



11th International Junior Science Olympiad

Theory Questions

December 6, 2014



Versenyszabályzat

1. Minden versenyzőnek a számára kijelölt helyre kell ülnie.
2. A verseny kezdete előtt minden versenyzőnek ellenőriznie kell a szervezők által biztosított íróeszközöket és egyéb eszközöket (toll, számológép, vonalzó).
3. Tilos a versenyzőnek bármilyen segédeszközt bevinnie magával, kivéve gyógyszereit és gyógyászati segédeszközöket.
4. Minden versenyzőnek ellenőriznie kell a feladatlaponkat és a válaszlaponkat. Jelentkezz, ha bármi is hiányzik! A munkát a sípszó után kezdheted el.
5. A verseny ideje alatt a versenyzők nem hagyhatják el a verseny helyszínt, kivéve vészhelyzet esetén: ekkor az egyik vizsgafelügyelő el fogja kísérni őket.
6. A versenyző nem molesztálhatja versenyzőtársait, illetve nem zavarhatja a versenyt. Bármilyen segítségre van szüksége, jelentkeznie kell és a hozzá legközelebbi felügyelő odamegy és segít majd neki.
7. A vizsgakérdésekről nem szabad kérdéseket feltenni vagy beszélgetni róla. A versenyzőnek mindenképpen az asztalánál kell maradnia addig, amíg a versenynek vége nem lesz, függetlenül attól, hogy netán korábban elkészül.
8. A verseny végét sípszó jelzi majd. A megadott idő letelte után már nem írhat sz semmit a válaszlapra! Minden versenyzőnek csendben el kell hagyni a termet. A feladatsort és a válaszlaponkat is rendezetten az asztalodon kell hagynod.



Elméleti forduló

**11. Nemzetközi Junior Természettudományi Olimpia,
Mendoza, Argentina**

**Idő : 3 h 30 min
Pontszám: 30**

Figyelmesen olvasd el az alábbi instrukciókat!

1. A rendelkezésre álló idő 3 óra 30 perc.
2. Ellenőrizd, hogy az összes feladatlapod és válaszlapod megvan! Összesen három feladat van (26 oldal).
3. Írd az ID kódodat a válaszlap (answer sheet) minden oldalára!
4. A végeredményeket írd a kis téglalapba! Írd le a lépéseket világosan a nagyobb téglalapba!

A $4^{-2.5}$ kiszámításához a következőképp járj el:

- 1) Nyomd le a 4-et
- 2) Nyomd meg az y^x gombot (a 8-as fölött van pont)
- 3) Üsd be, hogy 2,5
- 4) Nyomd meg a $+/-$ gombot (a 0 mellett van)



Elméleti forduló

11. Nemzetközi Junior Természettudományi Olimpia,
Mendoza, Argentina

Idő : 3 h 30 min
Pontszám: 30

1. FELADAT

A világ népességének gyors növekedése (ma több mint 6700 millió ember él) és a nyersanyagok kinyerésének, átalakításának, szállításának és felhasználásának köszönhetően a bolygónk egyre szűkösebb és kevésbé fenntartható a lakosai számára. Az utóbbi néhány évben a globális környezeti változások nagy jelentőségre tettek szert a számos regisztrált hatás miatt. Bár a különböző kémiai, fizikai és biológiai anyagok kölcsönhatásai mindig változnak a világon, az elmúlt század emberi tevékenységének következményei alapvető szerepet játszanak a természet változásainak meghatározásában.

Egy nem-kormányzati szervezet (NGO) környezetvédőkből álló tagjai és a Környezetvédelmi Minisztérium együttműködve célul tűzte ki, hogy nyilvánosságra hozza és értékeli az Argentínában széles körben elterjedt, *Larrea* nemzetségbe tartozó növényfaj ökoszisztémái fontosságát. Az NGO programjában nagy hangsúlyt helyez:

1. Az emberi tevékenység által megzavart területek helyreállítása.
2. Az őshonos fajok társadalmi és kulturális jelentőségére.
3. Többek között a kozmetikai és orvosi alkalmazásokra.
4. A talaj megszilárdítására való alkalmazásra földomlásra hajlamos területeken.

A *Larrea* nemzetségbe tartozó Zygophyllaceae család (közismert helyi nevén: "jarilla") őslakos a száraz területeken. Argentínában négy faja él: *Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*, *L. nitida* és *L. ameghinoi*. A leveleiket „gyanta” borítja, melyet legnagyobb arányban a $C_{18}H_{22}O_4$ összegképletű nordihydroguaiaretic sav (NDGA) alkot. Ez a gyanta hozzájárul a vízvesztés csökkentéséhez és a néhány növényevővel szemben megfelelő méregtartalmat biztosít.



1. ábra: Jellemző tájkép Mendozában. A középpontban egy virágzó jarilla cserje (*Larrea sp*)

1.1. Annak érdekében, hogy igazolják, hogy a *Larrea*, mint őshonos faj, alkalmas egy megzavart terület rekultivációjára, kutatók egy csoportja egy bányászati tevékenység sújtotta területen dolgozott. A következőképpen jártak el:

A megzavart területen belül két mintaterületet választottak ki. Az egyiket rekultiválták jarillával, míg a másikat hagyták végbemenni a természetes szukcesszióját. A rekultiváció után 10 évvel a két területet vizsgálták.

Mivel a *Larrea* fajok megváltoztatják az általuk borított terület állapotát, elősegítve a többi faj kolonizálódását, a vizsgálat célja annak kimutatása volt, hogy a megfigyelt fajok diverzitása ebben a közösségben mutatja-e a megtelepülést elősegítő hatást.

A fajok diverzitása egy kiemelkedő tulajdonsága a biológiai közösségeknek és a következőkkel mérhető:

1. Fajgazdagság(S): a közösségben élő különböző fajok száma.
2. Faji egyenletesség vagy egyformaság: az egyes fajok egyedszámának aránya a teljes népséghez képest (relatív gyakoriság),



Elméleti forduló

Az egyenletességet mérő mutatók közül az egyik a Pielou index (J), mely az alábbi egyenlettel írható fel:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Ahol:

H' a Shannon- Wiener index (értékei az 1. és 2. táblázatban a következő oldalon található)

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

p_i : az i faj relatív gyakorisága

S: fajgazdagság

Ne feledd, hogy:

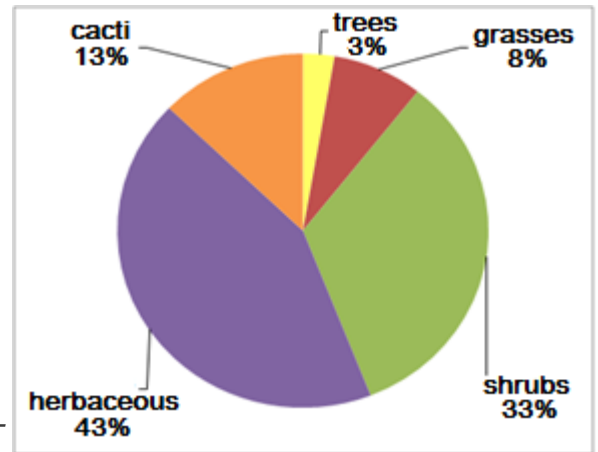
1. A Shannon- Wiener index a biodiverzitást mérő mutatók egyike.
2. A fajok gyakorisága: egy adott faj egyedeinek száma.

