

6. fejezet

---

# **A KÉSZSÉGFEJLESZTÉS TANÓRÁN KÍVÜLI LEHETŐSÉGEI KÉMIÁBÓL**

---

Németh Veronika  
Kotroczó Tamás  
Somogyi Zoltán  
Z. Orosz Gábor

Hagyományos tanórán kívüli tanulási lehetőség a szakkör. Manapság azonban kevés iskola működtet kimondottan a tantárgy szépségének szentelt „örömkémia” szakkört. Leginkább versenyfelkészítő és továbbtanulást segítő foglalkozásokat szerveznek a tanárok. Ezzel párhuzamosan azonban szerencsére egyre népszerűbbek a diákok körében a konkrét feladatok megvalósítására, és nem az egész tanévre, hanem rövidebb időre vonatkozó csoportmunkák. Például projektversenyek, természettudományos témanap/témahét, természettudományos kalandtúra, szaktábor, erdei iskola stb. keretében. Ezek az alkalmak megengedik nekünk, hogy jobban kitekintsünk a tantárgy keretein kívülre is, nem köt bennünket a kötelezően előírt tananyag, vagy az érettségi követelményrendszer. A gondolkodás-fejlesztésre azonban ekkor is bőven van lehetőségünk, ezért ebben a fejezetben ehhez ajánlunk feladatokat.

## KÉMIAÓRA A KÉPTÁRBAN

### A feladat jellemzői



10'

7.

#### Téma:

Bevezetés a kémiába

#### Kulcsfogalmak:

laboratóriumi eszközök, alkimisták

#### Fejlesztett készségek, képességek:

összehasonlítás, megfigyelés, képi információ és szimbólumok értelmezése

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

anyagok átalakítása, aprítás, őrlés, desztillálás, égés, faszén

#### Fejlesztett procedurális tudás:

eszközismeret, a laboratórium mint alkimista hagyatéék

#### Eszközök:

kivetített képek

### A feladat leírása

Két festményt ajánlunk feldolgozásra. Ezek különböző korokban keletkeztek, más-más alkotótól, mégis nagyon sok köztük a hasonlóság, ugyanakkor van egy markáns különbség is. A korábbi mű a flamand életképfestészet jelentős mesterének, ifjabb David Teniersnek (1610–1690) az alkotása (*Alchemist in his laboratory with*

a *crocodile at the ceiling*), a másik kép (*In the doctor's office*) szintén flamand festőé, a kevésbé ismert Gerard Thomasé (1663–1721).

Vetítsük ki a két festményt, vagy ha módunkban áll, akkor érdemes színesben ki nyomtattatni, tanulópáronként egy-egy példányban (hasznos, ha lamináljuk). Vetített kép esetén ki is nagyíthatunk kérdéses részleteket. Miután már meséltünk az alkímisták tevékenységéről, keressük meg a gyerekekkel a hasonlóságokat és a különbségeket. A festmények címét előre ne áruljuk el, de azt igen, hogy a második kép néhány évtizeddel később keletkezett! Tegyük fel a következő kérdéseket: Melyek az alkímisták jellegzetes eszközei? Miből készültek ezek az eszközök? Melyek az alkímista műhely jellegzetes berendezései? Mire szolgáltak ezek az eszközök és berendezések? Mit szimbolizálhat a mennyezetről lógó kitömött krokodil? Mit szimbolizálhat a kis ablakon benéző ember? Hogyan változott meg az idők során az alkímisták munkája? Milyen anyagokkal kezdtek el foglalkozni?



## Megoldás

Az alkímisták kőzeteket, érceket aprítottak, őröltek, hevítettek, és közben számos eljárást kifejlesztettek és tökéletesítettek. Ilyen például a desztillálás. A kézi malom, a mozsár, a kemence, az olvasztótégelyek, a csőrös lombikok, a retorták és a tűz élesztésére szolgáló fújtató szinte minden alkímista ábrázoláson megjelenik. Jellegzetes formájú desztilláló eszközük (a „mór fej”) az első képen a jobb alsó, a második képen a bal alsó sarokban tanulmányozható. Ekkor még csak léghűtéssel tudták működtetni. Az alkímista mesterek munkáját titokzatosság övezte, ezt szemléltetik az illetéktelen kíváncsiskodók a kis ablakban. Sokféle állatszimbólum, például a sárkány (itt krokodil) kapott szerepet. A sárkány többnyire a higany szimbóluma volt.

A második kép a kémia történetének azt az átmeneti időszakát ábrázolja, amikor az alkímisták lassan felhagytak az arany hiábavaló keresésével, és egy jobban



jövedelmező foglalkozásra váltottak, orvosok vagy patikusok lettek. Bár a segítők még örölnék és fújtatnak, a mester már vizeletet vizsgál. Ruházata, eszközei gazdagságra utalnak. Megjelenik a delfti kerámia (a képen a kék mázas, fehér edények), amely a 16–17. században státuszsimbólumnak számított Németalföldön, és a drága kínai porcelán helyettesítését szolgálta.



A 7. évfolyamon a kémia bevezetése során, a „kis kémikusok köre” tanórán kívüli foglalkozás sok tanuló érdeklődését felkeltheti. Szenteljünk időt ezen a foglalkozáson a tudományág történetére is. Mutassuk be a gyerekeknek, hogy mai tudásunk sok-sok nemzedék egymásra épülő munkájának eredménye! Az alkímisták rejtélyes tevékenysége ebben az életkorban még megragadja a gyermeki fantáziát. Mivel foglalkoztak az egykori kémikusok? Hogyan dolgoztak? Hasonlít-e az alkímista műhely egy mai laboratóriumra? Mit köszönhetünk az alkímistáknak? Számptalan apró részletet fedeztethetünk fel a gyerekekkel, így segítve azt, hogy alapos megfigyelőkké váljanak, ami későbbi kémiai tanulmányaikban még hasznos lesz számukra.

## SZÓLÁSOK ÉS KÖZMONDÁSOK

### A feladat jellemzői

**Téma:**

Tantárgyközi ismeretek

**Fejlesztett készségek, képességek:**

kommunikációs készségek, kreativitás (asszociáció), tudástranszfer (kapcsolatteremtés a kémia és az anyanyelv között)

**Fejlesztett tartalmi tudás:**

anyagismeret

**Eszközök:**

kártyák egy-egy szólással



10'



7–10.

