea-hibridekkel találkozunk. A lepkeorchidea (*Phalaenopsis*)-fajok Ázsia délkeleti területeinek esőerdeiben, illetve monszonerdeiben őshonosak, ahol a fák lombkoronájában élnek, ún. epifiták (epifitonok). Az epifitákra az jellemző, hogy nemcsak hajtásuk, hanem gyökereik is a lombkoronában él. A tápanyagokat a fatörzsek elágazásaiban lehullott levelekből, kéregből, madarak ürülékéből képződő törmelékből, laza szerkezetű, „talajból” veszik fel. Gyökereik a magas páratartalmú levegőből is képesek vízfelvételre, és fotoszintézis is zajlik bennük.

Az üzletekben kapható lepkeorchideák számos szabadon élő faj hibridjei, amelyeket annak megfelelően nemesítettek, hogy milyen tulajdonságot akartak elérni: pl. hosszabb virágszár, adott színű virágok, kisebb vagy nagyobb virágméret. A vadon élő fajok közül elsőként a *Phalaenopsis amabilis* faj egyedeit használták a nemesítéshez, később több más fajt is felhasználtak a hibridek előállításához.



A lepkeorchideát úgy kell elhelyezni a lakásban, hogy ne érje tűző nap, gyakran permetezzük vízzel, és óvatosan öntözzük, hogy a gyökere ne álljon vízben! Soha ne ültessük hagyományos virágföldbe, hanem az üzletekben kapható orchideatalajt használjuk erre a célra, amely fakéreg, háncs keveréke!

1. Melyik tudós nevéhez fűződik a fajok elnevezésének az a módja, amely alapján a *Phalaenopsis amabilis* nevét is megalkották?

Hasonlítsa össze az üzletekben kapható orchideatalajt a kerti talajjal (virágfölddel)! Írja a megfelelő relációjeleket (<, =, >) a négyzetekbe!

2.	orchideatalaj humusztartalma		kerti talaj (virágföld) humusztartalma
3.	orchideatalaj víztartó képessége		kerti talaj (virágföld) víztartó képessége
4.	orchideatalaj levegőtartalma		kerti talaj (virágföld) levegőtartalma

5. Adjon magyarázatot arra, miért kókadnak le lakásban tartott orchideánk levelei akkor, ha a gyökerét tartósan vízbe állítjuk! (2 pont)

Hasonlítsa össze az üzletekben kapható orchideatalajt a kerti talajjal (virágfölddel)! Írja a megfelelő relációjeleket (<, =, >) a négyzetekbe!

2.	orchideatalaj humusztartalma		kerti talaj (virágföld) humusztartalma
3.	orchideatalaj víztartó képessége		kerti talaj (virágföld) víztartó képessége
4.	orchideatalaj levegőtartalma		kerti talaj (virágföld) levegőtartalma

5. Adjon magyarázatot arra, miért kókadnak le lakásban tartott orchideánk levelei akkor, ha a gyökerét tartósan vízbe állítjuk! (2 pont)

.....
.....

Azonosító
jel:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6. Magyarázza meg a szöveg alapján, miért „otthonos” orchideáink számára, ha nem tűző napon tartjuk, és párás levegőt biztosítunk számára!

7. Melyik két állítás igaz az üzletekben vásárolható orcideahibridekre? Írja a helyes válaszok betűjeleit a négyzetekbe! (2 pont)

- A) A hibridek allélösszetétele különbözik a vadon élő orchideafajokétól.
B) A ma kapható orchideákat úgy hozták létre, hogy különböző *Phalaenopsis amabilis*-populációk egyedeit keresztezték.
C) A nemesítés folyamatának egyik lépése a mesterséges szelekció.
D) A nemesítés során csak ivartalan szaporítási módokat használtak.
E) A nemesített hibridek géntechnológiai úton jöttek létre.

--	--

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Összesen

IV. Piros a szemed!

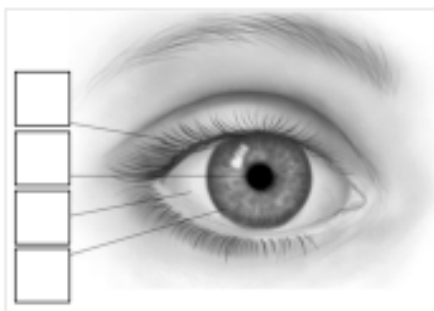
10 pont

1. Egyik osztálytársa felkiált: „Piros a szemed!” Valójában szemének melyik, korábban fehér részét láthatja pirosnak? Írja a helyes válasz betűjelét a négyzetbe!

- A) pupilla
B) ideghártya
C) alaphártya
D) szivárványhártya
E) ínhártya
F) retina
G) szemlencse

--

2. Írja az előző pontban felsoroltak közül a megfelelő betűjeleket az ábrába a szem részei melletti négyzetekbe! Az egyik mellé nem kerül betű, oda tegyen X-et!



Azonosító
jel:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A „piros szemnek” többféle oka lehet.

3.

a) Amennyiben gyulladás okozza, mi a normális szintől való eltérés magyarázata?

--

b) Nevezzen meg két különböző okot, ami gyulladást válthat ki!

--

Öröklött oka is lehet annak, hogy a szem piros. Ezt az ember esetében egy testi kromoszómán található gén recesszív allélja okozza (albinizmus). Ennek következménye a melanin hiánya, az illető albinó.

4. Az albinizmus egy populációban 1:20000 gyakorisággal fordul elő. Adja meg a mutáns (albinó) allél gyakoriságát! A végeredményt három tizedes pontossággal adja meg, a számolás menetét is tüntesse fel! Feltételezzük, hogy a populáció ideális.

5. Amennyiben az 1,7 millió lakosú Budapest az albinizmus szempontjából ideális populáció, úgy hány fő lehet hordozó (heterozigóta) a fővárosban? A végeredményt egész számra kerekítve adja meg, és a számolás menetét is írja le! (3 pont)

6. Hol fordul elő, és mi a szerepe az ember szervezetében a melaninnak? Mi a veszélye a melanin teljes hiányának? (2 pont)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	Összesen

V. Biotechnológiai módszerek fehérjék előállítására

7 pont

Amennyiben az emberi növekedési hormon termelése valami okból leáll, szükségessé válhat annak pótlása.

1. Melyik hormontermelő szerv termeli egészséges szervezetben a növekedési hormont?
Írja a helyes válasz betűjelét a négyzetbe!

- A) A pajzsmirigy
B) A mellékvese
C) A hipotalamusz
D) Az agyalapi mirigy
E) A mellékpajzsmirigy

2. Tegye sorrendbe a növekedési hormon előállításához szükséges biotechnológiai eljárás lépéseit! Írja a megfelelő betűjelet a téglalapokba! A kezdő és a záró lépést megadtuk.



- P. A baktériumokat megfelelő körülmények között szaporítják.
Q. Az mRNA-ról DNS másolatot készítenek enzim segítségével.
R. A DNS-t (restriktációs) enzimekkel elvágják, ezzel „ragadós végeket” hoznak létre, a bakteriális plazmidot is ugyanezzel a (restriktációs) enzimmal kezelik.
S. A baktériumok nagy mennyiségben termelik az emberi fehérjét.
T. A plazmidot bejuttatják baktériumokba, amelyek majd a hormont termelik.
V. A növekedési hormont kódoló mRNA-t kivonják az emberi sejtekből.
Z. Tisztítás után kereskedelmi forgalomba kerülhet a hormon.

Egészítse ki az alábbi, egy hasonló eljárás leírását tartalmazó szöveget a felsorolt szavak közül a megfelelőkkel! A hiányzó szavakat írja a pontozott vonalakra! Nem kell minden szót felhasználnia. Lehet olyan kifejezés is, ami több helyre illik! (5 pont)

klónok törzsek inzulint vércukorszintet Ca^{2+} szintet
tiroxint szteroidokat pH-t ivaros ivartalan glükogént
konjugált vitamin transzformált transzportált

Az eljárás során a (3.) baktériumokat egy tartályba teszik és biztosítják az optimális körülményeket a szaporodáshoz. Biztosítják a megfelelő (4.), a hőmérsékletet és a tápanyagokat. A baktériumok így gyorsan osztódnak, azaz (5.) úton szaporodnak. Ezek a GMO-k az emberek számára termelik a megfelelő fehérjét, például a(z) (6.) Így nagyon sok cukorbeteg kaphat viszonylag olcsón előállított készítményt, ami pótolja a nem megfelelő mennyiségű hormonját, és így szabályozza a betegnél a (7.)

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	összesen

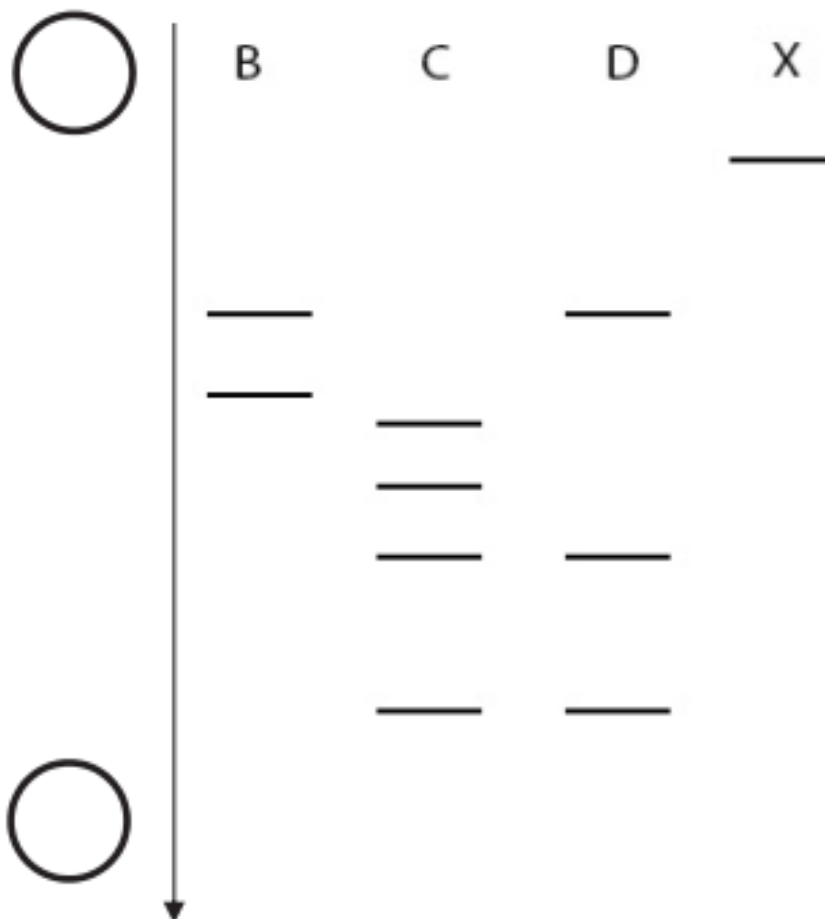
7 pont

Azonosító
jel:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Az 1. ábrán látható nyíl a DNS-molekulák mozgásának irányát jelzi. Írja be a nyíl mellett található körökbe a gélelektroforézis során használt elektromos erőter pozitív (+) és negatív (–) pólusát! Az eljárás során – megegyezés szerint – az ábrán levő nyílnak megfelelően, fentről-lefelé értékelik ki a futtatás eredményét.

4. Jelölje csillaggal az ábrán a legkisebb tömegű DNS-szakaszok helyzetét megadó sávokat!



1. ábra

Kétivarúság és várandósság – esszé

10 pont

Írjon esszét a nemi jellegekért felelős hormonokról, a megtermékenyítésről és az ikerterhességről az alábbi vázlatpontok alapján!

1. A kromoszómális nem definiálása. (1 pont)
2. A másodlagos női, illetve hím ivari jellegek kialakításért felelős hormonok neve, termelődésük helye és időbeli jellege. Mely életszakaszban (életkorban/mettől meddig) termelődnek a női, illetve a hím ivari hormonok a születés utáni élet során? (4 pont)
3. A megtermékenyítés helye és lehetséges időpontja a női nemi ciklus során. (2 pont)
4. Az egypetējű és kétpetējű ikrek kialakulása, genetikai információtartalmuk összehasonlítása egymással. (3 pont)

Esszéjét a 19. oldalon írhatja meg!

