

## Nagy Mária – Radnóti Katalin

BSc hallgató, Eötvös Loránd TTK Fizikai Intézet  
főiskolai tanár, Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizikai Intézet

# Híd a közoktatás és a felsőoktatás között<sup>1</sup>

*Írásunkban egy középiskolások számára szervezett országos természetismereti vetélkedő döntőjében elvégzett laboratóriumi mérési feladat eredményeinek elemzését mutatjuk be.*

*A laboratóriumi feladat meghatározásában az motivált minket, hogy annak elvégzésén keresztül a diákok tanulási folyamatait elősegítve a középiskola és az egyetem közti nagy szintkülönbséget igyekezzünk áthidalni. Azt szeretnénk elérni, hogy az egyetemek*

*Természettudományi Karaira fizika, kémia, környezettan és földtudomány szakokra, illetve a műszaki felsőoktatásba kerülő hallgatók ne ütközzenek a szükséges szakmai alapok hiánya miatt tanulmányi problémákba. Úgy gondoljuk, hogy azon tanulóknak, akik részt vettek az alábbiakban leírt laboratóriumi gyakorlatok elvégzésében és a jegyzőkönyvek elkészítésében, nem lehet esélytelen elsajátítaniuk olyan kurzusok és felsőoktatási laboratóriumi gyakorlatok tananyagát, melynek valamilyen mélységben az egyetemi szemléletnek megfelelően már részesei voltak. Ekkor nem lép fel sem pszichikai gát az újtól való megrettenés miatt, és olyan eset sem állhat fenn, hogy nem sikerül kialakítani az újszerű megközelítést. A módszer segítségével a diákok bevezetést kaptak egy, a megszokott középiskolai szemlélettől eltérő felfogás elsajátításához.*

*A diákok a laboratóriumi gyakorlat elvégzése során olyan ismeretekre, képességekre tettek szert, amit egyébként az egyetemen teljesen újként kellene önállóan megszerezniük.*

### A Bugát Pál Országos Természetismereti Vetélkedő bemutatása

1984-ben hirdette meg a TIT Stúdió első alkalommal az *Értem a természetet* elnevezésű vetélkedőt, mely 1986-ban vette fel Bugát Pál nevét. Az elmúlt három évtized alatt a vetélkedőnek rangos hagyományai alakultak ki. Az évente több száz diákot „megmozgató” versenynek sajátos hangulata van.

A vetélkedő célja, hogy a természet jelenségeit komplex módon láttatva segítse elő a diákok tanulását, szolgálja a tehetségkutatót, a tehetséggondozást. A középiskolák 3–3 fős csapatokkal képviseltetik magukat az ország minden tájáról. Kezdetől fogva fontosnak tartottuk az egyéni munka mellett a csapatmunka megkedveltetését is.

A verseny egyik legfontosabb célkitűzése az, hogy a részt vevő diákok képesek legyenek a természeti és az azzal kapcsolatban felmerülő társadalmi folyamatok komplex

<sup>1</sup> A kutatást az Európai Unió a SAILS (Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science) 289085 számú FP7-es projekt keretében támogatta.

szemlélésére. Napjaink oly fontos problémái, természettudományos feladatai sohasem külön fizikai, kémiai, biológiai, földrajzi, vagyis tisztán csak természettudományos problémaként jelentkeznek, hanem komoly társadalmi hatásai vannak, lehetnek és lehetnek a jövőben is. A környezeti vonatkozású kérdések jellegzetesen ilyenek. Ezen a természettudományos műveltségi vetélkedőn nem arra vagyunk kíváncsiak, hogy mit tudnak a gyerekek, csúnya kifejezéssel élve, „bemagolni”, hanem arra, hogy van-e a diákoknak igazi természettudományos szemlélete, illetve ennek kialakulását segítjük elő feladatainkkal.

Kezdetben csak a fizika, kémia és a biológia szerepelt a meghirdetett tantárgyak sorában, majd ehhez csatlakozott néhány év múlva az informatika, és a jubileumi 20. alkalomtól kezdve földrajzi jellegű altémák is szerepelnek a vetélkedőn. A vetélkedő fő támogatói a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Nyrt. és az MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

A vetélkedő első fordulóján, melyet hagyományosan a tavaszi szünet egyik napján rendezünk meg, írják meg a versenyre benevezett csapatok a döntőre való válogatás alapjául szolgáló 3 órás írásbeli dolgozatot. Közülük kerülnek ki azok a csapatok, akik az augusztus végén a Mátrában megrendezett három napos döntőn mérhetik össze tudásukat. A szállás, étkezés és az írásbeli forduló a mátrafüredi Vadas Jenő Erdészeti Szakiskolában történik. A második nap délelőttjén kerül sor a gyakorlati fordulókra: a laboratóriumi gyakorlatra és az informatikai fordulóra a gyöngyösi Berze Nagy János Gimnáziumban. Ezekben olyan jellegű feladatokat is kapnak a gyerekek, amit nem tanultak, de a korábbi előzetes tudásukat és természettudományos szemléletüket felhasználva megoldhatók. Hosszú évek (évtizedek) tapasztalata alapján elmondhatjuk, hogy a döntőbe bejutott csapatok tagjai közül többen úgy jönnek el, hogy már felvételt nyertek valamilyen felsőoktatási intézménybe, jellemzően orvosi, műszaki vagy természettudományos jellegű képzésekre. Tudjuk azt is, hogy a fiatalabb résztvevőknek is hasonló továbbtanulási céljaik vannak. Éppen ezért fontosnak tartjuk a vetélkedő tevékenységeinek összeállításakor, hogy olyan feladatok is legyenek, amelyek segítséget nyújtanak a diákok számára a közoktatásból a felsőoktatásba való átmenet nehézségeinek áthidalásában. A 2014-es év laboratóriumi feladata jellegzetesen ilyen volt, melynek ismertetése és elemzése jelen írásunk témája.