### A feladat leírása

Értelmezzük a következő magyar szólásokat, szóláshasonlatokat és közmondásokat! Milyen kémiai tartalom bújlik meg bennük?

1. Vitriolba mártotta a tollát.
2. Jó borból jó ecet lesz.
7. Rossz fát tett a tűzre.
8. Olajat önt a tűzre.

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 3. Nem mind arany, ami fénylik.   | 9. Eltűnt, mint a kámfor.                         |
| 4. Ólomlábakon jár az idő.        | 10. Nyúlik, mint a rétestészta.                   |
| 5. Addig üsd a vasat, amíg meleg! | 11. Hamu alatt lapul a parázs.                    |
| 6. Hajt, mint a meszes.           | 12. Leszedte a tejfelt, nekem csak a savó maradt. |

## Megoldás

Itt csak néhány, kevésbé egyértelmű közmondás értelmezését adjuk meg.

- (1) A vitriolok a vas- és réz-szulfátot jelentették egykor. Arab alkimisták eljárása alapján ezekből állították elő évszázadokon keresztül a kénsavat. Aki vitriolba mártja tollát, az maró gúnnyal ír valamiről/valakiről.
- (5) Térjünk ki a vas rácsszerkezetének változására is (tércentrált kockarácsból lapcentráltnál kockarács lesz), mert ezzel magyarázható az izzó vas jobb munkálhatósága.
- (6) A meszes (mészégető) viharfelhőket lát az égen. Portékáját szekéren szállította, így nagyon igyekeznie kellett, hogy még az eső megérkezése előtt biztonságba helyezze az áruját. Reakcióegyenletet is kérhetünk a gyerekektől, illetve a reakció besorolását energiaváltozás szerint. Beszéljünk arról is, hogy mire használták egykor az égetett meszet („fehér, mint a fal”), és milyen veszélyei voltak a házi mészoltásnak. Van olyan magyarázat, amely szerint a meszes az állat végelébe meszet dugott. Mivel az marta a szerencsétlen jószágot, ezért igencsak szedte a lábait. Mi maradjunk inkább az első magyarázatnál!
- (7) A rossz fa valószínűleg vizes, nem kellően kiszáradt fát jelentett, ami nagyon füstölt, rosszul égett („nagyobb a füstje, mint a lángja”).
- (10) Annál jobban nyújtható a tészta, minél nagyobb a fehérjetartalma, vagyis a siker (glutén).
- (11) A hamu, ha lazán is, de befedi az izzó parazsat, így nem jut elég oxigén az égés táplálásához, de ha például a szél elviszi, még fellángolhat, és tüzet okozhat.
- (12) „Nem fenéig tejfel”, vagyis alul van a híg, vizes savó, felül az értékeesebb, zsíros tejföl.

A szólások és közmondások egykor anyanyelvünk ékkövei voltak, de mára kezdenek kikopni a közbeszédből, és a felnövekvő generáció számára lassacskán érthetlenné válnak. A feladatban felsorolt példákat ezért a legismertebbek közül válogattuk össze. Többféle megoldást alkalmazhatunk. (1) Írjuk fel a szólásokat, közmondásokat egy-egy kártyára, húzzanak ebből a résztvevők, majd értelmezzék



a jelentését, és fogalmazzák meg a kémiai tartalmát. (2) Ha csoportokban szeretnék dolgoztatni a gyerekeket, akkor adjunk ki egy nyomtatott feladatlapot, majd a kiszabott időtartam után tartsunk közös megbeszélést.

## A GYERGYÓSZÁRHEGYI LAPOS KÁPOSZTA

### A feladat jellemzői



5'



10.

#### Téma:

Karbonsavak

#### Fejlesztett készségek, képességek:

hipotézisalkotás, analógias gondolkodás, deduktív következtetés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

tejsavas erjedés, saverősség, sav-bázis reakció

#### Eszköz:

kivetített szöveg

### A feladat leírása

A *Gasztroangyal* 2017. december 2-i adása a gyergyószárhegyi lapos káposztafajtáról és annak feldolgozási módjairól szólt. Természetesen nem maradhatott ki a savanyítás sem.

Miután a besózott káposztafejeket és fűszereket a dézsába helyezték, falpokkal lefedték és kővel leszorították.

„– *S ilyen vízi kővel nyomtassák.*

– *Amit hoz a folyó.*

– *Igen, mással nem szabad.”*



A falubeliek tudása szerint a helyi kövek tehát nem alkalmasak nehezéknek, mert a savanyú káposzta levéllel érintkezve rossz ízűvé teszik azt.

A káposzta savanyítás egy mikrobiológiai erjesztési folyamat, amelynek során a baktériumok a káposzta cukortartalmából tejsavat termelnek. A tejsav egy három szénatomos karbonsav, amelynek kettes szénatomján egy hidroxilcsoport is található.

Csoportosan fogalmazzatok meg egy hipotézist arra vonatkozóan, milyen alapkőzet lehet Gyergyósárhegy alatt! Mivel támasztanátok alá a hipotéziseteket?

### Megoldás

Az alapkőzet valószínűleg mészkő, mivel azt a tejsav kellemetlen ízű kalcium-laktát keletkezése közben oldja, így elrontaná a savanyú káposzta ízét. Az „erősebb sav a gyengébb savat sójából felszabadítja” elv érvényességét megerősíthetjük, ha megkeressük és összehasonlítjuk a szénsav és a tejsav savállandóját.

A feladat rövidsége miatt elegendő a szöveget akár kivetíteni, vagy felolvasni. Egyéni feladatként is alkalmazható. Szükség esetén a hipotézis fogalma tisztázandó. A feladat szövege alapján kérhetjük a tejsav kémiai megnevezését is a gyerekektől.



## KRISTÁLYZÁRVÁNYOK

### A feladat jellemzői

**Téma:**

Sav-bázis reakciók

**Fejlesztett készségek, képességek:**

analógiás gondolkodás

**Fejlesztett tartalmi tudás:**

só, savi erősség, gázfejlődéssel járó reakciók

**Eszközök:**

kivetített feladat vagy feladatlap



5'



10-12.

### A feladat leírása

„A biológia szakkörön különböző növényfajokból származó sejtek kristályzárványait vizsgáltuk mikroszkóppal. Tanárunk kérdezte tőlünk, hogy el tudnánk-e dönteni, melyik kristály oxalát- és melyik karbonáttartalmú. Eszünkbe jutott az a korábbi kísérlet, amikor talajok mészkőtartalmát hasonlítottuk össze.”