A zárvatermők szaporodása – esszé

10 pont

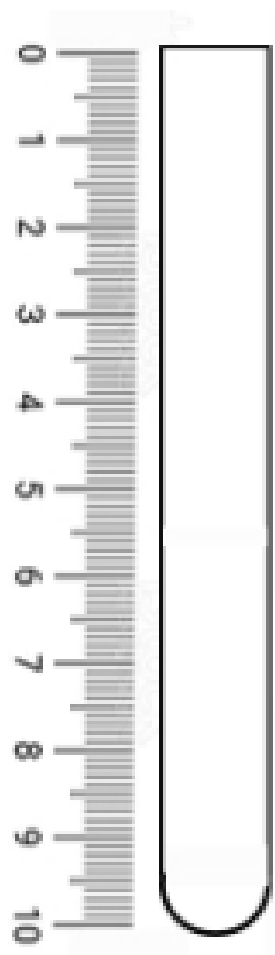
Mutassa be a zárvatermők szaporodását az alábbi szempontok alapján!



1. Az ivaros és az ivartalan szaporítás lényege, lehetséges célja és az ivartalan szaporítás két módjának megnevezése. (3 pont)
2. A termés kialakulása az ivarsejtek kialakulásától kezdődően. A virág és a termés részeinek kapcsolata. (7 pont)

2024. MÁJUS 14. KÖZÉPSZINT

A centrifugálás során elválasztják a vér két állományát egymástól. A centrifugálás során a nagyobb sűrűségű állomány alulra, a centrifugálásra használt edény (centrifugacső) aljára kerül.



2. Jelölje a centrifugacsövön a vér két állományának határát (feltételezve, hogy a cső tele van.) A nagyobb sűrűségű állományt sátozza be! Adja meg a két állomány nevét! (3 pont)

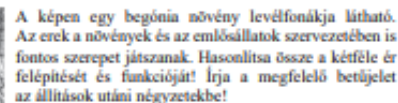
A kémcső felső részében:

A kémcső alsó részében:

Az Országos Vérellátó Szolgálat 2023. augusztus végén felhívta az önkéntes véradók figyelmét arra, hogy ha egy napnál huzamosabb időt töltöttek el Budapesten a XVI. vagy a XXII. kerületben, akkor nem adhatnak vért. Az indoklás szerint számos más betegség mellett a nyugat-nílusi lázat is terjesztő egyiptomi csípőszúnyog a két kerületben olyan gyakorisággal van jelen, hogy fennáll a veszélye a vírusos betegség vérkészítményekkel történő terjesztésének.

[illegible]

12 pont



- | | | |
|----|--|--|
| 1. | Falukat hámszövet burkolja. | |
| 2. | Bennük egy irányban áramlik a folyadék. | |
| 3. | Fontos szerepet játszanak a szervezet oxigénellátásában. | |
| 4. | Szerves anyagokat is szállítanak. | |
| 5. | Az ozmózis fontos szerepet kap a falukon átáramló vízmozgásban. | |
| 6. | A falukon át zajló anyagáramlás napszakos ritmust mutat. | |
| 7. | Bennük a folyadék (hidrosztatikai) nyomása ritmikus összehúzódások miatt változik. | |
| 8. | Hormonokat is szállítanak. | |

=====

=====

=====

Downloaded from <http://www.sagepub.com> at NANYANG TECH UNIV LIBRARY on June 11, 2015

[illegible]

II. Csavarodó csigaház

11 pont

A csigaház a természet egyik legalkalmasabbak tartott, az ún. aranyspirált követő alakzata. Az állat védelmét szolgáló héj felépítése réteges. A legbelső, az állattal érintkező gyöngyházréteg aragonit-(CaCO₃)-lemezekből és az azokat összetartó fehérjesszállakból áll. A héj fő tömegét alkotó oszlopos réteg szabályosan rendeződő kalcit-oszlopokból (szintén CaCO₃) és a gyöngyházhoz képest kisebb mennyiségű, a kristályképzést segítő fehérjéből áll. A héjat kívülről a szaruszerű konchiolinból álló *héjhátréteg* borítja, ami az idősebb hájrészekben gyakran lekopik.



1. Nevezze meg azt a kültakaró kettőzetet, ami a csigaházat létrehozza!

A csigaház felépítése számos hasonlóságot mutat az emberi bőr külső rétegével, de a csontjainkkal is.

2. Döntse el, hogy a következő állítások közül melyek helyesek! Írja a megfelelő válaszok betűjeleit a négyzetekbe! (2 pont)

- A) A csigaházat és az ember bőrét egyaránt egy védő, élő sejteket nem tartalmazó fehérjéreteg borítja.
B) A csigaház anyagát és az ember bőrének szaruszövetét egyaránt a hámszövetben található mirigysejtek termelik.
C) A csigaházat és az ember bőrének külső rétegét egyaránt a hámszövet sejtjei hozzák létre.
D) A csigaház és az emberi csontok rugalmasságát egyaránt az abban található szerves anyagok biztosítják.
E) A csigaházhoz és az emberi csontokhoz is a mozgást biztosító haránteszkelt izmok tapadnak.

--	--

A csigaház csavarodási iránya többnyire az adott fajra jellemző. A csigák többsége esetében ez jobbmenetes, de vannak balra csavarodó házu fajok is (pl. balogcsiga). A nagy mocsárcsiga (*Lymnaea stagnalis*) esetében azonban előfordulnak bal- és jobbmenetes házzal rendelkező példányok is.

A ház öröklődésének vizsgálatára e himnős faj esetében számos keresztezési kísérletet végeztek már. Ezek között voltak kölcsönös megtermékenyítésből és önmegtermékenyítésből származó keresztezések is. Ismert, hogy a csigaház csavarodási irányát egyetlen gén két allélja határozza meg.

Egy olyan csigaegyedet, amely a balra csavarodó házhoz köthető allélra (*d*) heterozigóta, kétféleképpen szaporítottuk: önmegtermékenyítéssel, illetve olyan egyeddel párosítva, amelyben nincs jelen a *d* allél. A jobbra csavarodó házat a domináns *D* allél határozza meg.

3. Melyik esetben mekkora relatív gyakorisággal tartalmazza az utód a *d* allét? (A relatív gyakoriság maximális értéke 1.) Válaszát levezetéssel indokolja! (2 pont)

A részletes vizsgálatok során kiderült, hogy a csigaház csavarodási iránya úgynevezett anyai hatást mutat. Az ilyen tulajdonságokat a petesejtben az anyai génekről származó fehérjék és mRNS-ek döntik el. Ez azt jelenti, hogy az adott egyed saját házának csavarodási irányát annak a szülőegyednek a genotípusa határozza meg, amelyiktől a petesejt származik. A petesejtet létrehozó *DD* és *Dd* genotípusú egyed minden utódja jobbmenetes, a *dd* genotípusú egyedek minden utóda balmenetes lesz, függetlenül a másik szülőegyed hímivar-sejtjének genotípusától.

Egy keresztezési kísérletben tiszta vonalban tenyésztett, azaz homozigóta jobb- (*DD*) és balmenetes (*dd*) csigákat keresztezték egymással. A szülői nemzedékben azt is feljegyezték, hogy melyik csigától származtak a petesejtek („anya”), és melyik csigából a hímivar-sejtek („apa”). Az *F*₁ és *F*₂ nemzedéket önmagával keresztezték. Az *F*₂ nemzedék egyedei önmegtermékenyítéssel szaporodtak, így hozták létre az *F*₃ nemzedéket.

Állapítsa meg az egyes nemzedékekben megjelenő geno-, illetve fenotípusokat! Ha több típus is kialakulhat, adja meg ezek arányát is! Töltse ki ennek megfelelően a táblázat számokkal jelölt celláit!

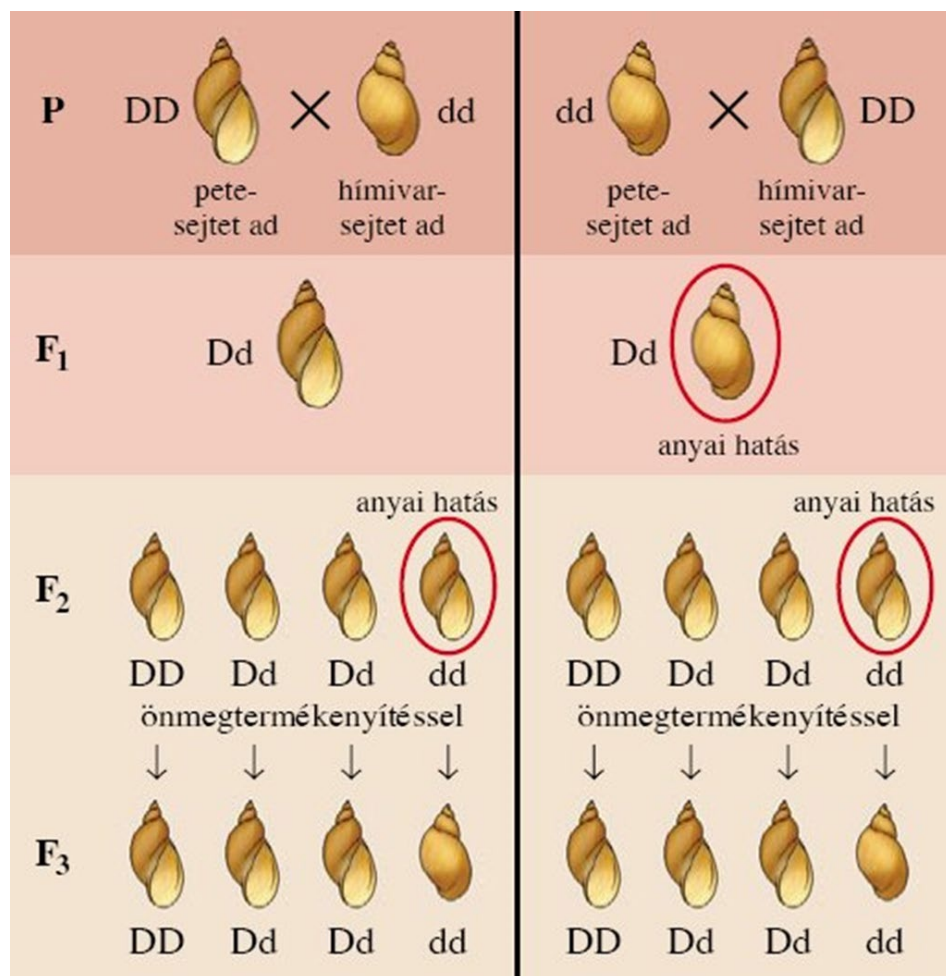
	Genotípusok	Fenotípusok
Szülői nemzedék (P)	<i>DD</i> × <i>dd</i>	„anya”: jobbmenetes; „apa”: balmenetes
Első utódnemzedék (<i>F</i> ₁)	4.	5.
Második utódnemzedék (<i>F</i> ₂)	6.	7.
Harmadik utódnemzedék (<i>F</i> ₃)		8.

Elvégezték a fenti vizsgálat reciprok-keresztezését, azaz tiszta vonalból származó homozigóta, balmenetes házzal rendelkező „anyát” és szintén homozigóta, jobbmenetes „apát” keresztezték (P nemzedék). A továbbiakban az előző kísérlethez hasonlóan jártak el.

9. A táblázat melyik cellájába kerültek ebben az esetben a fentitől eltérő adatok?

- A) Az *F*₁ nemzedékben más lett az utódok fenotípus-eloszlása.
B) Az *F*₁ nemzedékben más lett az utódok genotípus-eloszlása.
C) Az *F*₂ nemzedékben más lett az utódok fenotípusa-eloszlása.
D) Az *F*₂ nemzedékben más lett az utódok genotípus-eloszlása.
E) A fenotípus-eloszlások egyik nemzedékben sem változtak.