Elméleti forduló

Az egyes mintákra megfigyelt adatokat az alábbi táblázatok és ábrák mutatják:

1. táblázat: Fajok, gyakoriságok és létformák egy *Larrea*-val rekultivált közösségben (1. minta)

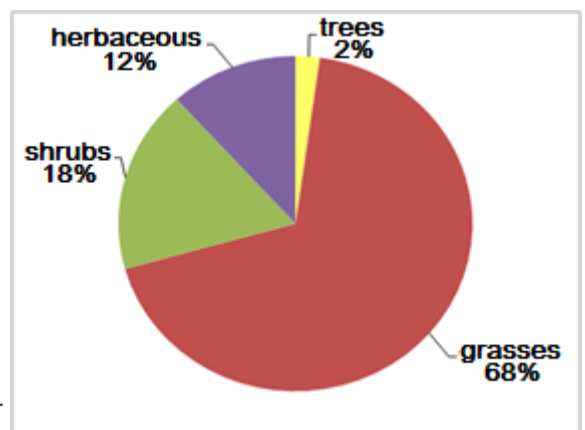
Faj	Gyakoriság	Létforma
<i>Acantholippia seriphioides</i>	300	cserje
<i>Condalia microphylla</i>	250	cserje
<i>Larrea cuneifolia</i>	400	cserje
<i>Larrea divaricata</i>	250	cserje
<i>Lycium tenuispinosum</i>	250	cserje
<i>Montea aphylla</i>	150	cserje
<i>Senna aphylla</i>	220	cserje
<i>Pyrrhocactus pachacoensis</i>	700	kaktusz
<i>Aristida mendocina</i>	220	cserje
<i>Cottea pappophoroides</i>	210	cserje
<i>Erodium cicutarium</i>	750	virágféle
<i>Fabiana peki</i>	450	virágféle
<i>Helenium donanum</i>	650	virágféle
<i>Hoffmannseggia eremophila</i>	500	virágféle
<i>Prosopis flexuosa</i>	150	fa
Shannon-Wiener Index (H')	2,57	



2. ábra: Létformák százalékos megoszlása.

2. táblázat: Fajok, gyakoriságok és létformák a természetes utánpótlásnak kitett közösségben (2. minta)

Faj	Gyakoriság	Létforma
<i>Spartium junceum</i>	80	cserje
<i>Larrea cuneifolia</i>	200	cserje
<i>Lycium chilense</i>	70	cserje
<i>Spartium junceum</i>	50	cserje
<i>Aristida mendocina</i>	1000	fű
<i>Cottea pappophoroides</i>	250	fű
<i>Stipa sp.</i>	300	fű
<i>Arjona longifolia</i>	70	virágféle
<i>Buddleja mendozencis</i>	25	virágféle
<i>Hysterionica jasionoide</i>	30	virágféle
<i>Junellia aspera</i>	40	virágféle
<i>Lecanophora heterophylla</i>	55	virágféle
<i>Oenotera odorata</i>	20	virágféle
<i>Salsola kali</i>	25	virágféle
<i>Cercidium praecox</i>	50	fa
Shannon-Wiener Index (H')	1,95	



3. ábra: Létformák százalékos megoszlása.

Ábramagyarázat:

Herbaceous - Virágfélék

Shrubs - Cserjék

Cacti - Kaktuszok

Grasses - Fűvek

Trees - Fák

Elméleti forduló

1.1.1. Töltsd ki a válaszlapon a 3. táblázatot az egyes közösségekhez tartozó információkkal!

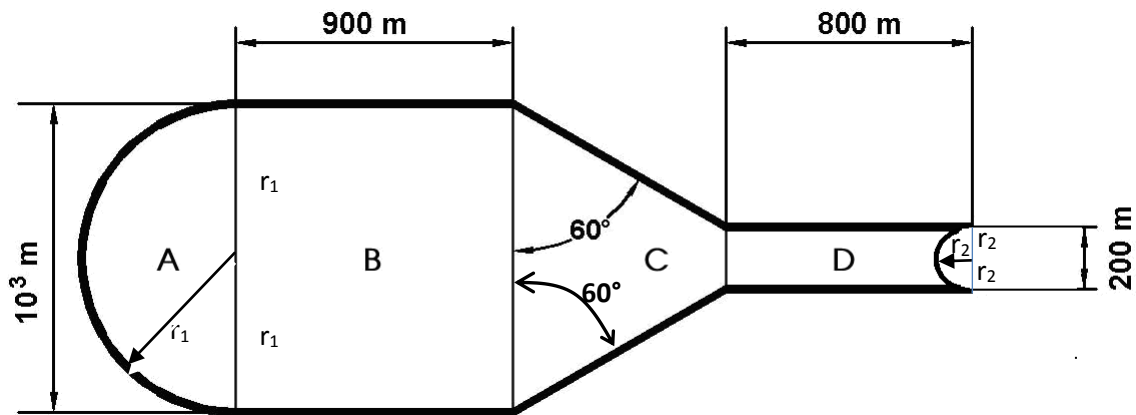
Közösség	Fajgazdagság (S)	Az egyedek teljes száma (N)	A domináns faj neve	A domináns faj gyakorisága	J
1. minta: Larreával újratelepített közösség					
2. minta: Természetes utánpótlásnak kitett közösség					

1.1.2. Jelöld, hogy melyik közösségnek nagyobb a biológiai diverzitása!

1.1.3. Az 1.1.2. feladatban adott válaszod igazolása érdekében jelöld a válaszlapon, hogy igaz (T) vagy hamis (F) az alábbi három állítás!

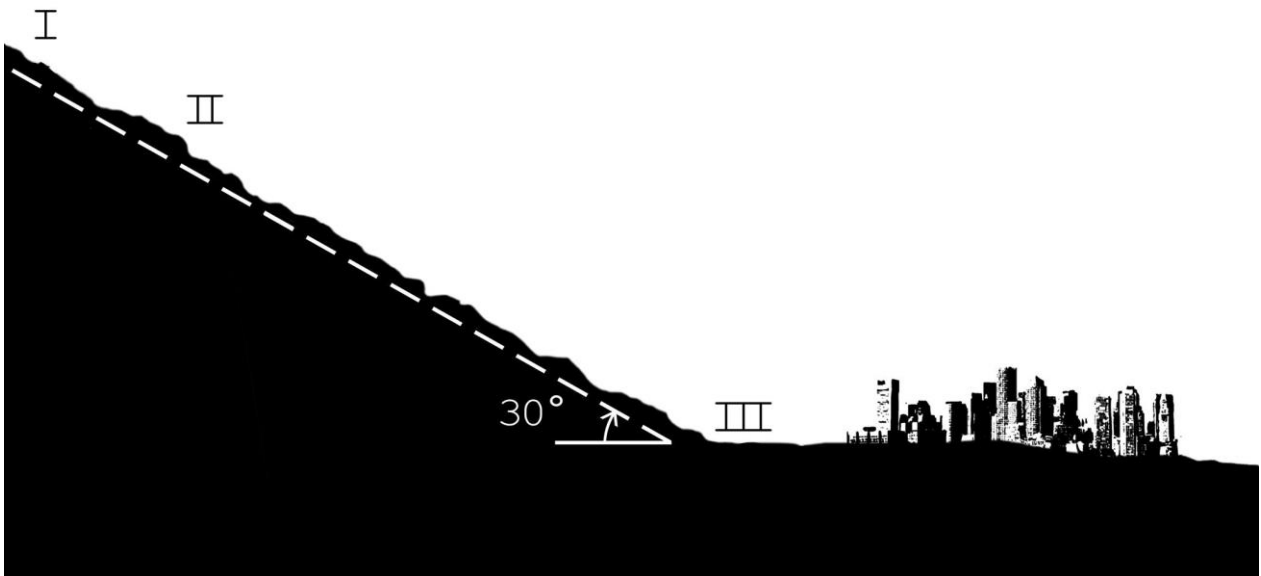
A. Tíz év után a természetes utánpótlásnak kitett közösség és a <i>Larrea</i> -val újratelepített közösség nagy különbséget mutat a fajgazdagságban a <i>Larrea spp.</i> hatásának köszönhetően.	
B. A <i>Larrea</i> jelenléte az 1. mintában növelte a cserjék és virágfélék gyakoriságát. Ez azt jelezheti, hogy a <i>Larrea</i> elősegíti más fajok fejlődését, javítva ezzel ennek a közösségnek a diverzitását.	
C. Az előnyös hatásokat az jelzi, hogy az újratelepített közösség (1. minta) kisebb diverzitást mutat, mint a természetes utánpótlásnak kitett közösség (2. minta)	