Kérdések:

1. Vajon melyik kísérletre gondoltak a tanulók?
2. Hogyan tudták ezt felhasználni a karbonát- és oxalátkristályok elkülönítésére?
3. Hogyan valósították meg mikroszkópos vizsgálatként? Mit láttak a mikroszkópban?

## Megoldás

A talajok mészkőtartalmának vizsgálatához sósavat használtak. Minél több mészkő van a talajban, annál intenzívebb buborékolást lehet tapasztalni a felszabaduló szén-dioxid miatt. Ebben az esetben szintén használhatunk híg sósavat, amit szűrőpapír segítségével átszívunk a fedőlemez alatt. Ekkor azt tapasztaljuk, hogy mindkét kristálytípus feloldódik, de a mészkőkristály pezsegeve oldódik a felszabaduló szén-dioxid miatt, míg az oxalátkristály esetében nincsen gázképződés.

Jó megoldás lehet a két kristály elkülönítésére az ecetsav is, hiszen az oldja a mészkőkristályt, de az oxalátot nem, mert az oxálsavnál az ecetsav gyengébb sav, viszont a szénsavnál erősebb.



A feladat megoldható egyéni, páros vagy csoportmunkában is.

## AZ ÖT FÉM

### A feladat jellemzői

#### Téma:

Fémek

#### Fejlesztett készségek, képességek:

problémamegoldás, kommunikációs és szociális készségek, memória, figyelem

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

a fémek tulajdonságai

#### Eszközök:

csoportonként hat kártya, minden kártyán öt mondat



15'



10.

Forrás: A feladat a *Farmerek* elnevezésű gyakorlat adaptált változata, amelyet a következő kiadványban találtunk: Csoporteredményességi tréning. Hatékony megbeszélések. Budapest: Rész Vétel Alapítvány, 1999.

### A feladat leírása

Hat- (esetleg hét-) fős csapatokat kell alkotniuk a gyerekeknek, és mindenkinek húznia kell egy-egy kártyát. Minden kártyán öt mondat szerepel, de ezeket nem mutathatják meg egymásnak a tanulók, nem írhatják le, csak felolvasniuk szabad az egyes pontokat. A csapatban mindenkinek egyformán kell dolgoznia, mert



mindegyik kártyán van olyan információ, ami nélkül nem oldható meg a feladat. Először magát a feladatot kell beazonosítaniuk. A meghatározások alapján fel kell ismerniük, hogy melyik öt fémről van szó, és mi a válasz a két kérdésre. A periódusos rendszert most nem szabad használni.

A kártyákon szereplő mondatok:

1. kártya:

- Van közöttük két nagyon jól hengerelhető fém is.
- Az egyik fém a passzív felületvédelemben is használatos.
- A feladatban szereplő fémeket 1-től 5-ig számoztuk meg.
- Van köztük olyan, amelynek ionja vízkeménységet okoz.
- Az 5. fém vegyületei között vörös és kék színű drágakövek is vannak.

2. kártya:

- Mindegyik fém másik oszlopban van.
- A legkisebb elektronegativitású fém nincsen azonos periódusban a 4. fémmel.
- Kettő is az ókori hét fém közé tartozik.
- Melyik az a fém, amelyiknek nincs a nevezett fémek közül periódusbeli társa?
- Az egyik fém sójának hashajtó hatása közismert.

3. kártya:

- Kettő az s-mezőbe tartozik.
- Az 5. és a 3. fém amfoter sajátosságú.
- A legkisebb elektronegativitású fém az 1.
- „Oly távol vagy tőlem, s mégis közel.” Ez jellemzi a 4. és 5. fém helyzetét a periódusos rendszerben.
- A 2. fém izzó formájával bontottak először vizet a 18. században.

4. kártya:

- Egyikre sem jellemző, hogy a természetben elemi állapotban előfordulna.
- A 3. fém a legnagyobb rendszámú.
- A 4. fém nem festi a Bunsen-égyő lángját.
- Az 1. fém vegyülete a hamuzsír.
- Sűrűsége szerint a két amfoter fém különböző csoportba tartozik.

5. kártya:

- A nagyobb rendszámú nehézfém a p-mezőben van.
- A 2. és a 3. fém többféle vegyértékkel is előfordul.
- Egyik fém sem tartozik a ritkaföldfémek közé.

- Vannak olyanok, amelyek azonos periódusban vannak.
- Mi a 4. fém neve?

6. kártya:

- Három közülük könnyűfém.
- Az 1. fém festi a Bunsen-égő lángját.
- A csoportnak háromnál kevesebb feladata van.
- Az egyiknek telített d-alhéjai vannak.
- A legkisebb elektronegativitású fém azonos periódusban van a 2. fémmel.

## Megoldás

Válasz a két kérdésre: a 4. fém a magnézium, az ón (3.) pedig egyedüliként szerepel az ötödik periódusból. (A többiek: 1. kálium, 2. vas, 5. alumínium)



A feladatot a fémek összefoglalása után érdemes alkalmazni. Csak azt az egy szabályt kell előre közölni, amely szerint a kártyán lévő szöveget csak egy tanuló nézheti, nem lehet megmutatni a többieknek (és leírni sem lehet a mondatokat). Eleinte tanácstalanság lesz, mert nem mondjuk meg, hogy mi a feladat, az is a kártyákról derül ki. Azt viszont közölni kell, hogy a feladat teljesítéséhez szükséges összes információ rendelkezésükre áll. 6-7 fős csoportokra van szükség. Hét fő esetén valakinek nem jut kártya, de ez nem baj, mert úgyis hamar rájönnek a tanulók, hogy kell egy írnök, aki rögzíti az információkat. Általában egy vezéregyéniség is kikerül a csoportból, aki magához ragadja az irányítást és az információk rendszerezését, de minden csoporttagnak részt kell vennie a munkában, hogy a szükséges pillanatban közölje a nála lévő információt.

## HOMOLÓG SOROK KÁRTYAJÁTÉK

### A foglalkozás jellemzői

#### Téma:

Oxigéntartalmú szerves vegyületek

#### Fejlesztett készségek, képességek:

szociális és kommunikációs készségek (bizalom a társakban, együttműködés), stratégiai gondolkodás, hatékonyságnövelés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

a homológ sorok tagjainak megnevezése, az egy sorba tartozók felismerése



25-35'



10-12.