--



Limnaea peregra

nevű mocsári csigafaj házának tekeredési iránya

- Abban a keresztezésben, amelyben
 - **jobbra** tekeredő házú **nőstény** szülőket (D/D)
 - **balra** tekeredő házú **hímekkel** (d/d) kereszteztek,
- az **F1 utódok** (D/d)
 - háza **jobbra** tekeredett, ahogyan az Mendel első szabálya szerint várható.
- Nyilvánvaló, hogy D domináns, d recesszív.

Meglepő módon azonban az **F1 utódok keresztezéséből** ($D/d \times D/d$) származó **minden F2 utód háza jobbra tekeredett.**

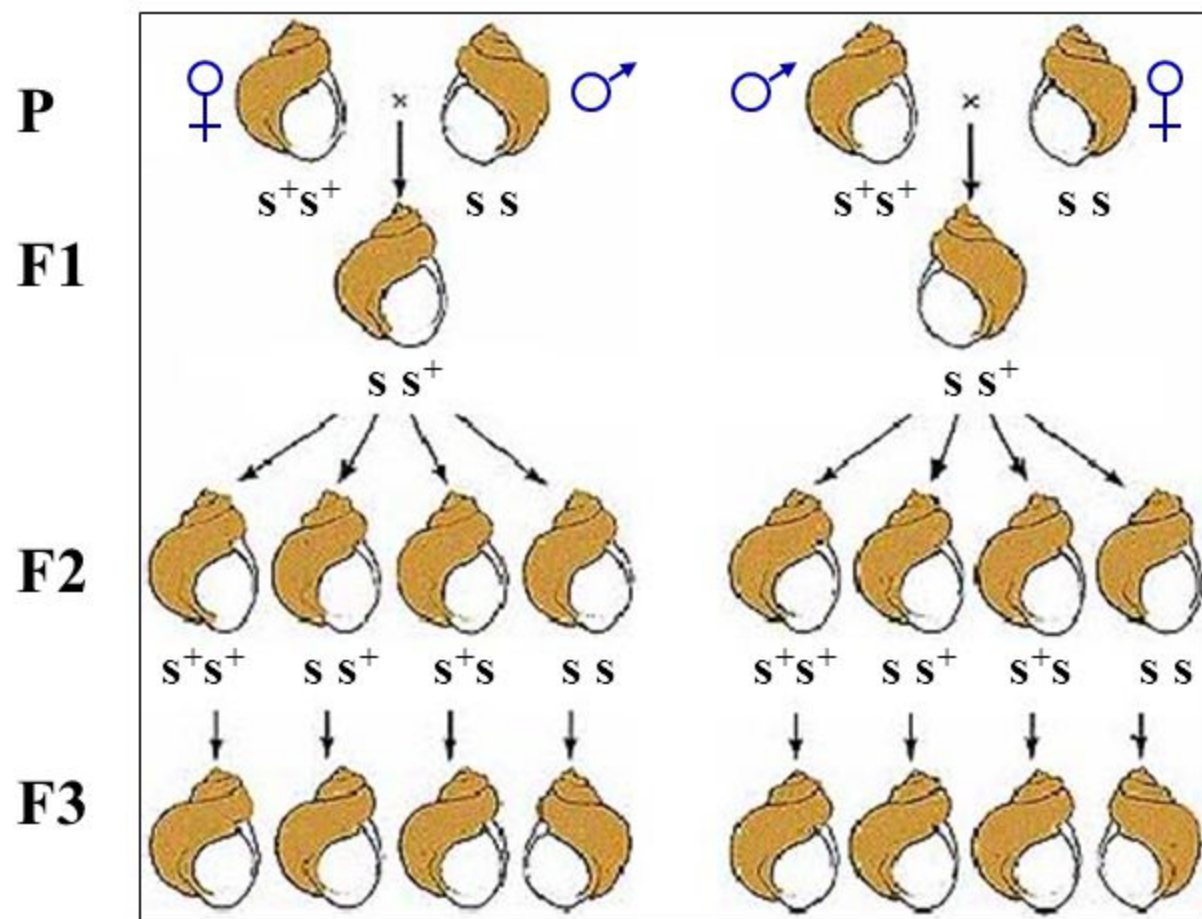
- Partner hiányában a *Limnaea peregra* hímnősként viselkedik.

- A hímnős módon szaporodó **F2 csigák**
 - 3/4-ének csupa **jobbra** tekeredő házú utóda lett,
 - 1/4-énél viszont minden utódnak **balra** tekeredett a háza.
- Nyilvánvaló tehát, hogy az F2 csigák között voltak *d/d*-k, de **valamiért mégis jobbra tekeredett a házuk.**
- Az is világos, hogy **a csigaház öröklődése követi a Mendel-szabályokat, csak egy generációval megkésve.**

- A csigaház tekeredése attól függ, hogy tesz-e vagy sem az **anya** a petesejtjének citoplazmájába olyan **fehérjét**, amely meghatározza a magorsórendszer irányát a zigóta első sejtosztódásai során.
 - Ha tesz (a nőstény hordozza a **D** allélt), az utód háza **jobbra** tekeredik.
 - Ha nem tesz (a nőstény **d/d**), az utód háza **balra** tekeredik.
- Minthogy annak a fehérjének a szintézisét, amely a magorsórendszer irányát meghatározza, az anya génjei kódolják, érthető, hogy **a csigaház tekeredési irányát anyai eredetű, a pete citoplazmájában levő fehérje határozza meg**

Anyai öröklődés és anyai hatás

A. Sturtevant (1923) *Limnaea* kísérlete



F1 fenotípusa mindig megegyezik az anyáéval,

DE !!

F2 fenotípusa már nem ezt követi, és F3-ban szabályos 3:1-es mendeli hasadást látunk.

Magyarázat: A fenotípusért felelős gén sejtmagi, de az utód fenotípusa nem a saját genotípusától, hanem az anya genotípusától függ.

Ezt a jelenséget anyai hatásnak nevezzük.

III. Elektromos jelek

9 pont

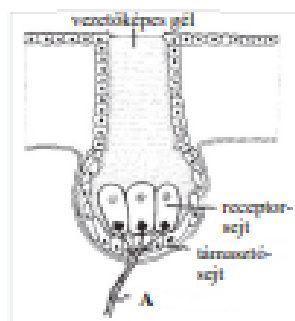
Számos élőlény képes arra, hogy a környezetének elektromos jeleit érzékelje. Főként vízben élő fajoknál figyelhető meg ez a jelenség, hiszen a víz remek vezető közeg. Max Verworm már a XIX. század végén megfigyelte, hogy a baktériumok mozgásának iránya befolyásolható elektródák segítségével.

1. Nevezze meg azt a helyváltoztató mozgást (öröklött viselkedésformát), amelyet egy adott külső inger vált ki és folyamatosan irányít! _____

Feltételezhetően több mint 500 millió évvel ezelőtt fejlődtek ki elektroreceptorok a gerincesek körében. Ezek adekvát ingere az elektromos mezők akár millivoltes feszültségváltozása.

2. Adja meg az adekvát inger fogalmát!

A porcos és a csontos halak egyes fajainál megfigyelhetők az elektroreceptorokat tartalmazó Lorenzini-ampullák, melyeket Stefano Lorenzini (olasz fizikus) fedezett fel. Az 1. ábra egy ilyen ampulla felépítését mutatja be. A receptorokkal kapcsolatban álló, A-val jelölt idegsejteken keresztül jutnak el az ingertületek (akciós potenciál hullámsorozat) a központi idegrendszerbe.



1. ábra

3. Működését tekintve melyik idegsejttípus nyúlványait jelzi az ábrán az A betű?

4. Mely feltételek biztosítanak gyorsabb ingerületvezetést az A-val jelölt idegsejtek nyúlványain? Írja a megfelelő válasz betűjelét a négyzetbe!

- A) Ha nincsenek velőshüvelyek körülötte és hosszú az axon.
B) Ha nincsenek velőshüvelyek körülötte és rövid az axon.
C) Ha vannak velőshüvelyek körülötte és hosszú az axon.
D) Ha csupasz és vékony az axon.
E) A felsorolt tényezők egyike sem befolyásolja az ingerületvezetés sebességét.

Az A-val jelölt idegsejtek nyúlványain áthaladó akciós potenciálok mely jellemzője és hogyan változik abban az esetben, ha egyre erősebb ingerek érik a receptorokat? Egészítse ki az alábbi hiányos mondatot!

5. Erősödő ingerlés esetén az akciós potenciálok _____

6. Az elektroreceptoroktól érkező ingerületek az agykéreg felé haladnak a központi idegrendszer pályáin keresztül. Melyik kéreg alatti agyterületen következik be az érző pályák átkapcsolódása, illetve az információk előzetes feldolgozása (az embereknel is ez az agyterület felel az említett funkciókért)?

Az evolúció során a halaknál megjelenő Lorenzini-ampullák szelekciós előnyt biztosítottak azon egyedeknek, amelyeknél létrejöttek ezek a képződmények. Az elektrorepció adaptív jellegnek bizonyult.

7. Mivel magyarázható, hogy a természetes szelekció során előnyben részesültek azok az egyedek, amelyek rendelkeztek Lorenzini-ampullákkal?

Szárazföldön az elektroreceptorokat tartalmazó szervek fölöslegessé váltak, ezért az evolúció során azok redukálódtak, majd eltűntek. Ugyanakkor az emlősök két csoportjánál (tojásrakó emlősök és cetek) újra kifejlődtek elektroreceptorra képes szervek. A kacsacsőrű emlős az elektromos jelek precíz érzékelésére képes a csőrén több sávban megtalálható, szabad idegvégződésekkal ellátott bőrmirigyekkel.

8. Egészítse ki az alábbi mondatot úgy, hogy a következő kifejezések közül két különbözőt beírja a pontozott vonalakra! (2 pont)

analóg / homológ / divergens / konvergens

A halak Lorenzini-ampullái és a kacsacsőrű emlősök elektroreceptorokat tartalmazó szerve _____ fejlődés eredményeképp kialakult _____ szerveknek tekinthetők.

Néhány orvosi vizsgálat azon alapul, hogy detektálja az emberi szervezetben keletkező elektromos jeleket. Ilyen eljárás például az EEG.

9. Mely rendellenességet állapíthat meg a szakorvos egy EEG-felvétel segítségével? Írja a megfelelő válasz betűjelét a négyzetbe!

- A) Szívritmuszavar
B) Szívbillentyű záródási zavara
C) Izominfarktus
D) Alvászavar
E) Hipofízis hormontermelési zavara

IV. A keresztesőrűek

11 pont

A keresztesőrűek az északi félteke tajga övezetében élő, nyitvatermő fenyők magjaival táplálkozó madarak. Nevüket a csőrük két kávéjának állása alapján kapták. A keresztsben álló alsó és felső csőrük segítségével hozzáférhetnek a fenyőtobozok magjaihoz úgy, hogy csőrükük segítségével szét tudják feszíteni a toboz elfásodott leveleit.

1. Mely megállapítások igazak a fenyőre? Írja a megfelelő válaszok betűjelét a négyzetekbe! (2 pont)

- A) A toboz a fenyő termése.
- B) A tobozban a mag kettős megtermékenyítéssel jön létre.
- C) A tobozban található magot termésfal veszi körül.
- D) A tobozból készült metszeteken vízszállító csövek figyelhetők meg.
- E) A fenyő magja ivaros folyamat eredményeként jön létre.
- F) A tobozban az új ivartalan nemzedék csíranövényei jelennek.

--	--

A keresztesőrűeknél megfigyelhető csőrformát eredményező mutáció időnként felbukkan más, a keresztesőrűekkel rokon, de más környezetben élő énekesmadaraknál is, azonban ezeknek az egyedeknek a rétermettsége kisebb fajtaikénál. Tegyük fel, hogy a csőrforma mutációját egy, testi kromoszómán található gén domináns allélja váltotta ki. Az így létrejött allélt jelöljük *K*-val, az eredeti allélt *k*-val.