A műszaki és természettudományos jellegű felsőoktatásba kerülő diákok számára az egyik legnagyobb nehézséget a laboratóriumi gyakorlatok elvégzése és az ezekhez kapcsolódó mérési jegyzőkönyvek elkészítése szokta jelenteni. Ezért ebben az évben két, az egyetemi laboratóriumi gyakorlatok mérési feladataihoz hasonló méréssorozatot kellett elvégezniük a csapatoknak, a kapott adatokat grafikusán kiértékelni, majd komplett mérési jegyzőkönyvet készíteni.

A feladatok a SAILS-projekt keretében készült két feladathoz (unithoz) kapcsolódtak, melyek a következők voltak: „Kémiai reakció sebessége” és „Mekkora lehet egy csepp?”.

### A SAILS-projekt bemutatása

A „SAILS” betűszó a következő kifejezés rövidítése: Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science. Magyarra a következőképp fordítható: Értékelési stratégiák a természettudományok kutatás alapú tanulásához. A SAILS az Európai Unió támogatásával megvalósuló projekt, a szakmai vezető szerepét az Írország fővárosában található Dublin City University látja el. 12 partnerország egy-egy egyeteme csatlakozott a projekthez, hazánkban a Szegedi Egyetem Oktatásméleti Csoportja.

A nemzetközi munkacsoport célja, hogy Európa-szerte segítse a pedagógusokat a 12–18 éves tanulók kutatásalapú természettudományos oktatásának elsajátításában. Ennek megvalósítása érdekében már meglévő modellek és források kerülnek felhasználásra mind a gyakorló pedagógusok, mind a tanárjelöltek képzése során. A SAILS egy

önfenntartó modell létrehozásán dolgozik, támogatva a tanárokat abban, hogy megosszák tapasztalataikat és a kutatás-orientált tanítási, tanulási és értékelési gyakorlataikat.

A munka keretében a partnerek úgynevezett unitokat vagy modulokat dolgoznak ki, melyeknek meghatározott szerkezetük van: a feladat leírásán túl tartalmazzák a tanórai megvalósításhoz és a kutatási készségek értékeléséhez szükséges módszertani útmutatót. Egy-egy unitot több országban is kipróbálnak. Minden kipróbálásról esettanulmány készül, melynek egyik fő eleme, hogy a modul által kiemelt készségek fejlesztését miként sikerült megvalósítani és a tanulási folyamat során formatív módon értékelni.

A SAILS-projekt a természettudományos nevelés során a természettudományos műveltség ('scientific literacy') formálása és a gondolkodás ('reasoning') fejlesztése mellett a következő kutatási készségekre fejlesztésére és tanórai értékelésére helyezi a hangsúlyt:

- Diagnosing problems – problémák diagnosztizálása
- Planing investigations – kutatás, nyomozás, vizsgálat tervezése
- Developing hypothesis – feltevés/hipotézis állítása
- Debating with peers – vita a társakkal
- Forming coherent arguments – következtetések megfogalmazása
- Teamwork – csapatmunka, csoportmunka

Egy-egy modul esetében 2–3 kutatási készséget célszerű kiemelni és figyelemmel kísérni.

A Bugát Vetélkedő laboratóriumi fordulja esetében az általunk fejlesztendő és értékelendő készségek a következők voltak:

- mérés megtervezése,
- hipotézisalkotás,
- következtetések megfogalmazása,
- csoportmunka.

### **A mérési feladatok előkészítése**

A mérések elvégzéséhez sok segítséget kaptak a diákok, mivel csak kevés iskolában végeznek ilyen jellegű feladatot. Az előző nap estjén elhangzó előadások egyike teljes mértékben a mérési feladat előkészítésével volt kapcsolatos.