**Eszközök:**

minden csoport számára egy pakli kártya (40 db lappal), egy kis doboz, 3 db piros és 7 db zöld zseton

**Forrás:** A játék a *Hanabi* elnevezésű kártyajáték kémiára adaptált változata. Az eredeti játék alkotója Antoine Bauza.

**A foglalkozás menete**

A tanulók 4-6 fős csoportokat alakítanak. A kooperatív kártyajáték lényege, hogy a játékosok nem egymás ellen játszanak, hanem együtt szeretnének minél jobb eredményt elérni, vagyis a négy homológ sort lehetőleg legteljesebben kirakni. Verseny a csapatok között lehetséges.

A homológ sorok a következők: alkánok, alkanolok, alkanalok, alkánsavak. Minden homológ sornak az első öt tagja szerepel szabályos kémiai néven vagy hagyományos néven. A kártyákat csak a növekvő szénatomszám sorrendjében lehet lerakni.

A játék annyiban más, mint a megszokottak, hogy a játékos a saját lapjait nem láthatja, mert azok képes felülkel a játékosársak felé néznek. A többiek feladata lesz, hogy információt adjanak társuknak a homológ sor típusáról vagy a szénatomszámról. A pakliban mind a négy homológ sorból a következő darabszámú lap van: az 1 szénatomosakból 3 db, a 2-4 szénatomosakból 2-2 db, míg az 5 szénatomos tagból csak 1 db lap van.

Minden játékosnak képpel lefelé 4 lapot osztunk, a maradék lapok pedig a húzópaklit képezik. (Ha csak hárman játszanak, akkor célszerű öt lapot osztani.) A lapokat nem szabad megnézni, és majd az újabb lapok húzásakor is ügyelni kell erre a szabályra. A lapokat a játékos úgy tarja, hogy azt a többiek jól lássák. Megállapodunk abban, hogy ki kezd, és milyen irányban haladunk.

Amikor rajtunk a sor, három lehetséges lépésből választhatunk egyet:

1. *Információt adunk* egy tetszőleges játékosársunknak. Ezért a lépésért azonban fizetni kell: egy zöld zsetont bedobunk a kasszába (a dobozba). A 7 db zöld zseton a csapat közös készlete, abból nem osztunk. Ha az összes zöld zseton beke-reült a kasszába, nincsen több információadási lehetőség. Van azonban lehetőség arra, hogy ki is vehessünk a bankból zöld zsetonokat (lásd 2. lépés). Hogyan kell információt adni? Egyszerre csak egy dolgot árulhatunk el: vagy rámutatunk az összes azonos szénatomszámú lapra, és azt mondjuk például, hogy ezek mind három szénatomosak, vagy a homológ sort nevezzük meg, szintén úgy, hogy az összes azonos homológ sorba tartozóra rámutatunk.

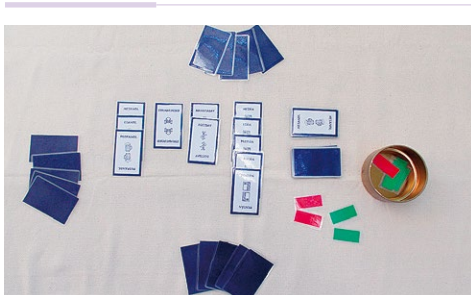
2. *Eldobunk egy lapot* (lerakópaklit képezünk a lapok képes felével felfelé). Egy zöld zsetont ilyenkor visszkap a csapat a bankból. A lerakott lap helyett újat húzunk. Vigyázat! Lehetőleg olyan lapot dobjunk el, amiről tudjuk, hogy már nem lesz rá szüksége a csapatnak. Például: már elkezdtük az alkánok homológ sorát kirakni, de tudom, hogy nálam is van egy metán, akkor azt nyugodtan letehetem, mert két egyforma homológ sort nem rakunk ki. Ha a pentánt dobtam el tévedésből, akkor annak már következménye lesz: a csoport az alkánokat nem tudja befejezni.
3. *Építjük a homológ sort*. Ezt csak úgy tudjuk megtenni, ha a lerakni kívánt lap pont a soron következő, vagyis metán után csak az etán jöhet, a propán nem. Ha mégis a propánnal próbálkoztam, akkor a lap a lerakópaklira kerül. Húzunk egy újabb lapot, hogy a kezünkben továbbra is 4 kártya maradjon. A meg gondolatlan lépésért azonban súlyos árat fizetünk, egy piros zsetont adunk be a bankba. A piros zsetonok a bankból nem szerezhetők vissza, ezért ha mindegyiket be kellett fizetnünk, a csapatunknak véget ért a játék.

A játék véget érhet még két másik módon is. Olyan ügyesek voltunk, hogy kiraktuk mind a négy homológ sort (több ilyen ügyes csapat esetén a helyezési sorrendben a felhasznált idő számít). A harmadik lehetőség a játék végére: a húzópakliról elfogytak a lapok. Az utolsó lapot húzó játékostól számítva még egy kör lefut.

A csapatok összeszámolják a homológ soraikba lerakott lapok szénatomszámát, és az lesz a csapat pontszáma. A játékmester (vagyis a tanár) kihirdeti a végeredményt, és a győztes csapatot nagy egyetértésben megünnepeljük.



Ez a kooperatív kártyajáték kémiai ismeretekre építve fejleszti a hatékony információátadást, nagyon át kell gondolni ugyanis, hogy éppen melyik játékosársunknak célszerű információt adni, és az mi legyen. A játékot a karbonsavak témájának végén tudjuk először alkalmazni, de elővehetjük 10. évfolyam végén, az ismétlődő órákon is. A tanár a játék végén formatív értékelést ad a csapatok együttműködéséről, az információadás hatékonyságáról, illetve reflexiót kér a csapatoktól.



Nem kevés munka a paklik előállítása, de több éven át lehet használni azokat. Célszerű a kártyalapok laminálása (névjegykártya méretű fóliákat használtunk), és egy sötét háttér alkalmazása is, mert az fontos, hogy a lapok ne látszódjanak át. Az adott vegyület neve alul és felül is jelenjen meg a kártyalapon.

## NYOMOZZUNK EGYÜTT!

### A feladat jellemzői

**Téma:**

Alkánok



10'



10.