2. Mely megállapítások igazak a csőrforma öröklődésére és a keresztesőrűek kialakulását eredményező evolúciós változásra? (2 pont)

- A) A keresztesőrű faj kialakulása során a *K* allél relatív gyakorisága összefüggött az erdőt alkotó fafajok összetételével.
- B) Két új csőrtípusú madárnak nem lehetett eredeti csőrakkal rendelkező fiókája.
- C) Két eredeti csőrtípusú madárnak mutáció nélkül is lehetett új csőrakkal rendelkező fiókája.
- D) A keresztesőrű fajok megjelenése és fennmaradása genetikai sodródással magyarázható.
- E) A leírás alapján egy adaptív evolúciós változás miatt alakultak ki a keresztesőrű madarak.
- F) Az ősi (eredeti) keresztesőrű populációban a normál csőrakkot kialakító *k* allél relatív gyakorisága néhány generáción belül elérte a nulla értéket.

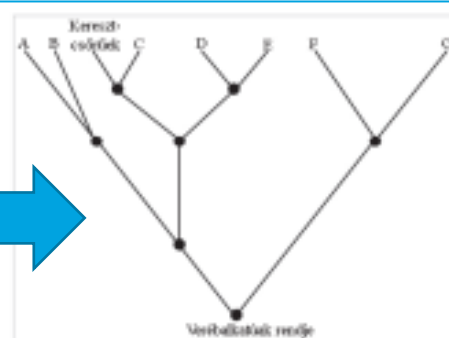
--	--

Az 1. ábra a verébalkatúak (énekesmadarak) törzsfáját mutatja be a teljesség igénye nélkül. A törzsfa tetején a nemzetségeket találjuk, az elágazási pontok a magasabb rendszertani kategóriákat jelölik.

3. Összesen hány különböző szintű rendszertani kategóriát lehet megfigyelni az 1. ábrán?

.....

4. Adja meg, hogy a keresztesőrű fajoknak az 1. ábra alapján mely betűvel jelölt nemzetség a legközelebbi rokona?



A törzsfa a citokróm-c-fehérje elsődleges szerkezetének összehasonlításával készült el.

5. Adja meg, hogy melyik sejt-szervecskében található meg ez a fehérje a madár sejtein belül!

.....

1. ábra

A törzsfakészítés során össze lehet hasonlítani a különböző fajok génjeinek bázisrendjét, illetve fehérjéiknek elsődleges szerkezetét is.

6. Melyik módszer ad pontosabb képet a bekövetkező változásokról? Indokolja választát a kodonszótár tulajdonságai alapján!

.....

A keresztesőrűek nemzetségébe tartozó fajok közül a piros keresztesőrű (*Laxia curvirostra*), az egész északi-féltekén elterjedt, hasonlóan a jóval kisebb termetű szalagos keresztesőrűhöz (*Laxia leucoptera*), ugyanakkor a nagy keresztesőrű (*Laxia pyropygus*) csak Európa északi területein fordul elő (2. ábra). Feltételezések szerint a piros keresztesőrű fajtól fejlődött ki a másik két faj. A fajok szétválását valószínűleg a táplálékra való specializálódás váltotta ki. A keresztesőrű madárfajok által fogyasztott erdei fenyő, vörösfenyő és lucfenyő magokat tartalmazó tobozoknak eltérő a mérete, pikkelyleveleik ehéző nagyságú csőrrel nyithatók szét hatékonyan.



2. ábra. Balra a nagy keresztesőrű, középen a piros keresztesőrű, jobbra a szalagos keresztesőrű. A nyílak a csőrrel szétnyitható tobozpikkelyek nagyságára utalnak.

7. Télen, azonos külső hőmérséklet esetén melyik keresztesőrű fajnak kell a testtömegéhez képest a legtöbb energiát adó táplálékot felvennie naponta ahhoz, hogy fenntartsa állandó testhőmérsékletét? Válaszát indokolja!

.....

8. Mi a neve a piros keresztesőrű fajból kiinduló kisebb és nagyobb esőrméretet kialakító szelekció típusának? (A esőrméretet mennyiségi tulajdonságnak tekintjük.)

Az Egyesült Államok déli országrészeiben (a Mexikói-öböl közelében) a faipari célból létesített erdőfenyő-ültetvényekben megjelent az eredetileg a tajga erdőiben élő keresztesörli faj egy kisebb csoportja.

9. Mi valószínűsíthető a nagy létszámú északi és a déli szigetszerű kereszteszerű populációk genetikai diverzitásáról? Indokolja válaszát!

[illegible]

V. Az örökítőanyag szaporítása

Kary Mullisnek mindössze 10 évet kellett várnia ahhoz, hogy a PCR-technika 1983-as feltalálása után megkapja a kémiai Nobel-díjat. A módszer lényegében három, eltérő hőmérsékleten végbemenő folyamat ciklussá alakításából áll. A három eltérő hőmérséklet például: 94°C, 72°C, 64°C.

1. Írja a PCR ciklus egyes lépéseire igaz megállapítások betűjeleit a négyzetekbe! Egy betűt két helyre is beírhat, illetve van olyan megállapítás, amelyik egyik lépés során sem megy végbe! Megadtuk, hogy az egyes lépések milyen hőmérsékleten zajlanak le. (7 pont)

- A) Ebben a lépésben kondenzációs folyamat megy végbe.
- B) Ekkor kötődnek be a primerek.
- C) A ciklus e szakaszában peptidkötések keletkeznek.
- D) Ebben a lépésben kezd el szintetizálódni az új szál.
- E) A bázispirózódás szabályainak megfelelően hidrogénkötések alakulnak ki a nukleotidok között.
- F) Ekkor történik a DNS két szálának szétválasztása.
- G) Foszfoészter kötések (a foszforsav és a cukrok közti kötések) keletkeznek.

első lépés: 94°C			
második lépés: 64°C			
harmadik lépés: 72°C			

[illegible]

Az élőselektív DNS-alkotás során a DNS-molekulák közül kiindulól PCR-folyamatban lépésenként használják hőmérsékletet elválasztani egymástól. Ez azzal magyarázható, hogy a DNS-t alkotó adenin-timin párok között két, a guanin-citozin között három hidrogénkötés jön létre.

Hogyan függ össze a PCR eljárásnál alkalmazott hőmérséklet a DNS molekula nukleotid összetételével? Egészítse ki a hiányos mondatot!

Minél nagyobb adott hosszúságú primerek esetén az adenin-timin bázisok aránya a guanin-citozin bázisokéhoz képest, annál (2.) hőmérsékletet kell alkalmazni a PCR-eliárás 2. lépése során.

A PCR-technika a módszer 1983-as kitalálásakor még nem azokat az anyagokat használta, mint manapság. A módszer elterjedésének komoly akadálya volt, hogy a 3. lépésben alkalmazott polimeráz enzimek egy részét minden új ciklus kezdetén pótolni kellett. Manapság ennek a molekulatípusnak a hőstabil (magasabb hőmérsékleten is aktív) változatát használják a PCR készülésében.

3. Miért kellett a módszer felfedezésékor a 3. lépésben használt molekulák egy részét pótolni?

1.	2.	3.	Összesen

[illegible]

Azonosító
jel:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

VIII. Szívdobbanások

6 pont

Az emberi szív jól hallható két dobbanását a zsebes (félhold alakú) és a vitorlás billentyűk becsapódásai okozzák. A billentyűk nyílását és záródását a nyomásviszonyok határozzák meg. Az alábbi táblázat 1–4. sornai a szívciklus egymást követő fázisait jelzik.

A kisebb és nagyobb jelek segítségével ($<$; $>$) a reláció oszlopban jelölje, hogy egy szívciklus során hogyan változnak a nyomásviszonyok! (4 pont)

			reláció		reláció	
1.	vitorlás nyitott zsebes zárt	bal pitvar		bal kamra		aorta
2.	vitorlás zárt zsebes zárt	bal pitvar		bal kamra		aorta
3.	vitorlás zárt zsebes nyitott	bal pitvar		bal kamra		aorta
4.	vitorlás zárt zsebes zárt	bal pitvar		bal kamra		aorta

5. Bár a 2. és 4. fázisban a billentyűk helyzete azonos, a szív izomzata a két szakaszban más fázisban van. Fogalmazza meg a különbséget!

.....

.....

.....

6. Magyarázza azt a tényt, hogy az aortában a 4. fázisban is áramlik a vér!

.....

.....

.....

1.	2.	3.	4.	5.	6.	összesen

IX.A. Hasüregi körkép

20 pont

Szomszédos szervek

10 pont

Az alább felsorolt szervek egymás szomszédságában helyezkednek el a hasüregben. Társítsa a megfelelő betűket az állításokhoz, és írja az állítások utáni négyzetekbe!

- A) A májra jellemző
- B) Az epehólyagra jellemző
- C) A patkóbélre jellemző
- D) A hasnyálmirigyre jellemző
- E) A gyomorra jellemző
- F) Egyikre sem jellemző



1.	Elsősorban itt termelődik a ghrelin szöveti hormon.	
2.	Olyan emésztőnedvet termel, amelyben nincsenek emésztőenzimek, de emulgeáló hatású anyagok igen.	
3.	Váladéka közvetlenül a vastagbélbe kerül.	
4.	A tripszint inaktív (tripszinogén) formában hozza létre.	
5.	Külső elválasztású mirigyei glukagont termelnek.	

A máj sokrétű funkciói – esszé

10 pont

Esszéjében összefüggő és logikus mondatokban fejtse ki válaszát, kitérve a következő szempontokra!

1. Az epesavak mely kémiai jellemzője biztosítja az emulgeáló funkciót, és mely egyéb feladata van még az epesavaknak? Miért előnyös az emésztés szempontjából az emulgeálás? (3 pont)
2. Mely, a vizeletbe kerülő vegyületet képes előállítani a máj az aminosavak lebontása során? Mely aminosavakat nem képes más aminosavakból előállítani? (2 pont)
3. Mely szénhidrát formájában raktározza a máj a glükóz feleslegét? Elsősorban mely hormon szabályozza a szintézis mértékét? (2 pont)
4. A hemoglobin lebontását is a máj végzi. Hova kerülnek és hogyan ürülnek a szervezetből a hemoglobin lebontási termékei abban az esetben, ha a máj egészséges, és mi történik velük, ha a máj súlyosan károsodott? Mely látható tünet jelzi ezt? (3 pont)

Választható feladatok

IX.B. Biológiai indikáció, tűrőképesség

20 pont



A vízminőségi index

10 pont

Az áramló vizek biológiai állapotát sokszor az abban élő gerinctelen állatokkal, mint a vízminőségét jelző (indikátor) szervezetekkel jellemzik. A diákok egy vizsgálat során a Magyar Makrozoobenton* Család Pontrendszer¹et használták. E módszer lényege, hogy a vízminőség meghatározása szempontjából fontos állatcsoportok mindegyike valamely, 2-től 10-ig terjedő vízminősítési pontot kap, ahol a 2-es a szennyezett vizekben is előforduló, szennyezést tűrő, a 10-es pedig a csak tiszta vizekben előforduló, szennyezést nem tűrő állatcsoport pontszáma. A mintavétel során begyűjtött állatok alapján történik a minősítés.

Az úgynevezett biotikus vízminősítési index az adott időben jelenlévő élőlényegyüttesek összetétele alapján jellemzi az élőhelyet. Az előforduló állatcsoportok (taxonok, rendszertani egységek) pontszámait összeadva kiszámítható a minta összpontszáma és az egy taxonra (rendszertani egységre) jutó átlagpontszám is. Az összpontszám és az átlagpontszám alapján külön-külön meghatározható a biotikus minőségi index, majd a két index számtani átlagából megállapítható a biológiai vízminőségi osztály (kategória).