1.2. Miután újratelepítésre alkalmasa fajok kiválasztása megtörtént, az NGO kijelölt egy száraz területet az újratelepítés számára Mendoza hegy lábánál. A 4. ábra mutatja az újratelepítendő területet. Számítsd ki az A, B, C és D területek nagyságát, valamint a teljes területet! Válaszaidat négyzetméterben add meg!



4. ábra: Az újratelepített terület vázlatos rajza

1.3. A természetes növényzet kihalásának egy további következménye, elsősorban lejtős területeken, a kövek leválása és leesése. Az 5. ábrán a mendozai hegy oldalnézete látható.



5. ábra: A terület oldalnézete.

1.3.1. Miközben az újratelepítést végezték, a dolgozók egy csoportja észrevette, hogy egy kő (forgás nélkül) csúszik lefelé a hegyoldalon az I pontban $10,0 \text{ ms}^{-1}$ sebességgel. Az I pont és a II pont közötti távolság $50,0 \text{ m}$ és a kő és a talaj közötti csúszási súrlódási együttható értéke ebben az esetben $0,46$. Elhanyagolva a közegellenállást és feltételezve, hogy a lejtő teljesen sík felületű, számítsd ki a kő sebességét a II pontban!

(A nehézségi gyorsulás értéke $9,81 \text{ ms}^{-2}$)

1.3.2. A növényzet jelenléte segít megelőzni a kövek legurulását és megállítani a köveket, ha már leváltak. Tegyük fel, hogy a II és III pont közötti 200 m távolság újra lett telepítve és az 1.3.1. feladatban említett kő a III pontba éppen 0 sebességgel érkezik. Számítsd ki a csúszási súrlódási együttható értékét erre a szakaszra, feltételezve, hogy az egész szakaszon állandó!

1.4. Annak érdekében, hogy javítsák a talaj állapotát, a kutatók kémiai analízist végeztek a megzavart talajon és meghatározták a *Larrea* spp. fejlődéséhez szükséges ideális értékeket. Az eredményeket mutatja a 4. táblázat.

Változók	A megzavart talaj összetétele	A <i>Larrea</i> számára optimális talajösszetétel
Szerves anyag (m/m%)	0,90	3,33
Teljes nitrogén (mg kg ⁻¹)	1 033,00	1 353,00
Kivonható foszfor (mg kg ⁻¹)	1,00	8,12
Kivonható kálium (mg kg ⁻¹)	1 199,00	1 444,00
Nedvesség (m/m%)	10,52	12,97
pH	7,54	7,10

4. táblázat: A megzavart talaj és a *Larrea* számára optimális talaj összetétele

A *Larrea* jól tűri a megváltozott talajt a sivatagban, de nagyon kicsi a toleranciája a nagy mennyiségű foszfort tartalmazó talajjal szemben. A megzavart talajt műtrágyával kell kezelni 0,3 m mélységig, azért, hogy a talaj elérje a megfelelő tápanyagmennyiséget. A tápanyagok összetétele a javasolt műtrágyában 30% N, 15% P₂O₅ és 15% K₂O.

(A talaj sűrűsége 1,63 x 10³ kg m⁻³; relatív atomtömegek: P: 31; O: 16; K: 39; N: 14)

1.4.1. Döntsd el, hogy melyik elem határozza meg az alkalmazott műtrágya mennyiségét!

1.4.2. Számítsd ki, hogy négyzetméterenként hány kg műtrágyát kell adni a talajhoz!

1.4.3. Határozd meg a 4. táblázatban látható, a megzavart talajban mért pH értékhez tartozó OH⁻ koncentrációt!

1.4.4. Jelöld, hogy az 5. táblázat indikátorai közül melyiket választanád, hogy meghatározd a megzavart talaj pH értékét, és milyen színű lenne a kiválasztott indikátor a talajban! Az indikátor és a szín zárójelben lévő kódjával válaszolj!



Indikátor	pH-tartomány	Szín
Metilnarancs (MO)	3,1 – 4,4	Piros (R) – Sárga (Y)
Brómtimolkék (BB)	6,2 – 7,5	Sárga (Y) – Kék (B)
Metilvörös (MR)	4,2 – 6,2	Piros (R) – Sárga (Y)
Metakrezol lila (MP)	7,8 – 9,2	Sárga (Y) – Lila (P)
Fenolftalein (PP)	8,3 – 10,0	Színtelen (C) – Ibolya (V)

5. táblázat: Összefüggés az indikátor, a pH és a szín között.

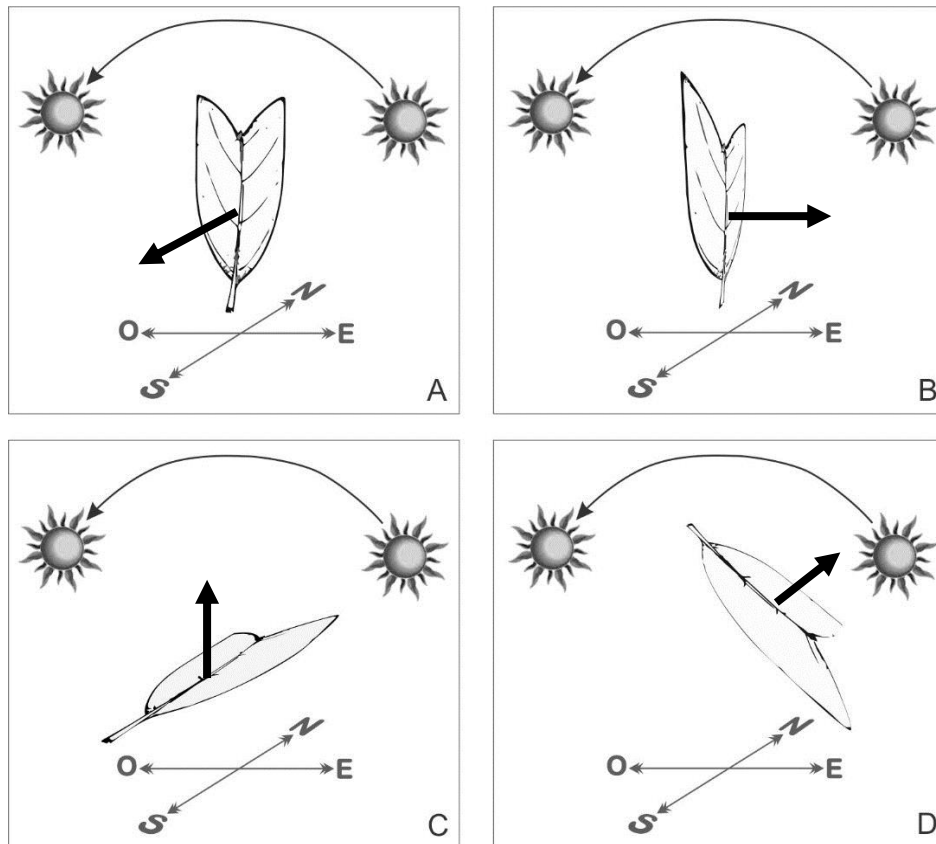
1.4.5. A talaj egyes részein a pH értéke nagy lehet a vízoldható Na_2CO_3 só (nátrium-karbonát) megemelkedett koncentrációja és a kevés csapadék miatt. Ez a karbonátiók H_2O -ben (vízben) történő hidrolízise miatt van.