**Fejlesztett készségek, képességek:**

problémamegoldás

**Fejlesztett tartalmi tudás:**

a nyomás hatása a gázok oldódására, metán-levegő robbanóelegy

**Eszközök:**

feladatlap, öt számozott borítékban egy-egy segítő mondat

### A feladat leírása

Olvassátok el az alábbi rövid szöveget, majd válaszoljatok a kérdésekre!

„2020. június 22-én este robbanás történt egy kisváros termálfürdőjében. A detonáció során négy vendég megsérült. A robbanás a fürdő fedett részén megemelte a burkolatot, ablakokat tört be, és megrongálta a medence falát is. Szerencsére kevesen tartózkodtak az épületben. Egy 74 éves asszony súlyos égési sérülést szenvedett, három másik személyt pedig különböző csonttörésekkel szállítottak kórházba. Három fiatal fiú tiltott helyen dohányzott, ez indíthatta be a robbanást. A rendőrség bevonásával folyik annak kiderítése, hogy kit terhel a felelősség a történetekért.”

Mi okozhatta a robbanást? Meglévő természettudományos ismereteitekre építve adjatok magyarázatot! Véleményetek szerint ki a felelős a szerencsétlenségért?

Gyűjtsétek össze az ötleteiteket, majd egyenként mérlegetek azokat!

Ha segísre van szükségetek, felbonthatjátok a mellékelt borítékokat (5 db), de csak a borítékokon található számok sorrendjében! A cél az, hogy minél kevesebb boríték felbontásával tudjatok választ adni a kérdésre. Okostelefonok használata most nem megengedett!

Ha készen vagytok, akkor a csoport elcsendesedik, és a csapatkapitány felteszi a kezét.

Végül, ha már minden csoport elkészült a feladattal, be kell számolnotok arról, hogy milyen úton jutottatok el a megoldáshoz. Ha tévútra kerültetek, az miért történt, és mi volt az a segítség, ami már elvezetett a célhoz.

A borítékokban található segítő mondatok:

1. A víztornyokban is tilos a dohányzás.
2. Gondoljátok végig azt, hogy honnan származik a termálfürdők vize!
3. A termálfürdőkben kötelező a gáztalanítók működtetése.
4. Mit tudtok a gázok oldódásának és a nyomásnak a viszonyáról?
5. Melyik gázzal tanultunk a szénhidrogének témakörében, amelyik robbanóelegyet képez a levegővel, és a természetben is gyakori?

## Megoldás

A felszín alatt mélyen rejtőző vízre nagy nyomás nehezedik. Ekkor, az amúgy vízben oldhatatlan metán jelentős mennyisége oldott állapotba kerül. Ahogyan azonban a felszínre kerül, és a nyomás lecsökken, az addig oldott állapotban lévő robbanásveszélyes gáz felszabadul. Ezért van az, hogy a víztornyok is robbanásveszélyes helyek. A tiltott helyen dohányzó fiúk persze hibásak, de a felelősség nem őket terheli, hanem a fürdő igazgatóját, aki takarékosági okokból kikapcsoltatta a gáztalanítókat, így a fürdőterem burkolata alatti gázvezető járatok feltöltődtek metánnal. Ezt a tényt a tanár a feladat megbeszélése során ismerteti.



A feladatot 10. évfolyamosokkal lehet elvégezni, ha alapórán már tanultak a metánról. Felelevenítik azt az ismeretanyagot, amit a gázok vízben való oldódásáról és az oldhatóság nyomással kapcsolatos összefüggéséről a korábbi években tanultak. A feladat alkalmat ad arra is, hogy a szabályok betartására neveljük tanítványainkat. Persze az sem árt, ha ismerik a tiltások okát.

Az ivóvíz metánmentesítése más okból is fontos. Az ivóvíz kezelése során, még a klórozás előtt el kell végezni, mert különben veszélyes klór-metán keletkezhet.

## EGYSZERŰ KÍSÉRLETEK PEZSGŐTABLETTÁVAL

### A feladat jellemzői

**Téma:**

Oldódás, oldhatóság

**Fejlesztett készségek, képességek:**

megfigyelés, probléma azonosítása, kérdések megfogalmazása, változók kezelése, következtetések levonása



10'



9–12.

**Fejlesztett tartalmi tudás:**

gázok oldódása, az oldhatóság hőmérsékletfüggése, telített oldat

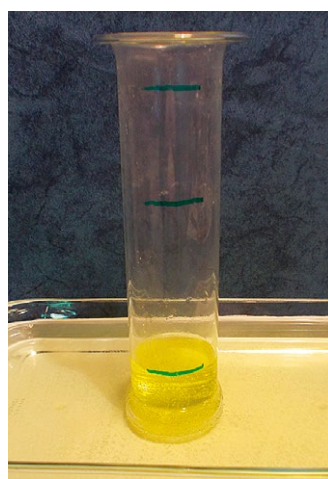
**Eszközök, anyagok:**

pezsgőtabletta, üvegcád, mérőhenger (minimum 500 cm<sup>3</sup>-es), csapvíz, alkoholos filctoll

Forrás: Kuti Sándor ötlete alapján

**A feladat leírása**

1. Tanulmányozzátok a pezsgőtabletta dobozán az összetevőket! Milyen fizikai és kémiai változások játszódnak le akkor, amikor a tablettát a vízzel érintkezik?
2. Töltsétek meg az üvegcádat kétharmad részéig csapvízzel, majd a mérőhengert is színültig!
3. Óvatosan fordítsátok a mérőhengert szájával lefelé az üvegcádba! (Ha levegő szorulna a hengerbe, akkor jelöljétek meg a folyadék szintjét.)
4. Egy pezsgőtablettát helyeztetek a mérőhenger alá, és várjátok meg, amíg teljesen feloldódik!
5. Jegyezzétek fel vagy jelöljétek meg a gáztérfogatot, amit a mérőhengerben leolvashatunk!
6. Végezzétek el a kísérletet még néhány újabb pezsgőtablettával, ameddig már nem változik két pezsgőtablettát elvezésgése során a keletkező gáz mennyisége!
7. Hasonlítsátok össze az egyes mérések eredményeit, és tegyetek fel kérdéseket a tapasztalatok alapján! Vonjatok le következtetéseket!



Az összetevők között a két „kulcsszereplő” a nátrium-hidrogén-karbonát és a citromsav, amelyek vízzel érintkezve oldott állapotba kerülnek. A citromsav (mint a szénsavnál erősebb sav) azt sójából felszabadítja, a szénsav bomlásából pedig szén-dioxid keletkezik. A fejlődő gáz egyensúlyi reakcióban eleinte viszonylag jól oldódik a vízben, de az oldhatósági értéket elérve egyre több gáz termelődését észleljük.