*Makrozoobenton: szemmel látható méretű, aljzaton élő állat

A diákok egy lassú folyású patakából három, egymást követő helyen vettek mintát. A patakból vett első minta a családiházak lakókörnyezetbe való lépés előtti helyről, a második a Kána-tóba való befolyásból, a harmadik a tó kifolyásából származik. A diákok a mintavétel eredményét az 1. táblázatban foglalták össze.

taxon (állatcsoport)	vízminősítési pont	1.	2.	3.
szitakötő csoport 1	6	6		
szitakötő csoport 2	6	6		
szöcske	5	5		
csikbögő lárvá	5	5		
gyászplanária	4	4		
felemésztő rákok	4	4		
telestőlópszemű kérész	4		4	4
filés planária	4		4	
színesszárnnyú szitakötő	4		4	4
közönséges vízicsiga	3		3	3
víziszarka	3	3	3	3
garatos nádaly	3		3	3
csipőszárnnyog lárvá	2	2	2	2
Összpontszám		35	23	
taxonszám		8	7	
taxononkénti átlagpontszám		4,38	3,29	
Vízminőségi index az Összpontszám alapján		3	2	
Vízminőségi index a taxononkénti átlagpontszám alapján		5	3	
A vízminőségi indexek átlaga		4	2,5	
Minősítés		jó	közepesen szennyezett	
Vízminőségi osztály		II.B	IV.A	

1. táblázat: A diákok mintavételi eredményei

1. Az 1. táblázat 3. mintájának értékelését nem fejezték be. Töltse ki a 2. és a 3. táblázatok segítségével az 1. táblázat üresen maradt celláit! (4 pont)

Gyors folyású patakról származó minta			Lassú folyású patakról származó minta		
Összpontszám	Taxononkénti átlagpontszám	Vízminőségi index	Összpontszám	Taxononkénti átlagpontszám	Vízminőségi index
150	6,0	7	120	5,0	7
121-150	5,5-6,0	6	101-120	4,5-5,0	6
91-120	5,1-5,4	5	81-100	4,1-4,4	5
61-90	4,6-5,0	4	51-80	3,6-4,0	4
31-60	3,6-4,5	3	25-50	3,1-3,5	3
15-30	2,6-3,5	2	10-24	2,1-3,0	2
0-14	0-2,5	1	0-9	0-2,0	1

2. táblázat: A vízminőségi index meghatározására szolgáló táblázat

Vízminőségi indexek átlaga	Minősítés	Vízminőségi osztály
6 vagy több	Kiváló minőségű	I.A
5,5		I.B
5,0		I.C
4,5	Jó minőségű	II.A
4,0		II.B
3,5		III.A
3,0	Kevésbé szennyezett	III.B
2,5		IV.A
2,0		IV.B
1,5	Nagyon szennyezett	V.A
1,0		V.B

3. táblázat: A vízminőségi osztály meghatározására szolgáló táblázat

Oldja meg a feladatokat a táblázatok alapján!

2. Nevezzen meg egy, a vízszennyezés szempontjából tágtűrő és egy szűkebb tűrő állatcsoportot (taxont)! (2 pont)

tágtűrő:

szűkebb tűrő:

3. Melyik a legtisztább, illetve legszennyezettebb vízben előforduló állat, illetve állatcsoport? Írja a pontozott vonalra a fajok (állatcsoportok) nevét! (2 pont)

a legtisztább vizet igénylő faj (állatcsoport):

a legszennyezettebb vizet is elviselő faj (állatcsoport):

4. Egészítse ki az alábbi szöveget! Írja a megfelelő kifejezéseket a pontozott vonalakra! (2 pont)

A víz szennyezettségének növekedésével a vízben megtalálható állatcsoportok száma A vizsgált tavon való átfolyás során a víz szennyezettségének mértéke

Tűrőképesség és biológiai indikáció – esszé

Esszéjében az alábbi szempontokra térjen ki!

- Határozza meg a tűrőképesség fogalmát! (2 pont)
- Egy tűrőképességi görbe rajzát elemezve adja meg annak lehetséges dimenzióit és jellemző szakaszait! (3 pont)
- Értelmezze az indikátor szervezet fogalmát, hozzon példát indikációra, megadva azt, hogy a vizsgált példában mi, milyen módon s mit indikál! (3 pont)

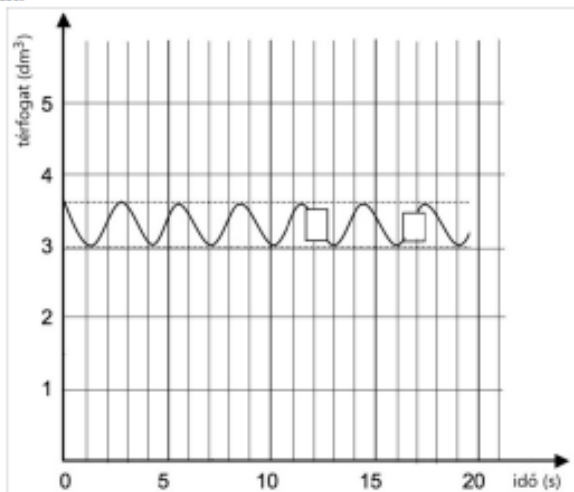
1.	2.	3.	4.	Esszé	Összesen

2024. OKTÓBER KÖZÉPSZINT

V. Légzésvizsgálat

14 pont

Egy légzésvizsgálat során az alábbi grafikonon ábrázolták a vizsgált személy tüdejének térfogatváltozásait.



1. Olvassa le a grafikonról, hogy mennyi időt vesz igénybe egy légzési ciklus (egy teljes be- és kilégzés), és ennek alapján határozza meg a percenkénti légzésszámot! (Feltételezzük, hogy a légzés ritmusa és mélysége a vizsgálat alatt végig változatlan.)

A légzésszám értéke:

2. A vizsgálat alatt a tüdő legkisebb mért térfogata 3 dm^3 , a legnagyobb $3,6 \text{ dm}^3$ volt. Számolja ki, hogy mennyi volt a vizsgált személy légzési perctérfogata! Adja meg a számolás menetét is!

A légzési perctérfogat:

3. Állapítsa meg, a görbe mely szakaszai ábrázolnak belégzést (A), illetve kilégzést (B), és írja ezek betűjelét a grafikon üres négyzeteibe!

Hasonlítsa össze a légzés két szakaszát! Írja az állítások utáni négyzetekbe a megfelelő betűket!

- A) A belégzésre igaz
B) A kilégzésre igaz
C) Mindkét szakaszra igaz
D) Egyikre sem igaz

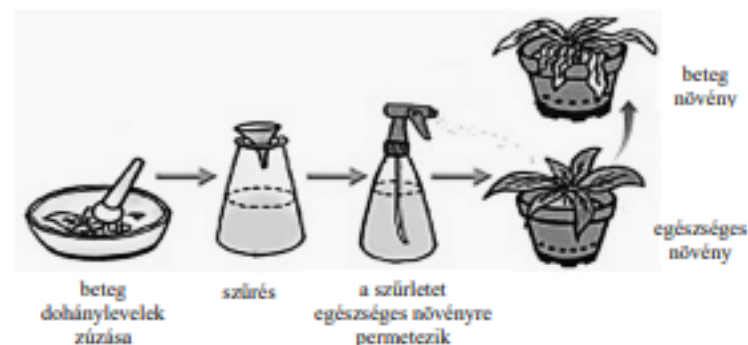
VIII. Vírusok és baktériumok

8 pont

A fénymikroszkóp megalkotását követően mód nyílt olyan élőlények tanulmányozására is, amelyek szemmel nem láthatók, így sorra fedezték fel a különféle baktériumokat, köztük sok kórokozót is. A vírusos betegségek közül néhány komoly járványokat is okozott, de kórokozójukat a XX. század első feléig nem tudták azonosítani.

Az egyik első, vírusos betegséggel kapcsolatos kísérletsorozatot Dimitrij Ivanovszkij orosz tudós végezte 1887-ben. A dohánymozaik-betegség kórokozóját szerette volna megtalálni. Ez a betegség a növény levelének zöld-barna foltosságát („mozaikosságát”) okozza, amely a levelek működésének csökkenéséhez, majd elszáradásához vezet.

A kísérlet lényege az alábbi ábrán látható. A szűrlet elkészítéséhez olyan szűrőt használtak, amely a baktériumokat bizonyítottan nem eresztí át.



Ivanovszkij azt a következtetést vonta le a kísérleteiből, hogy a betegséget a baktériumok által termelt mérge (latinul vírus) okozza, ami a szűrés során átjutott a szűrő felületén. (A dohánymozaikvírust csak 1935-ban sikerült „láthatóvá tenni”, W. M. Stanley kutatásainak köszönhetően.)

1. Írjon le egy egyszerű vizsgálatot, mellyel ellenőrizhető, hogy a használt szűrő valóban nem eresztí át a baktériumokat! A kísérlethez baktériumokban gazdag romlott húslevest, szűrőt és fénymikroszkópot használhat.

.....
.....

2. Bár a vírus szó megmaradt, Ivanovszkij eredeti elképzelése tévesnek bizonyult. Fogalmazza meg a különbséget a mérgezés kiváltója és a vírusos megbetegedés okozója között!

.....
.....

KULCS: GYAKORLÁS

A biológia emelt szintű írásbeli érettségik feladatai témakörönként

A 2004-től 2024 májusáig kiadott 60 feladatsor minden feladata szerepel ebben az összeállításban.

Vastag szám jelöli a feladatsor sorszámát a gergelvytibor.hu honlapon.

A **dőlt** betűkkel szereplő feladatok két témakörhöz is tartoznak.

(**T** és **oldalszám** mutatja, hogy a feladat a TREFORT ÉRETTSÉGI FELKÉSZÍTŐ *Biológia lépésről lépésre* (2003-2012) című könyvében hányadik oldalon/oldaltól található. **T2.** a második kötet (2012-2020) oldalszámát mutatja.)

TARTALOMJEGYZÉK

Vírusok, prokarióták, egysejtűek	1
Növények, gombák	1
Állatok	3
Etológia	4
Sejtbiológia	4
Vizsgáló módszerek és biotechnológia	7
Állati és emberi szövetek	7
Bőr	7
Mozgás és vázrendszer	7
Táplálkozás	8
Légzés	8
Keringés, vér	9
Immunrendszer	9
Kiválasztás	10
Hormonok	10
Idegrendszer	11
Szaporodás	12
Érzékszervek	12
Embertan (az embertan több témakörét érintő feladatok)	13
Genetika	13
Populációgenetika	15
Ökológia	15
Evolúció	18
Komplex feladatok	18

Kattints a témakör címére!

BioTéka

^ Főoldal

Ízeftő

^ Érettségi feladatsorok

Témakörök (egyben
letölthetők)

Érettségizőknek

Tankockák, kvízek

Méreték és arányok

Vírusok, prionok

Gombák

✓ Növénytan

✓ Állattan

Légzés

Légzés - megoldások

Keringési és immunrendszer

Keringési és immunrendszer - megoldások

Kiválasztás

Kiválasztás - megoldások

Szaporodás

Szaporodás - megoldások

Hormonok

Hormonok - megoldások

Az idegi szabályozás alapjai

Az idegi szabályozás alapjai - megoldások

Az idegrendszer vegetatív működése

Az idegrendszer vegetatív működése - megoldások



SZÓBELI ÉRETTSÉGIK TAPASZTALATAI 2024 TAVASZI IDŐSZAK

Ismert és ismeretlen témák:

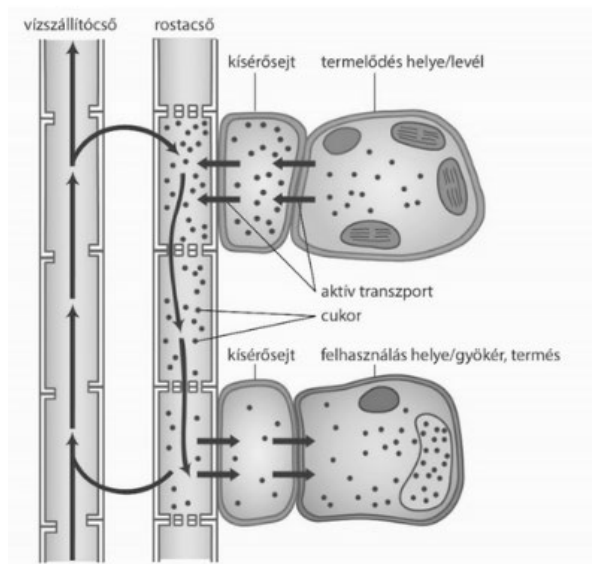
- Biológiai oxidáció
- Enzimek
- Fehérjeszintézis
- Mutáció, fenilketonúria, sarlósejtes vérszegénység
- Laktóz operon
- Fotoszintézis
- DNS szintézis, PCR módszer
- Adrenalin és kortizol jelátviteli mechanizmusai
- Emberi prionbetegségek
- Biodiverzitás
- Kémiai kommunikáció
- Sejtosztódások
- Griffith, Hershey, Chase kísérletei
- Nitrogén körforgása
- Vízszállítás a növényekben
- Populációk jellemzői
- Energiaáramlás és anyagforgalom
- Szárazföldi növények és a kettős megtermékenyítés

Embentan pl.:

- Izomműködés
- Női nemi ciklus
- Szinapszisok, potenciálok
- Vegetatív idegrendszer
- Emésztés
- Hallás. Egyensúlyozás
- Stressz
- Immunrendszer

- Glükóz felszívódása
- Vércsoportok
- Zsírok emésztése, epesavak...