Írd fel a Na_2CO_3 vízben történő teljes ionizációjának rendezett egyenletét!

1.4.6. Írd fel a hidrolízis ioneqnyenletét, amely magyarázza a pH növekedését a talajban!

1.5. A *Larrea*-nak számos haszna van a helyiek számára, többek között a *Larrea cuneifolia* a Nap helyzetétől függően használható iránytűként. Ez a növény úgy állítja be magát, hogy érje a reggeli és a délutáni enyhe napsütés, de elkerüli a déli erős napsütést, ezzel csökkentve a párologtatást. A 6. ábrán lévő négy ábra egy *Larrea* levél helyzetét mutatja különböző irányokban.

Elméleti forduló



6. ábra: *Larrea cuneifolia* levelek különböző irányokban. A nyilak a levél felső felületére merőleges irányt mutatják!

1.5.1. Jelöld, hogy melyik ábra fejezi ki legjobban az 1.5 pontban leírtakat!

1.5.2. Válaszd ki az alábbi állítások közül azt, ami alapján az 1.5.1. feladatban válaszoltál!

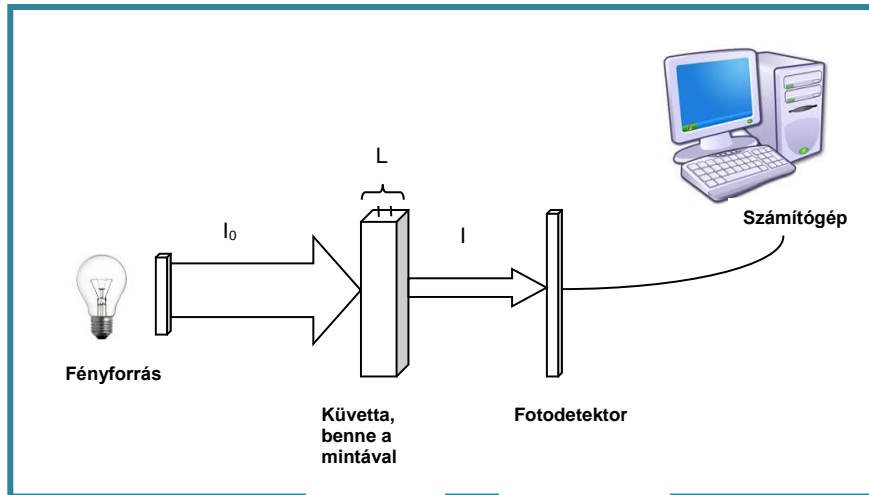
- a) A Nap által kibocsátott fény hullámhossza különböző a különböző napszakokban.
- b) A Nap által kibocsátott fény frekvenciája különböző a különböző napszakokban.
- c) A napsugárzásra merőleges levélfelület nagysága különböző a különböző napszakokban.
- d) A környezet hőmérséklete különböző a különböző napszakokban.

1.6. A *Larrea* levelek gyantájában lévő nordihydroguaiaretic savat (NDGA) ($C_{18}H_{22}O_4$) többek között használják a kozmetikai iparban és a gyógyászati iparban antioxidáns, antikarcinogén és vírusölő hatása miatt.

A sav meghatározásának egyik lehetősége azon alapszik, hogy ammónium-molibdát tetrahidráttal ($(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) reagálva egy narancsszínű komplexet képez. Egy adott hullámhosszúságú, beeső fénysugár elnyelődését (abszorbanciáját) mérik az átlátszó

Elméleti forduló

küvetében lévő színes minta oldatán történő áthaladást követően a 7. ábrán látható módon. Az abszorbanca egyenesen arányos a színes komplex koncentrációjával az oldatban, ami ezen az adott hullámhosszon elnyeli a sugárzást.



7. ábra: Vázlatos ábra az abszorbanca méréséről

Az NDGA-nak a *Larrea sp.* levelekből történő kivonása során azzal együtt más anyagok is kivonódnak. Ezek az anyagok zavarják az NDGA mennyiségi meghatározását. Mivel van néhány, az NDGA-val azonos funkciós csoportjuk, kölcsönhatásba tudnak lépni az ammónium-molibdáttal és színes komplexet alkotnak.

Az *L. divaricata* and *L. cuneifolia* levelének alkoholos kivonatát vizsgálták. Mérték különböző hullámhosszakon az abszorbanciát, használva az ammónium-molibdátos módszert. Az eredményeket a 6. táblázat mutatja.

Hullámhossz (nm)	400	450	500	550	600	650
Az egyéb anyagok átlagos abszorbanciája a kivonatban	0,82	0,33	0,15	0,07	0,05	0
NDGA abszorbanca a <i>L. divaricata</i> -ban	1	0,84	0,53	0,22	0,09	0,03
NDGA abszorbanca a <i>L. cuneifolia</i> -ban	0,99	0,81	0,46	0,20	0,06	0,04

6. táblázat: Az NDGA és az egyéb anyagok abszorbanciája a *L. divaricata* és *L. cuneifolia* esetén, a megfelelő hullámhosszakkal

1.6.1. Rajzold fel egy derékszögű koordinátarendszerben a hullámhossz függvényében a megfelelő abszorbanca értékeket a 6. táblázat adatai alapján. Használj különböző színeket az egyes vonalak ábrázolásához!



Elméleti forduló

1.6.2. Felhasználva a 6. táblázat adatait, határozd meg azt a hullámhosszt, amely ahhoz szükséges, hogy a legjobban el tudjuk különíteni az NDGA-t a többi anyagtól.

A abszorbancia és a vizsgált anyag koncentrációja közötti összefüggést az alábbi kifejezés írja le:

$$A = C\varepsilon L$$

ahol A a minta abszorbanciája (mértékegység nélküli); C a vizsgált anyag koncentrációja (mol dm^{-3}); L az optikai úthossz (lásd 7. ábra); ε a moláris abszorpciós koefficiens, amely függ a vizsgált anyagtól, az alkalmazott hullámhossztól és a kísérleti körülményektől ($\text{mol dm}^{-3} \text{ cm}^{-1}$).

Egy vegyész két mintát vizsgált, az egyik az *L. divaricata* leveléből, a másik a *L. cuneifolia* leveléből, de elfelejtette felcímkézni őket. Elhatározta, hogy egy A és egy B felíratú edénybe önti őket és megméri mindkét minta abszorbanciáját 500 nm-en egy olyan küvettában, melyre az optikai úthossz 1 cm.

$\varepsilon = 8\,920 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$, az NDGA moláris tömege 302 gmol^{-1} , és az A kivonatra az abszorbancia 0,47, míg a B mintára 0,52.

1.6.3. Számítsd ki az NDGA koncentrációt (mg L^{-1}) az egyes mintákra! Tekintsd úgy, hogy a kivonat meg van tisztítva minden egyéb anyagtól!

1.6.4. Felhasználva a 6. táblázat adatait és a mért abszorbanciaértékeket, jelöld, hogy melyik kivonathoz melyik faj tartozik!