A tapasztalat tehát az lesz, hogy az egymást követő mérések egyre nagyobb gáztérfogatokat eredményeznek.



A feladatot kiadhatjuk otthoni kísérletként is. Ebben az esetben az eszközök: konyhai tál, pezsgőtabletta, csapvíz, befőttesüveg (amelyet konyhai mérőedény felhasználásával ellátunk térfogatbeosztásokkal), alkoholos filc.

Továbbfejleszthetjük a feladatot:

- a) a víz hőmérsékletének változtatásával: jeges víz, szoba-hőmérsékletű víz, meleg víz (45-50 °C-os),
- b) csapvíz helyett híg sósavval (5-6 tömeg%-os) töltjük meg az üveggádat és a mérőhengert (használjunk gumikesztyűt).

Ezekben az esetekben változók kezelését is gyakorolhatják a gyerekek. Függő változó a gáztérfogat, független változó például a víz hőmérséklete vagy a folyadék minősége.

Különböző hőmérsékleteken eltérő eredményekhez jutunk (kísérletünkben az első tablettát 50 °C-on 210 cm<sup>3</sup>, 24 °C-on 80 cm<sup>3</sup>, 3 °C-on pedig 10 cm<sup>3</sup> gázt eredményezett). A gázok oldhatósága csökken a hőmérséklet növekedésével, oldódásuk ugyanis exoterm folyamat.

Híg sósav alkalmazása esetén pedig nagyobb térfogatot mérünk, mint ugyanolyan hőmérsékleten csapvíz esetén, mert a sósav megakadályozza a szén-dioxid kémiai oldódását. Vajon miért? Egy felkészültebb csoport esetén erre is érdemes rákérdeznünk. A sósav alkalmazásával megnöveljük az oxóniumionok koncentrációját az oldatban, így az egyensúly eltolásának szabályai szerint visszaszorítjuk a szénsav oxónium- és hidrogénkarbonát-ionokra való disszociációját. A megnövekedett szénsav-koncentráció pedig a  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  egyensúlyt a bomlás irányába tolja el.

## MI VAN A KÉMCSŐBEN?

### A feladat jellemzői

#### Téma:

Sav-bázis folyamatok

#### Fejlesztett készségek, képességek:

megfigyelés, problémamegoldás, analógias gondolkodás, következtetés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

kémhatás, sók hidrolízise, kristályvíz



8-10'



9-12.



**Eszközök, anyagok:**

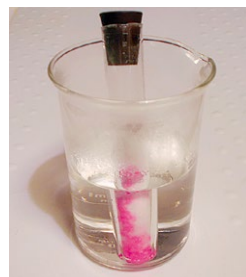
félkémcsőben kristályos nátrium-acetát és egy kevés szilárd fenolftalein keveréke dugóval lezárva, 2 db 100 ml-es főzőpohár, forró víz, jeges víz

A kísérlet ötlete: Rózsahegyi, M., & Wajand, J. (1997). *Tanulmányozzuk a kristályvizet!* Középiskolai Kémiai Lapok, 24(5), 344–346.

**A feladat leírása**

Egy kémcsőben elporított, fehér, szilárd anyagot láttok. Állítsátok a kémcsövet forró vízbe! Rövid idő után színváltozást tapasztaltok. Ezután tegyétek át a kémcsövet jeges vízbe! Figyeljétek meg, hogy mi történik ekkor!

Válaszoljatok a kérdésekre! Mi lehet a kémcsőben? Magyarázzátok meg a tapasztalatokat! Ha szükséges, akkor kérjétek segítségét a tanároktól!

**Megoldás**

A kémcsőben kémiailag nem tiszta anyag van, hanem keverék. Kristályvizes nátrium-acetátot ( $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) és egy kevés fenolftaleint kevertünk össze. Hő hatására a kristályvíz kilépett az ionrácsból, és ebben a vízben feloldódott egy kevés só, ami lúgosan hidrolizált, a folyamatot pedig a fenolftalein színváltozása jelezte. Hűtés hatására a víz visszaépült a kristályrácsba, ezért a lila szín eltűnt.

A feladatot páros munkára javasoljuk. Tanári segítségként csak rávezető mondatokat, kérdéseket fogalmazzunk meg a tanulók tudásszintjének megfelelően. Ezeket egy-egy kis kártyára (több példányban) felírhatjuk, hogy a többiek zavarása nélkül átadhatjuk a segítséget kérő tanulópárnak. Például: (1) Hol találkoztatok már az észlelt színnel? (2) A vizes oldatok tulajdonsága a kémhatás. (3) Hogyan juthatott víz a lezárt kémcsőbe? (4) A fenolftalein nem csak oldatban létezik. (5) Egyes sók ionrácsukban vizet tartalmaznak. (6) Mely sók vizes oldata lesz lúgos kémhatású?

Természetesen a megoldáshoz nem szükséges a konkrét sót megnevezni, elegendő, ha tudnak helyes példákat mondani a gyerekek. Ha könnyíteni szeretnénk a feladaton, akkor közöljük már induláskor, hogy a kémcsőben lévő anyag keverék.

Többféle kristályvizes, lúgosan hidrolizáló sóval kipróbáltuk a kísérletet, tapasztalunk szerint a nátrium-acetáttal a legjobb. A kémcsövet ledugóztuk, hogy ne érintkezzenek a tanulók az anyagokkal, és víz ne juthasson be a kémcsőbe. Egy vízforraló szükséges, a csapból folyó „forró” víz hőmérséklete ugyanis nem elegendő.



## A PERZSA VERONIKA ESETE A VÖRÖSHANGYÁVAL

### A foglalkozás jellemzői



35'



8-9.

#### Téma:

Sav-bázis folyamatok

#### Fejlesztett készségek, képességek:

hipotézisalkotás, kísérlettervezés, hipotézisvizsgálat, következtetés, reflexió, analógiás gondolkodás

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

sav-bázis reakciók, indikátorok

#### Fejlesztett episztemikus tudás:

a hipotézis fogalma, szerepe a kutatási folyamatban, hipotézisvizsgálat kísérletezéssel gyűjtött adatok segítségével

#### Eszközök, anyagok:

feladatlap, kémcső, cseppentő, szódabikarbóna-oldat, desztillált víz, hígított hangyasav, lilakáposzta-főzet

### A foglalkozás menete

A tanulók négyfős csoportokat alkotnak. Mindenki kap egy feladatlapot, majd az útmutatásnak megfelelően dolgoznak.