PÉLDA: FOLYADÉKÁRAMLÁS A NÖVÉNYI SZÁRBAN



ozmotikus nyomás,
turgornomás,
csökken,
nő,
vízszállító csövekből,
rostacsövekből,
nagy nyomású,
kis nyomású

A levelek fotoszintézist végző sejtjeiből, a termelőds helyéről aktív transzport szállítja a cukrot a rostacsövekbe, ahol emiatt nő a/a az . Ennek következtében a vízszállító csövekből víz áramlik a rostacsövekbe, ahol a beáramló víz miatt növekszik a/a az . A felhasználás helyén, például a burgonya gumójában, a rostacsövekből szállítja aktív transzport a cukrot a környező sejtekbe, ami miatt a rostacsövekben az oldat osmotikus nyomása. Ennek hatására a víz kiáramlik a , ami miatt csökken a turgornomás. A rostacsövekben tehát az oldat a hely felől a hely felé áramlik.

Check

PÉLDA: EGY ERDŐ ASZPEKTUSAI

- Mutassa be a gyertyános-tölgyes lágyszárú növényeinek tavaszi aszpektusát (komplex jellemzés, kölcsönhatásokkal és éghajlati jellemzőkkel...)
- Egy jellemző kétéltű fajjal jellemezze ugyanekkor az állatok viselkedését...
- Mutassa be ennek az erdőnek az őszi aszpektusát, a növények és állatok viselkedésével...

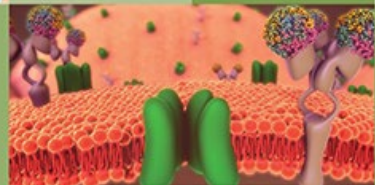
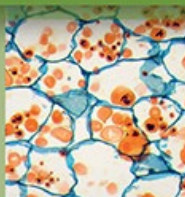
TAPASZTALATOK

- Az összetett tételek kidolgozásához kevés volt a felkészülési idő
- Bonyolult tételeket sikerült készíteni:
 - *pl. az adrenalin és a kortizol jelátviteli mechanizmusai*
 - *Pl. a glükóz felszívódása / kombinálva a Na-K ionpumpával*
 - *Pl. adrenalin és inzulin hatásának összehasonlítása*
 - *Pl. a DNS szintézis és a PCR technika összehasonlítása*
 - *Pl. a szívciklus lépései*
- Nagyon alapos és biztos tudással lehetett csak kellő pontszámot elérni
- Az lehetett sikeres, aki emlékezett a tankönyvek ábráira is
- Nehéz ilyen típusú vizsgára felkészülni...



OKTATÁSI
HIVATAL

NAT
2020

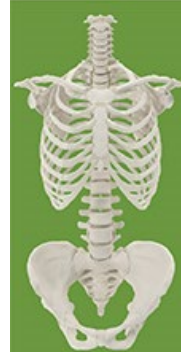
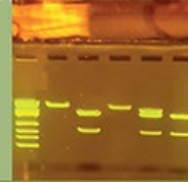


Gyűjtemény a
Biológia
emelt szintű oktatásához



OKTATÁSI
HIVATAL

NAT
2020



Gyűjtemény a
Biológia
emelt szintű oktatásához



BIOLOGIA

gimnáziumoknak

11

2024-től

érvényes követelmények

EMELT SZINTŰ TANANYAG



b

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

MOZAIK

BIOLOGIA

gimnáziumoknak

12

2024-től

érvényes követelmények

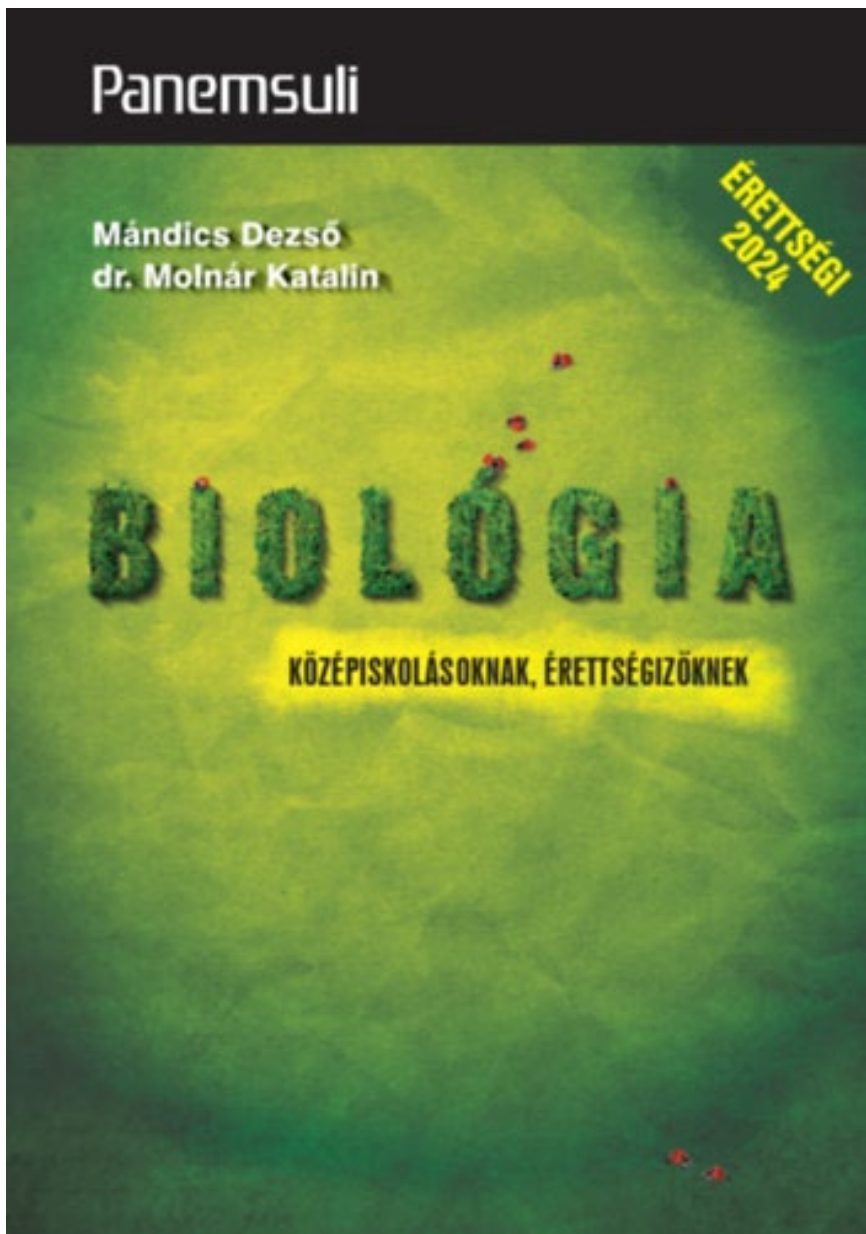
EMELT SZINTŰ TANANYAG



b

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

MOZAIK



„Ez a könyv minden bizonnyal segítségedre lesz a felkészülésben, akár középszinten, akár emelt szinten szeretnél vizsgázni; akár most jársz középiskolába, akár már befejezted tanulmányaidat.

A könyvben minden olyan ismeretet megtalálasz, ami szerepel a legújabb, 2024-től érvényes érettségi követelményekben, még hozzá úgy, hogy könnyen eligazodj a közép-, illetve az emelt szintre előírt ismeretek között.

A megértést a részletes magyarázatok mellett színes ábrák, képek, táblázatok segítik.”

JUHÁSZ KATALIN – LENGYEL ADRIEN

ÉRETTSÉGI TÉMAKÖRÖK VÁZLATA **BIOLÓGIÁBÓL**

közép- és emelt szinten



2024-TŐL

ALKALMAZOTT
ÉRETTSÉGI

 **MAXIM**

„Kiadványunk összefoglalja azokat az elméleti ismereteket, amelyeket a vizsgázónak tudnia kell biológiából a sikeres érettségi vizsgához.

Az összeállításnál figyelembe vettük a korábban megjelent és a 2024-től érvényes érettségi követelmények alapján nyilvánosságra hozott hivatalos mintatételeket és mintafeladatsorokat.

Teljes mondatokból álló szöveg formájában, mégis vázlagszerűen taglalva tárgyaljuk a kisebb egységekre lebontott érettségi témaköröket.

A kötet egymástól megkülönböztethető módon tartalmazza a közép- és emelt szintű tananyagot.”