1.6.5. Az *L. divaricata* levelekből egy 500 ml-es, 0,2 m/v% (0,2 g / 100 cm^3)-es vizes oldatot készítettek. Ismert, hogy a száraz *L. divaricata* levelek 7 m/m% NDGA-t tartalmaznak. Határozd meg a felhasznált *L. divaricata* levelek tömegét, feltételezve, hogy a friss levelek nedvességtartalma 8 m/m% (a víz sűrűsége 20 °C-on 1 g cm^{-3}).

2. FELADAT

A klímaváltozás a természet és/vagy emberi hatásra történő, hosszútávú változást jelent az időjárás átlagértékeiben. Ez jelenleg aggodalomra okot adó, világméretű probléma.

Néhány éghajlatváltozási probléma aggodalomra ad okot a tudományos közösségben úgy, mint:

- a. A savas eső hatással van a bolygó édesvízkészletére, és konfliktusokat okoz az emberi populációk vízreszesedésében.*
- b. A gleccserek olvadása a globális felmelegedés közvetlen következménye.*

Bizonyos, ún. üvegházhatású gázok (Greenhouse vagyis GG gázok), amelyek között szerepel a szén-dioxid (CO₂), a metán (CH₄) és a nitrogén-dioxid (NO₂) is, megnövekedett koncentrációja kapcsolatba hozható a fosszilis üzemanyagok használatával, az intenzív mezőgazdasági tevékenységgel és a talaj megváltozásával. Ezeknek a gázoknak a feldúsulása okozza a "globális felmelegedés"-nek nevezett jelenséget, mely a földfelszín átlaghőmérsékletének emelkedését jelenti. A GG gázok és a kén-dioxid (SO₂) nagy koncentrációjának másik következménye a savas esőnek nevezett csapadék keletkezése, amely a természetben a vulkánkitöréseknél és a termál forrásokban képződik. Az alacsony pH azonnal ártalmas hatással van a vízi ökoszisztémákra és más következményekkel is jár, mint amilyen az anyagok, szobrok és kőépületek tönkremenetele. Emellett a savas eső oldja a fémeket, mint amilyen az ólom (Pb) és a réz (Cu), melyek a vízvezeték anyagát alkotják. Mindazonáltal a savas esőben lévő kénnek előnyei is lehetnek. A kén-dioxid szulfát aeroszollá alakul, fokozza a napsugárzás visszaverődését és gátolja a globális felmelegedést azzal, hogy ellen hat a mikrobák általi metántermelésnek a vizes élőhelyeken, és ezáltal hűti a Föld felszínét.

2.1. A normális csapadék átlagos pH-ja 5,65 a CO₂ jelenléte miatt, amely az atmoszféra vizével szénsavat (H₂CO₃) alkot. Ha az eső pH értéke – amely néha a 3-at is eléri– 5 alatt van, akkor azt savas esőnek hívjuk. A savas eső mérgező alkotórésze a SO₂ és a nitrogén-monoxid (NO), amely a szén és a szénhidrogének elégetésekor keletkezik. Egy csomó kémiai reakció során a SO₂ kén-trioxiddá (SO₃), a NO pedig nitrogén-dioxiddá (NO₂) alakul, amelyek azután a vízzel reagálva a megfelelő savat képezik, és ezzel csökkentik a pH-t.

2.1.1. Írd fel azokat a kémiai egyenleteket, amelyek a SO₃ és a CO₂ vízzel való reakcióit mutatják!

2.1.2. A salétromsav keletkezésének rendezetlen egyenlete a savas esőben:



Írd fel a reakció rendezett egyenletét és a redoxi félreakciók ionegyenleteit is!

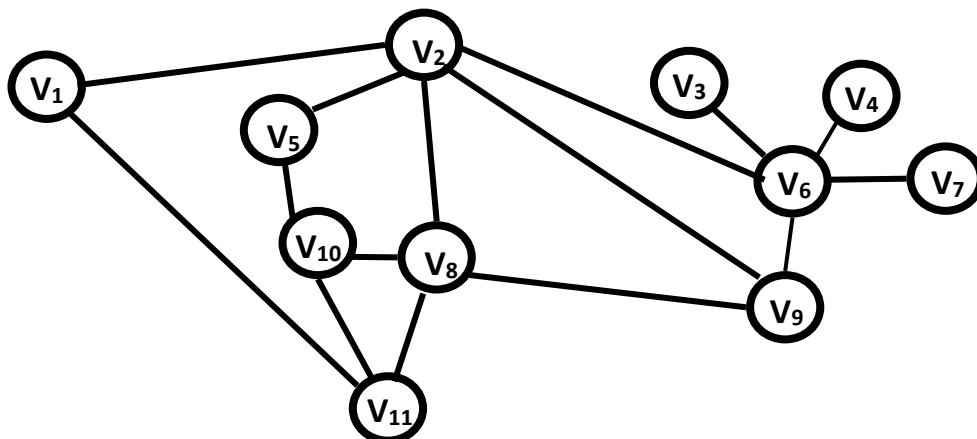
2.2. 4-es pH alatt nemkívánatos kémiai reakciók is bekövetkeznek, mint amilyen a talajban előforduló alumínium-hidroxid ($\text{Al}(\text{OH})_3$) oldódása. Ez a halak, a kétéltűek és a rovarok számára alumínium-mérgezést okoz. A víz savassága a gerincteleneknél súlyos komplikációkat okoz, mert külső vázuk kalcit formájában kalcium-karbonátot (CaCO_3) tartalmaz és ez kedvez az ásvány feloldódásának.

Az Andokban lévő egyik város lakói a környékükön, tőlük néhány kilométerre lévő tó ökoszisztémájának megbomlását tapasztalták. A változás világosan megmutatkozott a természetes flóra és fauna romlásában, ugyanis nagyszámú elpusztult halat és kétéltűt találtak a tóparton. Ahhoz, hogy a probléma okát meghatározzák és ez alapján megoldást találjanak, a kutatók elhatározták, hogy analizálják a tó vizének mintáját. Azt találták, hogy a halpusztulást alumíniummérgezés okozta.

2.2.1. Határozd meg az alumínium-hidroxid oldhatóságát mól per literben egy 5,2-es pH-jú tóvízben, ha az $\text{Al}(\text{OH})_3$ oldhatósági szorzata $5 \cdot 10^{-33}$!

2.3. A fent említett város vízvezetékhalózatát mutatja a 8. ábra, ahol V_1 - V_{11} elosztópontok, és V_1 a vízműhöz kapcsolódó fő receptor.

A múltban a vízvezetékek ólomból készültek. Ezek az idők folyamán tönkrementek és a nehézfém vízben való jelenléte miatt mérgezést okoztak a környezetben és az emberekben is. Az előregedett csöveket más, polivinil-kloridból (PVC) készült csövekkel kell helyettesíteni. Megelőzendő a felesleges kapcsolatok ártnövelő hatását, csökkenteni kell a kapcsolatok számát.



8. ábra: Vízvezeték hálózat

2.3.1. Határozd meg azon csövek maximális számát, amelyek eltávolíthatók anélkül, hogy a vízellátást bármelyik elosztó ponton megzavarnánk!

Elméleti forduló

2.4. Az ólom összegyűlik a szervezetben és általában a májra, a vesékre és az idegrendszerre van hatással. Túlzott mennyiségű szervezetbe jutása az idegrendszerre hat, mentális leépülést, alacsonynövést okoz és megzavarja a napi aktivitást. A kis gyerekek és a magzatok idegrendszerére már a kis mennyiségű ólom is károsító hatással van.