Az alábbiakban bemutatjuk a foglalkozás feladatlapjának vázlatát.

#### Miért változik meg a perzsa veronika szirmának színe hangyacsípés hatására?



A perzsa veronika nevű növény virágszínét okozó vegyületek gyakoriak a növényvilágban. Ezek a színanyagok megtalálhatók többek között a szeder és a meggy termésében, a lilahagymában és a lilakáposztában is.

A hangyacsípés során hangyasav ( $\text{HCOOH}$ ) jut a virágsziromba, amely előidézi a szirm színének megváltozását. Mi lehet ennek a jelenségnek a magyarázata? E kémiai rejtély megoldásához kérem a segítségeteket!

### 1. Hipotézisalkotás

A tudományos megismerés folyamatának egyik fontos lépése a jelenség lehetséges magyarázatának, azaz a hipotézisnek a megfogalmazása.

a) Fogalmazzatok meg közösen egy hipotézist arra vonatkozóan, hogy mi lehet a jelenség oka!

*A virágszirom színének megváltozását az okozza, hogy...*

b) Mire alapoztátok a hipotéziseket?

### 2. Kísérlettervezés

Mivel egy jelenségre több hipotézis is adható, és ezek bármelyike igaz lehet, ki kell választanunk azt az egyet, amely jelenlegi tudásunk szerint leginkább helytálló. Egy hipotézis helyességét többek között kísérletek segítségével tesztelhetjük. Tervezettek meg csoportmunkában egy olyan kísérletet, amellyel meg tudjátok vizsgálni a hipotéziseket!

a) Írjátok le a kísérlet végrehajtásának menetét! Mit fogtok csinálni? Milyen sorrendben?

b) Karikázzátok be azon eszközöket és anyagokat a felsoroltak közül, amelyekre a kísérlet végrehajtásához szükségetek lehet, majd kérjétek el azokat a tanároktól!

*borszeszégő, üvegbot, csipesz, vegyszeres kanál, cseppentő, főzőpohár, Petri-csésze, kémcső, kémcsőtartó állvány, desztillált víz, szódabikarbóna-oldat, hígított hangyasav, fenolftalein indikátor, lilakáposzta-főzet*

c) Írjátok le, hogy milyen eredményt vártok a kísérlettől, ha a hipotézisetek igaz!

### 3. A kísérlet végrehajtása

a) Hajtsátok végre a megtervezett kísérletet! Rögzítsétek a tapasztalatokat!

b) Milyen következtetéseket vonhattok le a tapasztalatokból?

### 4. A hipotézis vizsgálata

Az utolsó lépés a hipotézis igazolása vagy elvetése az eredmények tükrében. Döntsetek el a hipotézisetekről, hogy megfelel-e a kísérleti tapasztalatoknak!

*A hipotézis megfelel/nem felel meg a kísérleti eredményeknek, mert...*

### Megoldás

1. a) Valószínűleg a virágszirom színét adó vegyület indikátorként viselkedik. A hangyasav miatt megváltozott a kémhatás, amit a festékanyag színváltozással jelez.

b) A fotón megfigyelhető kék-piros színváltozás a lakmusz működését juttathatja eszünkbe, amely szintén indikátor.

2. a) A virág festékanyagának színét kellene vizsgálni különböző kémhatású közegekben. Fontos, hogy mindig ugyanannyi festékanyagot használjunk (állandó). Legalább három vizsgálatot kell elvégezni, mindegyik esetén más kémhatású (savas, semleges, lúgos) folyadékba csepegtetjük a festékanyagot (ez lesz a független változó). A folyadékok térfogata viszont egyezzen meg (ez a másik állandó), hogy a belecsepegtetett festékanyag mindig ugyanannyira híguljon fel. Ha szeretnénk, többféle koncentrációjú (így pH-jú) sav-, illetve lúgoldatot is készíthetünk hígítással, ezzel még pontosabb képet kaphatunk a festékanyag viselkedéséről, lehetséges színárnyalatairól (függő változó).
- b) kémcső, cseppentő, szódbikarbóna-oldat, desztillált víz, hígított hangyasav, lilakáposzta-főzet. A diákoknak a bevezető szövegből rá kell jönniük, hogy a lilakáposzta-főzettel helyettesíthető a perzsa veronika virágszínének kivonata, hiszen ugyanazokat a festékanyagokat tartalmazzák.
- c) A festékanyag eltérő színű lesz a különböző kémhatású közegekben. A savas kémhatású közegben piros színt várunk (ez a fotó és a megadott információ alapján kikövetkeztethető).
- 3–4. A festékanyag színe savas közegben piros, semlegesben lila, lúgos közegben kék. A festékanyag valóban indikátorként viselkedik, hiszen a különböző kémhatású közegekben más-más színű. A hipotézisünk tehát beigazolódott.



Fontos, hogy a foglalkozás előtt a diákok már ismerjék a kémhatás, a sav, a bázis és az indikátor fogalmát. A foglalkozás egyik célja, hogy a diákok a kutatásalapú tanulás lépéseit követve, a problémamegoldáson keresztül elmélyítsék és alkalmazzák a sav-bázis reakciókkal kapcsolatos ismereteiket. A kutatásban való aktív, tevékeny részvétel felkeltheti érdeklődésüket és fejlesztheti kutatási készségeiket. A közös megbeszélés alkalmat teremt a kutatás folyamatának megbeszélésére, a lépések tudatosítására, a főbb összefüggések kiemelésére és a felmerülő tévképzetek elosztatására.

Ez a foglalkozás a kutatásalapú tanulás típusai közül a irányított kutatás. Nagyon fontos, hogy a tanár facilitátorként legyen jelen, azaz csak segítse a diákok munkáját, de ne oldja meg helyettük a feladatokat! Ha valamelyik lépésnél elakadnak, rávezető kérdésekkel terelgesse őket. A felsorolt anyagok és eszközök is, amelyekből válogathatnak, segíthetnek a helyes irány megtalálásában. Nem baj, ha a tanulók hibáznak, hiszen abból is sokat tanulhatnak. A foglalkozás kipróbálása során gyakran előforduló probléma volt, hogy a tanulók nem, vagy hiányosan fogalmazták meg a hipotézist, valamint a munka végén nem vetették össze a hipotézisüket a kísérlet eredményeivel.