BERGER JÓZSEFNÉ • CZÉDULÁS KATALIN

ÉRETTSÉGI MINTAFELADATSOROK

biológiából

10 ÍRÁSBELI KÖZÉPSZINTŰ FELADTSOR



2024-TŐL

ALKALMAZOTT
ÉRETTSÉGI

 **MAXIM**

DR. SZALAINÉ TÓTH TÜNDE • DR. SZŰCSNÉ KERTI ANITA

ÉRETTSÉGI MINTAFELADATSOROK

biológiából

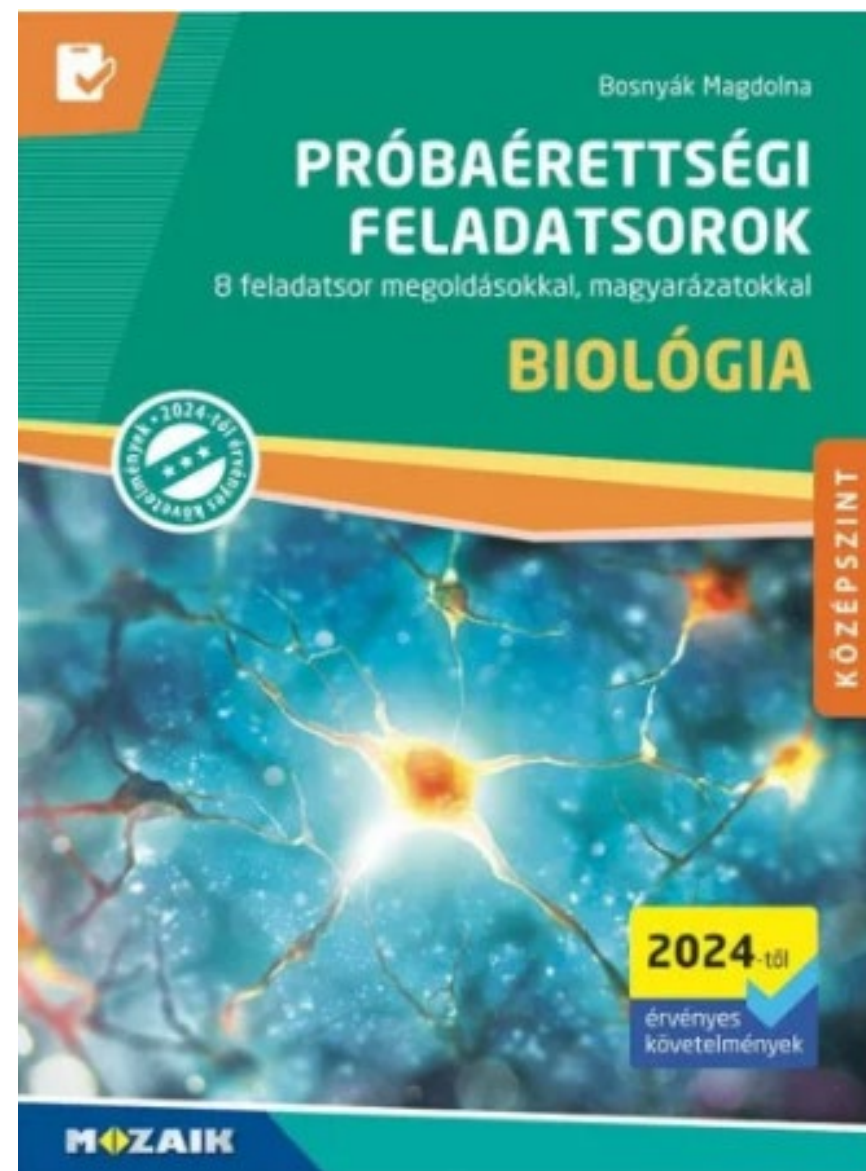
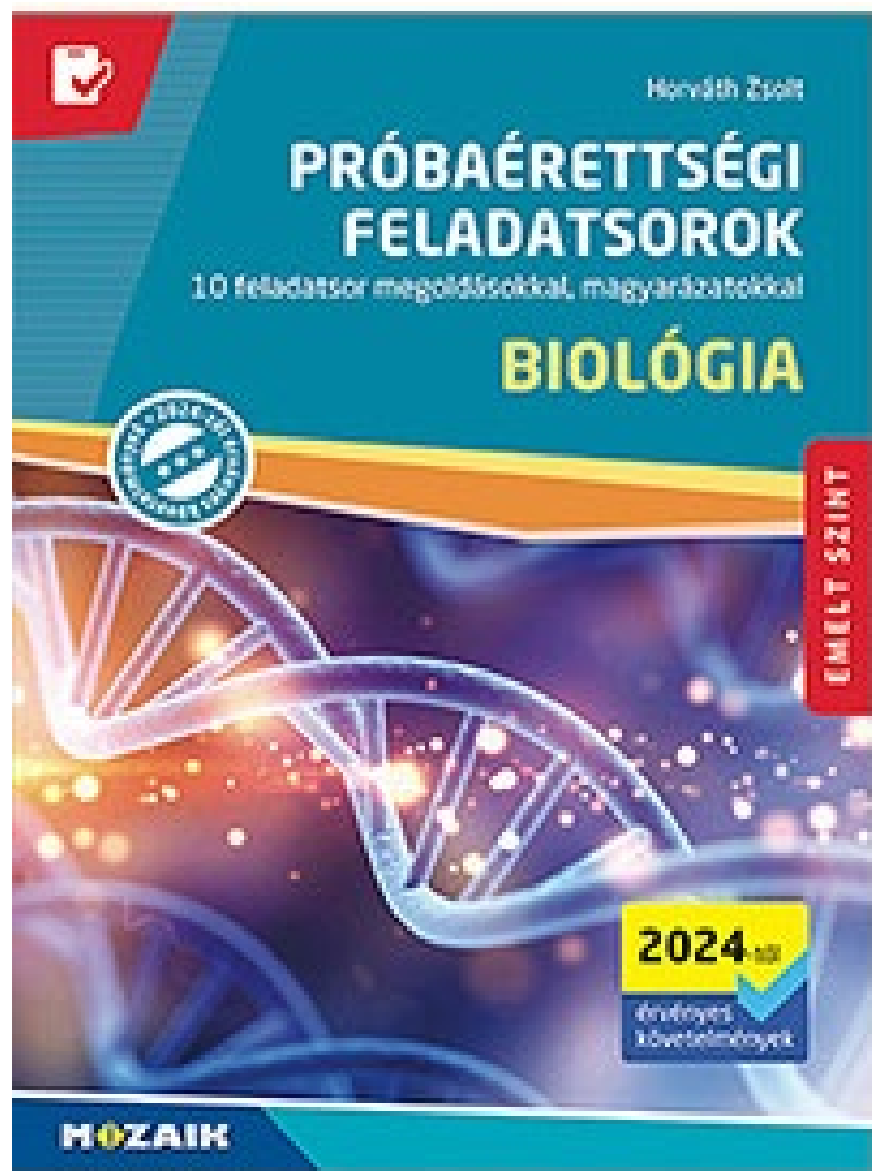
10 ÍRÁSBELI EMELT SZINTŰ FELADTSOR



2024-TŐL

ALKALMAZOTT
ÉRETTSÉGI

 **MAXIM**





Tamás Edina

Biológia Érettségi Feladatgyűjtemény

Tematikus feladatsorok haladóknak
Emelt szint

Bővített és átdolgozott kiadás



Nagy Etele

Biológia Érettségi Összefoglaló

Kidolgozott érettségi vizsgakövetelmény
Közép- és emelt szintre

Bővített és átdolgozott kiadás



Juhász Katalin – Lengyel Adrián

Színes érettségi tételek biológiából

középszint – szóbeli

2024-től

ALKALMAZOTT
ÉRETTSÉGI

Juhász Katalin – Vargáné Lengyel Adrien

130 tétel biológiából

emelt szint – szóbeli



2024-TŐL
ALKALMAZOTT
ÉRETTSÉGI

Készüljünk a
kétszintű érettségire!



„70 A és 60 B emelt szintű szóbeli érettségi mintatételt tartalmazó kötetünket a 2024-ben életbe lépő, új érettségi követelményrendszer, valamint a hivatalos mintatételek alapján dolgoztuk át.

Kiadványunk minden érettségi feladattípust és témakört érint, ezáltal összefoglalásra és ismételésre is alkalmas. Szerzőink nagy hangsúlyt fektettek a követelményrendszer újdonságainak kiemelésére, így hatékony segítséget nyújtanak a felkészüléshez és felkészítéshez.

A kötetben minden tétel kidolgozása és lehetséges értékelése megtalálható.”

Érettségi last minute

Biológia

Felkészülés gyorsan és egyszerűen!

2024-től érvényes



„Vázlatos formában, röviden, érthetően rendszerezve, elmagyarázva megkapod a szükséges tudnivalókat, fogalmakat.

• *Érettségi előtt átveheted az egész könyvet, ismétlésképpen, hogy még jobb eredményt érj el vagy a minimumszint megtanulásához.*

• *150 vizsgatéma = 150 jól becsomagolt tudáscsomag az érettségihez vezető úton.*”

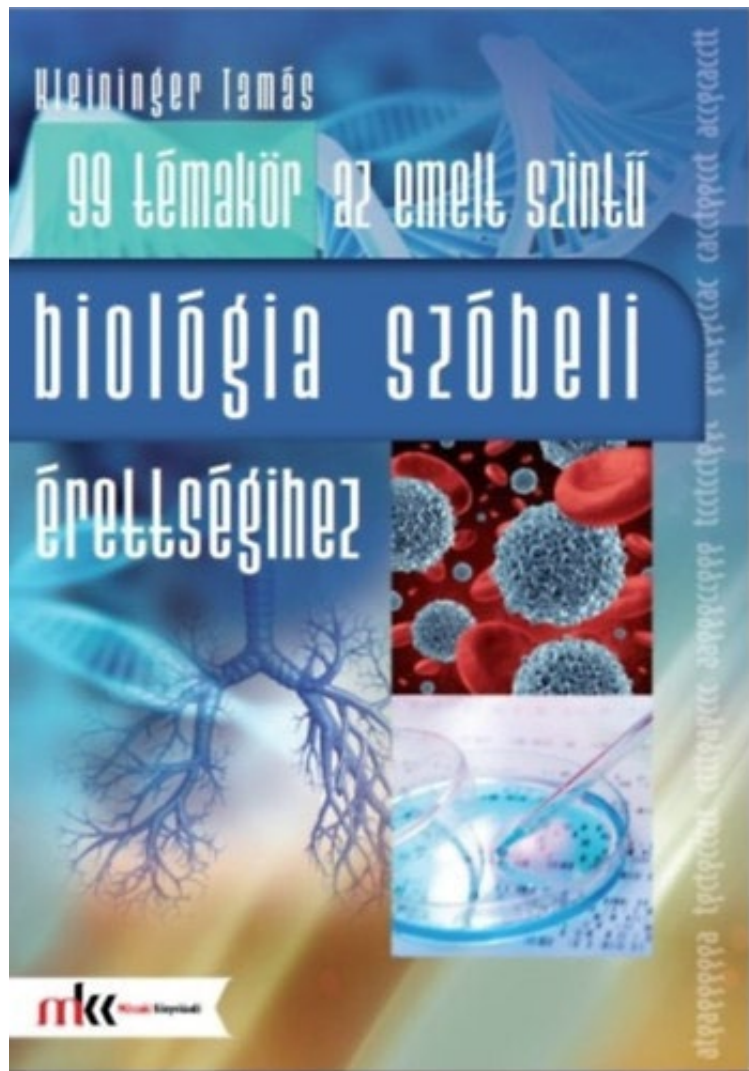
EMBERI SZERVEZET

AZ IDEGRENDSZER VEGETATÍV MŰKÖDÉSE

- **Vegetatív idegrendszer feladata:**
 - a zsigerek létfenntartó működésének akaratunktól független szabályozása;
 - a belső állandóság fenntartása.
- **Szimpatikus hatás:** a szervezetet készenléti állapotban tartja. A lebontó folyamatok dominálnak, fokozódik az oxigénfogyasztás és a glikogén lebontása glükózzá. A szimpatikus idegrendszer rostjai a gerincvelő mellkasi és ágyéki szakaszából erednek. Átkapcsolásuk a gerincvelő melletti dűcokban történik.
- **Cannon-féle vészreakció:** szimpatikus hatás vészhelyzetben (pupilla tágul, légzés fokozódik, pulzusszám nő, vérnyomás emelkedik, vércukorszint növekszik stb.).
- **Paraszimpatikus hatás:** a szervezet erőit újraképezi, energiakészletét feltölti, az építő folyamatok kerülnek előtérbe.
 - A paraszimpatikus idegek átkapcsolása a szervek falában történik.
- **Vegetatív központok:** ide tartoznak a limbikus rendszer, az agytörzs, a gerincvelő és a hipotalamusz magcsoportjai.

SZERV	SZIMPATIKUS HATÁS	PARASZIMPATIKUS HATÁS
pupilla	tágul	szűkül
vázizmok erei	tágulnak	szűkülnek
bőrerek	szűkülnek	tágulnak
szív koszorúerei	tágulnak	szűkülnek
szív	működése gyorsul	működése lassul
vérnyomás	emelkedik	csökken
gyomor, belek mozgása	bélmozgás csökken	bélmozgás fokozódik
vércukorszint	emelkedik	csökken
trüdő	perctérfogat nő	perctérfogat csökken
nyáltermelés	csökken	fokozódik
hőszabályozás	űtés	űtés
anyagcsere	lebontó folyamatok fokozódnak	felépítő folyamatok fokozódnak

BIOLÓGIA EMELT SZÓBELI ÉRETTSÉGI



„A kötet azért készült, hogy segítse a felkészülést a megmérettetésre.

A nyilvánosságra hozott 99 témakör rövid, jól áttekinthető kidolgozását tartalmazza.

Segítségével sok idő és energia takarítható meg, mivel a több évfolyamból származó ismeretanyag egyetlen kötetben olvasható.

Az egyes témakörök az elméleti ismeretek témavázlatával kezdődnek, majd mind a 99 témakör tartalmaz egy hozzá kapcsolódó tételmintát és annak rövid értékelését.”