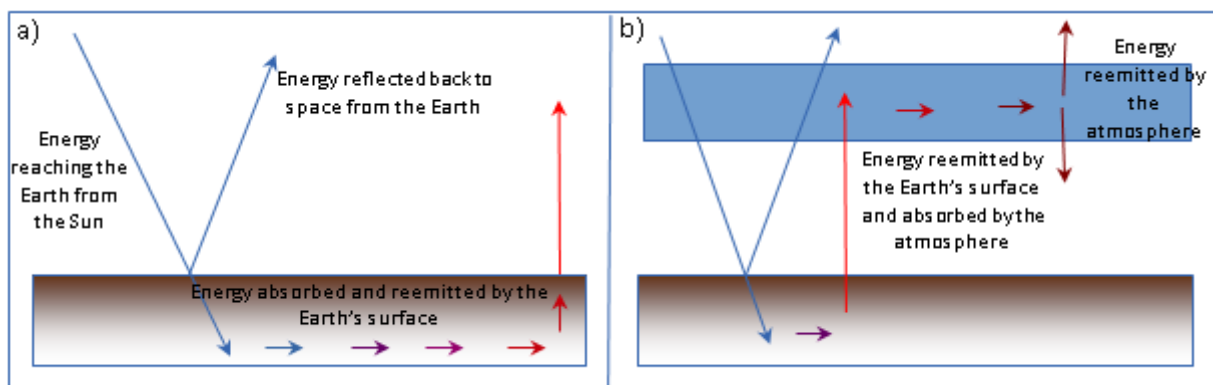
Felnőttek számára az ólom toxikus adagja 0,038 mg/100 ml-től felfele, míg a gyerekek esetében ez 0,005 mg/100 ml-nél kezdődik. A 7. táblázat a szóban forgó város lakói közül 5 felnőtt (1-es minta) és 5 gyerek (2-es minta) vértesztjének ólomszintjét mutatja.

Minta	Ólomkoncentráció a vérben (mg/100 ml)				
1. felnőttek	0,057	0,020	0,087	0,060	0,065
2. gyerekek	0,004	0,010	0,009	0,008	0,007

7. táblázat: Ólomkoncentráció (mg/100 ml) a felnőttek és a gyerekek vérében.

2.4.1. Számítsd ki mindkét mintában az ólom átlagértékét. Jelöld – ha van olyan –, hogy melyik van a toxikus határérték felett. Írj A-t, ha a felnőttek (adult), C-t, ha a gyerekek (children) átlagértéke van a határérték felett, B-t, ha mindkettő (both) felette van!

2.5. A földi életet a Naptól érkező energia és az üvegház effektust okozó gázok tették lehetővé. Ez utóbbiak elnyelik a Föld felszíne által kibocsátott infravörös sugarakat. Ennek az elnyelt sugárzásnak egy része újra kibocsátódik az atmoszféra felső részén, másik része pedig a Föld felszínre bocsátódik, ezzel növelve annak hőmérsékletét.



9. ábra a) atmoszféra nélkül b) atmoszférával

Jelmagyarázat:

Energy reaching the Earth from the Sun – a Földet a Naptól elérő energia

Energy reflected back to space from the Earth – a Földről a a világűrbe visszaverődő energia

Energy absorbed and reemitted from the Earth – az elnyelt és a Föld felszínéről újra kibocsátott energia

Energy reemitted by the Earth's surface and absorbed by the atmosphere – a Föld felszíne által újra kibocsátott és az atmoszféra által elnyelt energia

Energy reemitted by the atmosphere – az atmoszféra által újra kibocsátott energia

Elméleti forduló

A Nap felszíne 5500°C hőmérsékletű fekete testként sugároz energiát. A fekete test egy olyan objektum, amely a beeső sugárzás teljes energiáját elnyeli. Ennek az energiának egy része a Föld külső légkörének teljes felszínét hozzávetőleg 341 W m^{-2} átlagintenzitással éri el. Ennek harminc százaléka (30%) visszaverődik az űrbe, a maradékot elnyeli a Földfelszín, amit újra kisugároz nagyobb hullámhosszon (infravörös sugárzás).

2.5.1. Számítsd ki a Föld egyensúlyi hőmérsékletét az atmoszféra elnyelő hatása nélkül (9a ábra)! Add meg az eredményt K-ben és °C-ban is!

A fekete test által kibocsátott sugárzás intenzitását I (W m^{-2}) a Stefan-Boltzmann törvény írja le:

$$I = \sigma T^4, \text{ ahol } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

Tételezd fel, hogy a Föld fekete testként sugároz energiát!

2.5.2. A légkör átlátszó a legtöbb, Napból érkező, nagy frekvenciájú sugárzás részére, de nem az a kis frekvenciájú sugárzásra (az elektromágneses spektrum infravörös része), mint amilyen a Földfelszín által újra kibocsátott sugárzás is. Ennek az átlátszatlanságnak az oka elsősorban az üvegházhatású gázok légköri jelenléte.

Számítsd ki a Föld egyensúlyi hőmérsékletét a légkör figyelembevételével (9b ábra), feltételezve, hogy az atmoszféra minden, a felszín által kibocsátott sugárzást elnyel és egyenlő arányban kisugározza azt a Földre és az űrbe. Számolj úgy, hogy a földfelszín és a légkör sugárzása között már kialakult az egyensúly!

Tipp:

Tételezd fel, hogy a légkör csak a Földfelszín által kisugárzott energiát nyeli el, és hogy mindkettő fekete testként sugároz!

2.6. A klímaváltozással kapcsolatos elméletek egyike megerősíti, hogy a bolygó az üvegházhatás miatt melegszik, és ez a gleccserek olvadását okozza.



10. ábra: Perito Moreno Gleccser, Santa Cruz, Argentina



Elméleti forduló

2.6.1. Ezzel kapcsolatban számítsd ki egy 10 000 kg tömegű, eredetileg -10 °C -os jégömb teljes megolvadásához szükséges minimális energia mennyiségét!

Termodinamikai állandók:

A jég fajhője: $c = 2,093\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$

A jég olvadáshője: $L = 333,7\text{ J g}^{-1}$

3. FELADAT

A testmozgás fiziológiája az emberi test válaszait és alkalmazkodását vizsgálja fizikai megterhelés esetén. Ezek a válaszok nagyon sokfélék lehetnek, függően az intenzitástól, időtartamtól, gyakoriságtól, ami a mozgást jellemzi. Akár további tényezők is szerepet játszhatnak, úgymint a táplálkozási szokások, környezet vagy a genetikai öröksége az illetőnek.

Egy 13 éves tinédzserlány szeret mozogni. Néhány hónapig egy atlétikai versenyre készült. Ma reggel korán kelt, és elfogyasztotta reggelijét, ami egy bögre tejből, egy szelet piritósból és egy banánból állt.

3.1. A szénhidrátemésztés az őket alkotó nagy molekulák egyszerűbb molekulákra való lebontását jelenti. A testben enzimek katalizálják ezt az átalakulást.

3.1.1. Az A illetve B jelű táblázatban található információk alapján jelöld X-szel az A táblázatban, hogy mely mirigyek/képletek választják el az emésztésben résztvevő enzimeket a piritós szeletben található keményítő emésztéséhez! Ezután a B táblázatban található számokkal jelezd, hogy melyik mirigyben/képletben választódik el az adott enzim!

Tipp: egy enzim egy vagy több mirigyhez/képlethez is tartozhat!