A diákok egyénileg, párosával vagy kisebb csoportokban (maximum 3-4 fő) is megoldhatják a feladatot. A foglalkozás frontális megbeszéléssel zárul, ahol áttekintjük a lépéseket, korrigáljuk a hibákat, tudatosítjuk, hogy mit miért hajtottunk végre.

## MOSÓSZEREK ENZIMAKTIVITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

### A feladat jellemzői



20'



10-12.

#### Téma:

Enzimek csoportosítása, az enzimműködés feltételei

#### Fejlesztett készségek, képességek:

probléma azonosítása, kísérlettervezés

#### Fejlesztett tartalmi tudás:

enzimaktivitás, hőmérsékleti optimum

#### Fejlesztett procedurális tudás:

a kísérlettervezés szempontjai

#### Eszköz:

feladatlap

### A feladat leírása

A modern mosószeresek többféle, általában 5-15 különböző összetevőből állnak. A mosóhatás szempontjából meghatározó tenzidék (felületaktív anyagok) mellett tartalmaznak például enzimeket, illatosító anyagokat, vízlágyító adalékokat, fehérítőket stb. A mosószeresekben található enzimek is többfélék lehetnek, amelyek közül a lipázok a zsíros, olajos szennyeződések, a proteázok a fehérjetartalmú szennyeződések, az amilázok a keményítőtartalmú szennyeződések lebontásában játszanak szerepet.

A feladatunk az, hogy összehasonlítsuk öt, kereskedelemben kapható mosószer fehérjetartalmú szennyeződésekre kifejtett hatását, és megállapítsuk az optimális mosási körülményeket. (Az ún. áztatószereseket most kihagyjuk.)

A vizsgálathoz az agarlemez-lyuktesztet használjuk fel. Az agar moszatokból kinyert kocsonyásító anyag. Az agarhoz vizet adunk, lefedjük, majd kuktafazékban megfőzzük. Az agartartalom 1,5%. A forró vizes agarhoz fehérjetartalmú anyagot keverünk, majd forrón Petri-csészékbe adagoljuk. A fehérjetartalmú anyag esetünkben sovány tejpor legyen. Ettől az agarlemez nem lesz átlátszó, hanem opálos. Miután az agar megdermedt, egy speciális eszközzel (pl. a laboratóriumi dugófúró egy kisebb átmérőjű fajtája) kis lyukakat vájunk az agarlemezbe. A lyukakba juttatjuk a mosószeresek oldatát. Bizonyos idő elteltével megvizsgáljuk, hogy a lyuk környezetében, ahová bediffundált a mosószer, mekkora területen láthatunk feltisztulást, ami az agarban lévő fehérjetartalmú anyag lebomlását mutatja, tehát ezen a területen hatott a fehérjebontó enzim.

Az alábbi kérdésekre várunk választ:

1. Milyen töménységben adjuk a fehérjetartalmú anyagot a forró vizes agarhoz?
2. Melyik mosószer rendelkezik a legnagyobb fehérjebontó hatással?
3. A lyukba csepegtetett mosószeroldatnak mi az optimális töménysége?
4. Mi az optimális mosási hőmérséklet?

Tervezzetek kísérletet/kísérleteket! Hány lépésben kaphatunk választ valamennyi kérdésünkre? Hány darab Petri-csészére lesz szükségünk? Törekedjünk a minimális anyagfelhasználásra! Hogyan találjuk meg az ideális mosószert, és az annak megfelelő ideális mosási körülményeket (adagolás, mosási hőmérséklet)? A ruhákban lévő ún. „bevarrt címkék” adnak támpontot.

## Megoldás

Többféle megoldási út is elképzelhető. Először talán határozzuk meg azt, hogy a sovány tejport milyen mennyiségben adagoljuk (pl. 0,5%, 1%, 2%, 4%). Melyik esetben lesz jól érzékelhető a feltisztulás? Ehhez négy Petri-csésze kell, de egy-egy agarlemezbe több lyukat is fúrhatunk, tehát egy másik tényező is változtatható. Fúrjunk mindegyik lemezbe öt lyukat, és mindegyik mosószerből készítsünk ugyanolyan töménységű oldatot (pl. 20%-os), amit a lyukakba juttatunk. A kísérletet egy adott idő után kiértékeljük. Az optimális tejporttartalomnak mondjuk az 1%-át találtuk, és kiválasztható a legnagyobb feltisztulási zónával rendelkező mosószer is. Most már csak ezzel az eggyel tervezzük a további lépéseket. Határozzuk meg az ideális adagolást, hiszen a feleslegben adagolt mosószer nemcsak pénzkidobás, de a környezetet is szükségtelenül terheli. Készítsünk öt különböző összetételű mosóvízmintát (közéértéknek vegyük a dobozon lévő adagolási útmutatót). Ezt a lépést akár egy Petri-csészével megoldhatjuk. (A rendelkezésre álló Petri-csésze mérete sem mellékes persze.) A mosási hőfok szintén fontos. Részben a textil anyaga befolyásolja, de enzimes mosószereknél nem lehet túl magas, az 50-60 °C már kerülendő. Három különböző hőfokú termosztátba (20, 30, 40 °C) helyezünk egy-egy vizsgálatra előkészített Petri-csészét, és a megfelelő idő után értékeljük az eredményt.



Ezzel a fiktív kísérlettel a tervezés, készletgazdálkodás fontosságára hívhatjuk fel a figyelmet. Ez a tudományos kísérleteknél is fontos lehet (főleg, ha drága alapanyagokkal kell dolgozni). Lépésről lépésre változtatjuk a kísérleti körülményeket. Fokozatosan szűkítjük a kört. Az agar 1,5 tömeg%-ra való beállítása is egy megelőző kísérlet eredménye volt. A feladattal erősíthetjük a környezettudatos magatartást, a tudatos vásárlói attitűdöt („bevarrt címkék” figyelembevétel). Érdemes az eszközöket sterilizálni, a dugófürót leégetni, mert az agarlemezeken könnyen befertőződnek, és a proteáz kibocsátó baktériumok elszaporodása meghamisítaná az eredményt. Érdemes több mérést végezni, és az eredményeket átlagolni. A várakozási idő 24 óránál ne legyen több.