Kleininger Tamás

Témavázlatok érettségizőknek biológiából

közép- és emelt szinten

MELLÉKLET



Műszaki Könyvkiadó

TÉMAVÁZLATOK ÉRETTSÉGIZŐKNEK BIOLÓGIÁBÓL

-
- *A teljes követelményrendszer lefedi, szerkezetében ezt követi*
 - *Vázlatos felépítés, könnyű áttekinthetőség*
 - *Az emelt szintű anyag külön jelzést kapott*
 - *372 oldal: 327 oldal témavázlat + 39 oldal kísérletek leírása*
 - *Letölthető 99 oldal melléklet, ami folyamatosan változtatható, figyelemmel a használók igényeire*
 - *Nagyon sok ábra segíti a megértést*

Bioszféra

BEMUTATKOZÁS

BÖNGESZŐ

BIOLOGIA ÉRETTSÉGI 2025

A DIÁKOK VÉLEMÉNYE

ELÉRHETŐSÉG

Bioszféra

Vizkievicz András honlapja

NAT 2024 biológia emelt szintű jegyzetek

Kidolgozott biológia szóbeli érettségi tételek

Központi biológia írásbeli feladatsorok, javítási-értékelési útmutatók

emeltbiosz.hu

Ami a sikeres biológia érettségéhez kell

KIADVÁNYAINK

FELKÉSZÍTŐ KURZUS ▾

ÉRETTSÉGI ▾

SEGÉDANYAGOK ▾

FELVÉTELI ▾

MEGRENDELÉS ▾

RENDELÉS TANÁROKNAK ▾

TANKÖNYVBÖRZE



Készülj velünk az érettségire!

Online felkészítő tanfolyam indul március 15-én >> [részletek](#)

A 2025. tavaszi szóbeli biológia érettségi B) tételei

A szóbeli biológia érettségi vizsga A) és B) tételből áll.

Az emeltszintű szóbeli **A) tételek** listájáért [kattints ide](#).

**Emelt szintű
szóbeli A) tételek**

Számozás, jelölések:

A közép- és emelt szinten is ismerendő tételek előtt "K" betűt tüntettünk fel, míg a csak emelt szinten előforduló tételeket "E" betűvel jeleztük. A "K" és "E" betű mögötti számozás a követelményrendszer

×



K = közép- és emelt szinten; **E** = csak emelt szinten

E 1.1.1. Ismertesse a tudományos vizsgálatok menetét, műveleteit alkalmazza vizsgálat- és kísérletelemzésekben. Találja meg egy kísérleti leírásban a kontroll- és kísérleti csoportot, a kísérleti beavatkozást, a függő és független, valamint a rögzített változókat. Hozzon döntést a mérések pontosságáról, azok főbb mutatói (tárgyszerűség, érvényesség, megbízhatóság) alapján. Értelmezzen és ábrázoljon (függvény, oszlop- és kördiagram) vizsgálati adatokat, adott adatsorok, grafikonok alapján vonjon le következtetéseket.

Biológia érettségi összefoglaló 14-16. oldal

K 1.1.2. Alkalmazza a rendszerezés alapelveit az élőlények csoportosítása és meghatározása során.

Biológia érettségi összefoglaló 16. oldal

K 1.1.2. Ismertesse a fénymikroszkóp használatának alapelveit, tudja, hogyan kell kiszámítani a mikroszkóp nagyítását. Készítsen vázlatrajzot a megfigyelt preparátumról, mikroszkópos metszetről. Vázolja fel az emberi EKG, EEG, CT, MRI, UH, röntgen, endoszkópos vizsgálatok alapvető céljait, értelmezzen ezekkel kapcsolatos beteg tájékoztatást.

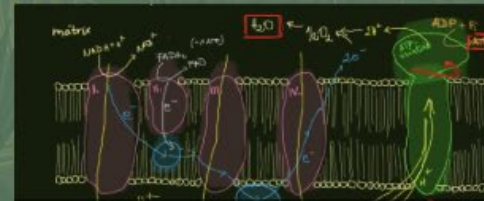
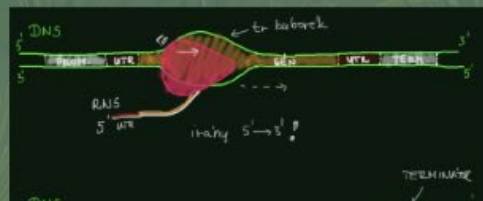
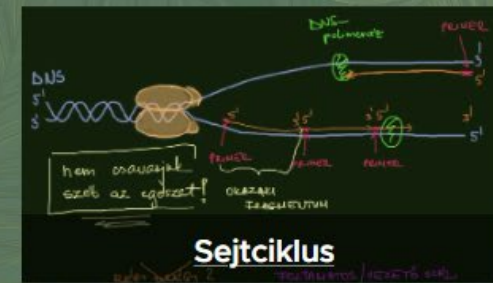
Biológia érettségi összefoglaló 17-19. oldal

K 1.1.2. Mutassa ki az orvosi szén nagy felületi megkötő képességét festékkoldattal. Tudja magyarázni és értelmezni a kísérletet, értse annak következményeit, alkalmazási lehetőségeit. Végezzen kísérletet az antociánok pH-tól függő színváltozásának vizsgálatára, ismertesse a tapasztalatokat. Értelmezzen molekuláris szűréssel kapcsolatos egyszerű vizsgálatot.



BÉ videók

Sorozatok



BESSENYEI ESZTER



biosz fakt

Főoldal

BIOSZ Tesztek

Szolgáltatások

Blog

Kapcsolat



A mi hivatásunk, hogy ezt a folyamatos TESZTELÉSt, önmagad MONITOROZÁSát, a tudásod SZINTEN TARTÁSát lehetővé tegyük neked, mutatva az irányt, megtartó KÖZÖSSÉGBEN!

Biosz
tesztek

KITÖLTÖK
EGYET!

Bioszfakt
klub

TANULNÉK
VELETEK!

Élő
találkozások

SZÍVESEN
MENNÉK!



JUNIOR AKADÉMIA

KEDVES LEENDŐ KOLLÉGÁK!

Nagy örömünkre szolgál, hogy a Kerpel-Fronius Tehetséggondozó Program Junior Akadémia programsorozat harmadik évadának hatodik előadása nagy sikerrel zajlott le.

A következő három előadásunk megtekintését – március, április, május hónapban, – különösen ajánljuk az emelt szinten érettségizők, valamint felkészítő tanáraik számára!

Ez a három előadásból álló blokk, amelyben az emelt szinten érettségizők felkészülését segítő témákról hallhatnak, a „**JUNIOR AKADÉMIA plusz(+)**„ nevet kapta.

Az első előadást **2025. március 18-án, 17 órakor** tekinthetik meg.

Az előadó **Dr. Monori-Kiss Anna**, a Semmelweis Egyetem Transzlációs Medicina Intézetének egyetemi adjunktusa lesz.

Az előadás címe: **SZIGNÁLTRANSZDUKCIÓ – Sejten belüli információáramlás** (Jelátvitel alapjai)



NTA OKK Gyakorlat - ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (Szombathely)

A Nemzeti Tudósképző Akadémia (<https://www.edu-sci.org/>) szervezésében tehetséggondozó foglalkozásokra kerül sor Szombathelyen, az ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium laboratóriumaiban.

Időpontok: A gyakorlatok 2 napos

Kezdés: 03.28. Péntek 14,00

Befejezés: 03.29. Szombat 17:00.



TUDHATOD!

Kísérletezz

velünk!



A Pázmány Egyetem Információs Technológiai és Bionikai Kara egy tudományos ismeretterjesztő sorozatot kínál Nektek! A sorozat célja, hogy az otthon is elvégezhető kísérleteken keresztül alkalmatok nyíljon betekintést nyerni a kémia és biológia világába!

**MOLEKULÁRIS GENETIKAI MÓDSZEREK, MENDELI GENETIKA ÉS
POPULÁCIÓGENETIKA AZ ÚJ, 2024. MÁJUS-JÚNIUSI VIZSGAIDŐSZAKTÓL
ÉRVÉNYES (2020-AS NAT-RA ÉPÜLŐ) ÉRETTSÉGI KÖVETELMÉNYRENDSZERBEN
TANÁRTOVÁBBKÉPZÉS**

Tisztelt biológia szakos Kollégák!

A Nemzeti Tudósképző Akadémia Gödöllői Országos Képzési Központja sok szeretettel meghívja Önt a 2025. március 7-én, pénteken 11-17 óráig megrendezésé kerülő, a **Molekuláris genetikai módszerek, mendeli genetika és populációgenetika az új, 2024. május-júniusi vizsgaidőszaktól érvényes (2020-as NAT-ra épülő) érettségi követelményrendszerben**

című továbbképzésére.

Helyszín: Premontrei Iskolaközpont

2100 Gödöllő Takács Menyhért út 2., B épület B213 terem

47.591995, 19.364260

ELTE RADNÓTI TANÁRAKADÉMIA

Koppintson vagy kattintson a címhez

Az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola öregdiákjai és tanárai az alábbi programmal elindítják a **Radnóti Tanárákadémiát**.

Célunk, hogy a résztvevők első kézből halljanak tudományterületük időszerű kérdéseiről, kutatási eredményeiről. Emellett segítséget szeretnénk nyújtani az érettségire, tanulmányi versenyekre való hatékony felkészítéshez is.

A képzéseken való részvétel **ingyenes, regisztrációhoz kötött**.

2025. augusztus 31-ig a részvétel még beszámítható a kötelező továbbképzési óraszámába.

A részvételről (alkalmanként 5 óra) tanúsítványt állítunk ki.

2025. március 7. 15 óra

EVOLÚCIÓBIOLÓGIA

az emelt szintű érettségi tükrében

DR. KUN ÁDÁM

egyetemi docens
evolúcióbíológus, ökológus
tudomány népszerűsítő
ELTE Biológiai Intézet



Helyszín

ELTE Radnóti Miklós
Gyakorlóiskola

1146 Budapest

Cházár András u.10.

Program

15-17

**Dr. Kun Ádám
előadása**

17-19

Műhelyfoglalkozás

A témához
kapcsolódó
érettségi és OKTV
feladatok
megoldása

A Radnótiban érettségizett, az ELTE-n szerzett vegyész és biológus diplomát. Fő kutatási területe az élet keletkezése és az emberi együttműködés. Dolgozott Ausztriában, Németországban és az MTA Ökológiai Kutatóközpontjában. 2000 óta tanít az ELTE-n, 2022-ben a [kar kiváló oktatójává](#) választották. A [Darwin Démonai Podcast](#) egyik szereplője. Az [Evolúcióbíológia](#) című kiváló, középiskolai tanárok számára is hasznos egyetemi tankönyv szerzője.

ELTE RADNÓTI TANÁRAKADÉMIA

Koppintson vagy kattintson a címhez

Az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola öregdiákjai és tanárai által szervezett **Radnóti Tanárákadémia**

célja, hogy a résztvevők első kézből halljanak egy-egy tudományterület időszerű kérdéseiről, kutatási eredményeiről. Emellett segítséget szeretnénk nyújtani az érettségire, tanulmányi versenyekre való hatékony felkészítéshez is.

A képzéseken való részvétel **ingyenes, regisztrációhoz kötött**.

2025. augusztus 31-ig a részvétel még beszámítható a kötelező továbbképzési óraszámába.

A részvételről (alkalmanként 5 óra) tanúsítványt állítunk ki.

2025. április 11. 15 óra

Molekuláris biológia, biotechnológia

az emelt szintű érettségi tükrében

DR. PÁL GÁBOR

biokémikus, molekuláris biológus
Az ELTE Biokémiai Tanszékének docense,
az EvolVeritas Biotechnológiai Kft. egyik
alapítója, tudományos igazgatója, feltaláló,
tankönyvszerző



Helyszín

ELTE Radnóti Miklós
Gyakorlóiskola

1146 Budapest

Cházár András u.10.

Program

15-17

**Dr. Pál Gábor
előadása**

17-19

Műhelyfoglalkozás

Érettségi és OKTV
feladatok
megoldása a
molekuláris
genetika és a
biotechnológia
témaköréből.

A Radnótiban érettségizett, az ELTE-n szerzett biológus diplomát. Fő kutatási területe az irányított fehérjeevolúció. Dolgozott az Egyesült Államokban a Chicago-i Egyetemen és a világhírű Genentech biotechnológiai vállalatnál. Hazatérése után megalapította az irányított fehérjeevolúcióval foglalkozó munkacsoportját. Kutató- és oktató munkájáért számos elismerésben részesült. A biokémia és molekuláris biológia című kiváló, középiskolai tanárok számára is hasznos tankönyv társszerzője.

Köszönöm a figyelmet!

kleiningertamas@gmail.com