A táblázat		
Mirigy/képlet	A keményítő emésztésében résztvevő elválasztó mirigy/képlet	Enzim
Máj		
Gyomor		
Nyálmirigy		
Vastagbél		
Hasnyálmirigy		
Nyelőcső		
Vékonybél		

B táblázat	
1	Foszfolipáz
2	Maltáz
3	Amiláz
4	Lipáz
5	Glükózidáz
6	Szukuráz

3.1.2. A reggelinél a tejből és a gyümölcsökből származó szénhidrátok is egyszerű cukrokra bomlanak az emésztés során, a specifikus enzimek hatására.

Elméleti forduló

Töltsd ki a (válaszlapon található) C jelű táblázatot, amelyben az enzimreakciók szerepelnek. Írd az enzimnek megfelelő betűt a zöld négyzetbe, míg a termékeknek megfelelő számokat a megfelelő kék négyzetbe (minden számot többször is felhasználhatsz)!

Enzim		Termék	
A	Kreatin kináz	1	Maltóz
B	Amiláz	2	Glükóz
C	Laktáz	3	Fruktóz
D	Glükozidáz	4	Laktóz
E	Szukráz	5	Galaktóz
F	Maltáz	6	Szacharóz (szukróz)

C táblázat	
keményítő	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid green; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> → <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </div> </div>
maltóz	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid green; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> → <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> + <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </div> </div>
laktóz	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid green; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> → <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> + <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </div> </div>
szacharóz (szukróz)	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid green; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> → <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> + <div style="border: 1px solid blue; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </div> </div>

Reggeli után az atléta a sportpályára megy, hogy elvégezze a napi edzőmunkáját. Ha tanulmányozzuk az atléta mozgását, és az izomzatában lejárló folyamatokat, a következőt mondhatjuk:

3.2. "A vázizomzat a csontvázal együtt adja a mozgásrendszert, ami az emberi test mozgatásáért felelős. Az izmok összehúzódását több folyamat rendezett egymásutánjaként írhatjuk le."

Elméleti forduló

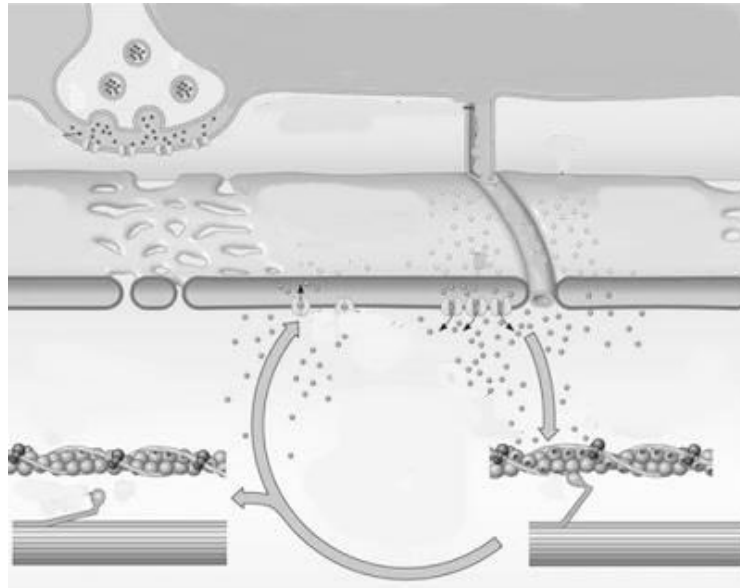
3.2.1 A D táblázat az izomösszehúzódás folyamatát mutatja. Töltsd ki a (válaszlapon található) E jelű táblázatot, a megfelelő betűvel jelölve a tényleges sorrendjét a folyamatoknak.

D táblázat: Az izomösszehúzódás folyamata	
A.	Az ATP ADP-vé és szervetlen foszfáttá hidrolizál és a miozin feje elválik az aktív oldaltól
B.	Az acetilkolin a szarkolemma lokalizált helyén hat, aminek hatására számos membránfehérje-csatorna megnyílik. Ez nagy mennyiségű nátrium ionot juttat a szarkolemmaiba, ami akciós potenciált indít az izomrostban
C.	Az akciós potenciál depolarizálja a szarkolemmát. A Ca^{++} ionok kiáramlanak a szarkoplazmatikus retikulumból
D.	Ca^{++} ionok visszapumpálódnak a szarkoplazmatikus retikulumba, ahol az izmot érő következő akciós potenciálig maradnak.
E.	Az akciós potenciál eléri egy motoros neuron és egy izom közti neuromuszkuláris csomópontot (szinapszis), acetilkolin ürül ki az axonvégződésből
F.	A Ca^{++} ionok vonzó erőt hoznak létre az aktin és a miozin között. A miozin és az aktin filamentumok egymás mellé rendeződnek a szarkomeren belül úgyhogy egymással kölcsönhatásba lépnek, és szervezett módon izomösszehúzódást hoznak létre. Összehúzódás közben a miozin feje az aktinhoz kapcsolódik és a filamentumokat a centrum felé húzza.

E táblázat	
Sorrend	Megfelelő betű
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Elméleti forduló

3.2.2 A 11. ábra az izomösszehúzódást mutatja. Írd a megfelelő folyamat megfelelő betűjét a válaszlapon rendelkezésre álló helyre.



11. ábra: Az izomösszehúzódás folyamata

A vázizomzat összehúzódása a szarkomerek több, egyidejű rövidülésével jár. Ez azt jelenti, hogy az aktin- és miozinszálak összezsúszása olyan munkát eredményez, mint egy motoré. Ennek a folyamatnak a végbemeneteléhez mechanikai erőhatásokra és energiákra van szükség. Az erőket a szálak közötti kereszthidak generálják, míg a szükséges energiát az ATP-nek ADP-vé és szervetlen foszfáttá alakulása adja.

3.3 A napi edzőmunkája részeként az atléta súlyemelést is végez, hogy erősítse az izmait.

3.3.1. A tipikus erő, amit egy ilyen miozin-aktin "motor" az izomban képes kifejteni $5 \cdot 10^{-12}$ N. Számítsd ki, hogy egy izomban legalább hány ilyen "motor"-nak kell részt vennie egy 50 kg-os súly emelésében? (A nehézségi gyorsulás: $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

3.3.2. Ezek a "motorok" ATP-t fogyasztanak. Egy miozin motor által kifejtett erő jellemzően $5 \cdot 10^{-12}$ N, összehúzóási sebességük tipikusan $11 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ körül van. Számítsd ki a miozin motorok teljesítményét $\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$ -ban!

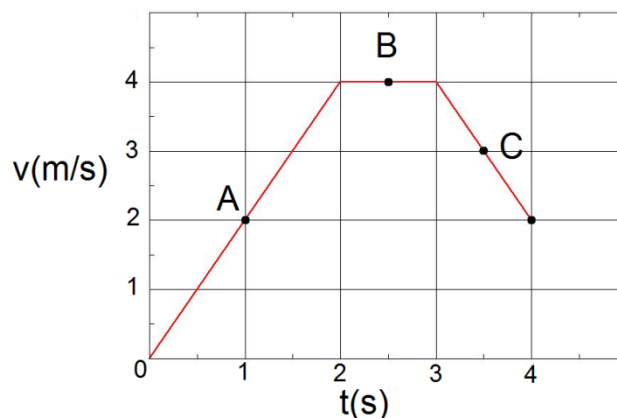
3.4. A különböző táplálékok különböző mennyiségű energiával látják el a szervezetet a működéséhez. A folyamat leírására leggyakrabban a glükóz ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) égésegyenletét.

3.4.1. Ha az atléta által reggelire elfogyasztott étel 90 g glükóznak felel meg, számítsd ki hány kilogramm szén-dioxid (CO_2) keletkezik a tökéletes égés során? (Relatív atomtömegek: C=12; O=16; H=1)

3.4.2. Számítsd ki, hány darab oxigénatom van 90 grammnyi glükózból!

3.5. Ezután az atléta úgy dönt, hogy egy rövid sebességtesztet végez, először egyenes vonalban, majd kör alakú pályán.

3.5.1. Amikor egyenes vonalban fut, a sebességét az idő függvényében az alábbi grafikon (12. ábra) mutatja. Határozd meg a pillanatnyi gyorsulásának értékét az A, B és C pontokban!



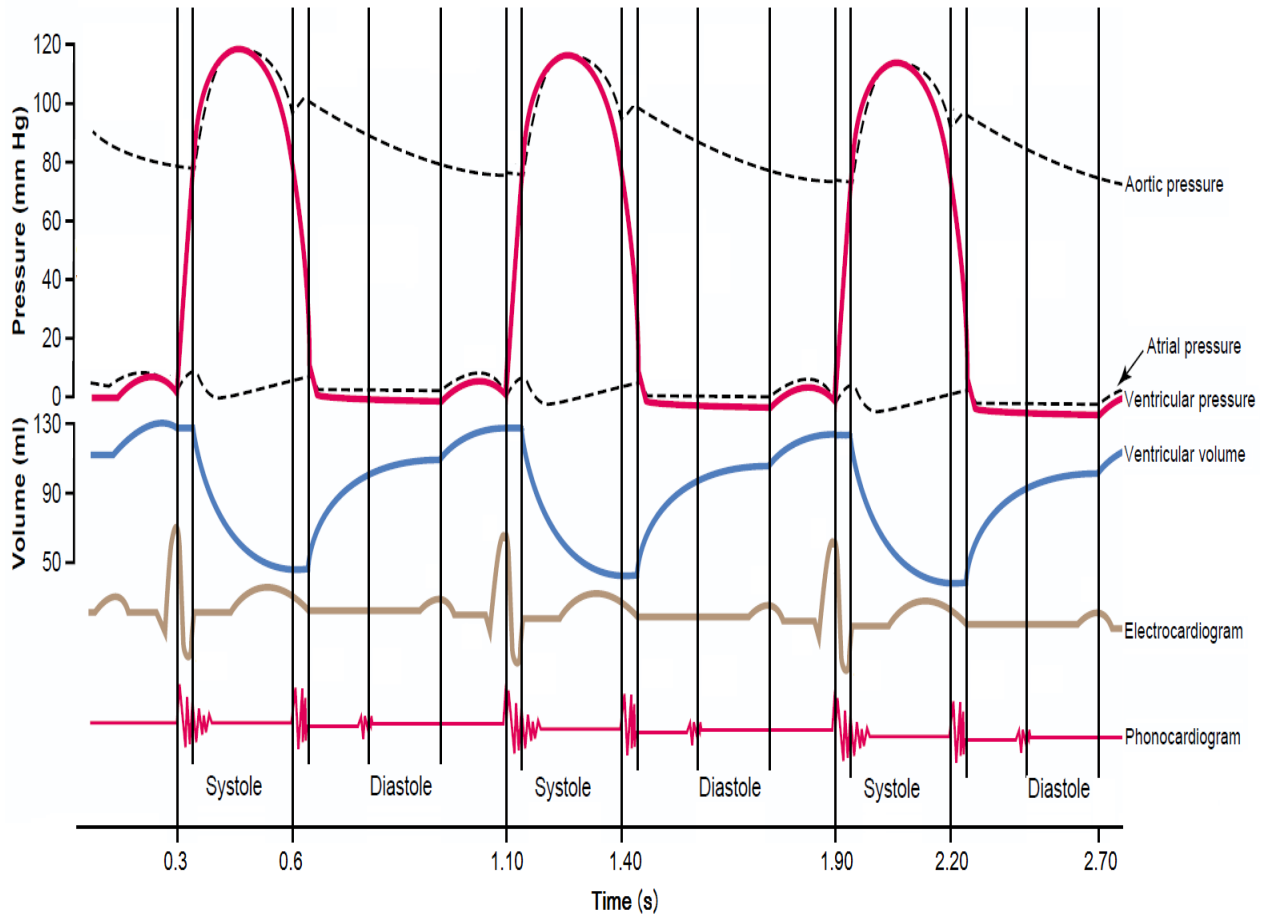
12. ábra: Sebesség az idő függvényében

3.5.2. Számítsd ki mekkora távolságot tett meg az első két másodperc alatt!

3.5.3. A körpályát a $t=4$ s-nál kezdi, a 12. ábrán látható sebességgel. A súrlódás az atléta cipője és a talaj között nem engedi, hogy a centripetális gyorsulása 3 ms^{-2} -nál nagyobb legyen. Ha egy körvonal mentén állandó sebességgel fut, számítsd ki ennek a lehetséges legkisebb sugarát!

3.6.

Mielőtt elkezdte volna a mozgást, az atléta orvosi vizsgálaton vett részt. A 13. ábrán a szív különböző részeinek nyomás- és térfogatváltozása látható az idő függvényében. Ezen kívül egy EKG (electrocardiogram) és egy szívhangdiagram (phonocardiogram) is látható rajta.



13. ábra: A szív különböző részein zajló események három szív ciklus alatt.

Jelmagyarázat:

Aortic pressure : aortanyomás

Atrial pressure: pitvari nyomás

Ventricular pressure: kamrai nyomás

Ventricular volume: kamratérfogat

Volume (ml): térfogat (ml)

Pressure (mmHg): nyomás (Hgmm)

Time (s): idő (s)

3.6.1. Felhasználva a grafikonon szereplő adatokat, számítsd ki a szív ciklus periódusidejét (másodpercben)!

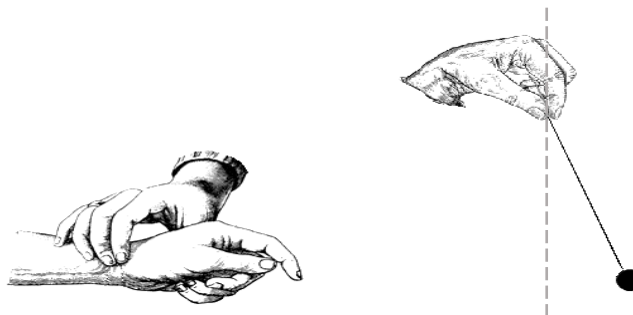
Elméleti forduló

3.6.2. Számítsd ki a feladatbeli szív frekvenciáját! (dobbanás/percben)

3.6.3. Határozd meg azokat az időintervallumokat, amelyekben a kamratérfogat csökken, feltéve hogy azok az időtartamok, ameddig a térfogat állandó 0,05 s-nak vehető!

3.6. 4. Határozd meg a kamranyomás legnagyobb megfigyelhető értékét!

3.7. A mozgás után az atléta túlságosan felpörögve érezte magát, ezért úgy döntött, megkér valakit, hogy mérje meg a pulzusát. Ekkor éppen senkinél nem volt óra, de egy fizikushallgató azt mondta, tud rögtönözni egyet egy egyszerű inga segítségével, amit az egyensúlyi helyzete körüli kismértékű lengésre bír (14. ábra). Az inga minden 15 teljes lengése alatt a hallgató 20 dobbanást számlál, és így az atléta szívfrekvenciáját a korábbi mérésben tapasztalt érték kétszeresének találja (a 3.6.1-es feladatban meghatározott frekvenciához képest).



14 ábra: Pulzuszámítás matematikai ingával

3.7.1. Számítsd ki a hallgató által használt inga hosszát! A matematikai inga lengésidejének

képlete $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

ahol:

L az inga hossza

$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$