Több érdekes jelenséghez kapcsolódóan ténylegesen elvégzett mérés adatainak ábrázolását és kiértékelését mutattuk be, mint például a rezgésidő függése a rugóra akasztott tömeg nagyságától, a radioaktív bomlástörvény szemléltetése, kondenzátor kisülése közben mérhető feszültség változása az idő függvényében, alul kilyukasztott PET palackban lévő víz magasságának változása az idő függvényében, illetve pincegomba „farontó” hatásának változása az idő függvényében. Az előadás interaktív volt abban az értelemben, hogy mindegyik esetben hipotézist kértünk a diákoktól a jelenség lefolyásával kapcsolatban, és elvártuk, hogy ezt matematikai formában fogalmazzák meg: például egyenes arányosság= lineáris kapcsolat, fordított arányosság=az egyik mennyiség reciproka van lineáris kapcsolatban a másik mennyiséggel stb. Ezt követően bemutattuk az adott jelenséghez kapcsolódó tényleges mérési adatokat, majd az ezekre történő függvényillesztés lehetőségeit az Excel program alkalmazásával. Szó volt arról is, hogy mennyire pontos, jó az illesztés, illetve szükséges-e adott esetben átalakítani az adatokat. adatformálás, a folyamat szempontjából jellemző mennyiségek meghatározását a ténylegesen mért adatokból.

Az előadás során rámutattunk a matematika eszközként való használatára a természettudományos megismerés során, melyhez napjainkban az IKT-eszközök komoly segítséget jelentenek.

Az előadás során kiemeltük, hogy a körülöttünk lévő világban való eligazodáshoz bizonyos számszerű (kvantitatív) jellemzők bevezetése szükséges. Össze kell hasonlítani az egyes tárgyakat különböző tulajdonságaik alapján. Nem jellemezhetjük például a tárgyak nagyságát egyszerűen csak úgy, hogy az egyik „kicsi”, a másik pedig „nagy”. Egységeket kell bevezetnünk, majd ezeket használva már képesek vagyunk összehasonlításokat tenni, vagyis mérni. A mérési adatokat azonban „kezelní” is kell tudni. Egy számsor önmagában nem sokat mond. Célszerű kétdimenziós módon, grafikusán is megjeleníteni az adatokat, illetve az azokból számított mennyiségeket.

A bemutatott példák alapján az is látható volt, hogy a különböző fizikai mennyiségek közti kapcsolat nem mindig lineáris. Sőt, általában nem lineáris, bár sokszor azzal közelítjük. Am ezt nem minden esetben tehetjük meg. E szemlélet elfogadása a diákok alapvetően lineáris gondolkodása miatt paradigmaváltást igényel, ezért kiemelten foglalkozni kell ezzel.

### A mérések lebonyolítása

A másnapi laboratóriumi mérési feladatok két témakör köré csoportosultak (két SAILS unit), egy kémiai reakció sebességének hőmérsékletfüggését kellett vizsgálni, és különböző összetételű alkohol–víz elegyek egységnyi térfogatából keletkező cseppek számát kellett mérni. A mérési feladat megoldása két részből állt. A laboratóriumi gyakorlatra rendelkezésre álló két órát úgy javasoltuk beosztani a csapatoknak, hogy körülbelül egy órát töltsenek el a tényleges laboratóriumi munkával, majd átmentek a számítógép terembe, ahol előtte az informatika forduló volt, és ott folytatták a munkát, a jegyzőkönyv tényleges elkészítését.

2014-ben 13 csapat vett részt a döntőn. Közülük 12 csapat volt 3 fős, míg egy csapat csak két főből állt. Tehát összesen 38 fő.

A mérési feladat leírását mindkét esetben tömören fogalmaztuk meg, és nem adtuk meg recept jellegűen a pontos mérési utasítást. Ennek megalkotását ugyanis a diákoktól vártuk el. Ellenben sok segítő kérdést mellékelünk a leíráshoz, melyek a cikk végén található mellékeltben olvashatók (1. számú melléklet).

#### 1. feladat

A legtöbb folyamat, kémiai reakció, különböző sebességgel megy végbe hideg és meleg környezetben. Az élőlényekben végbemenő biokémiai folyamatok jellegzetesen ilyenek. A mérés során egy olyan folyamatot fogtok vizsgálni, melynél ez a hőmérséklettől való függés jól megfigyelhető.

Feladat: Vizsgálják meg a fixírsó-sósav reakció hőmérsékletfüggését!

A reakció során vízben oldhatatlan, kolloid állapotú kén keletkezik, aminek megjelenése lehetőséget nyújt a reakció végbemeneteléhez szükséges idő mérésére.

#### 2. feladat

Sok folyékony orvosságon található olyan utasítás, hogy abból egyszerre 20, vagy 30 stb. cseppet kell egy alkalommal bevenni.  $1\text{ cm}^3$  elegyből hány csepp keletkezhet?

Feladat: Vizsgálják meg az adott térfogatú, különböző összetételű alkohol–víz elegyek csepegtetése során a keletkező cseppek számát az elegy összetételének függvényében!

A jegyzőkönyv készítését is útmutatóval segítettük a mérés ideje alatt.

A csoport vezessen jegyzőkönyvet a munka során, amely tartalmazza:

- a kísérlet megtervezését és az előzetes elképzeléseket, hipotéziseket,
- konkrét függvénykapcsolat hipotézisként való megfogalmazása,
- a kísérlet során felmerülő problémákat, azok megoldásait,
- a kísérlet során tett megfigyeléseket, eredményeket, mérési adatokat,
- a mérési adatok felhasználásával készült Excel grafikonokat, és az azokhoz tartozó függvényillesztéseket, melyek jóságáról az  $R^2$  ad felvilágosítást,
- az előzetes hipotézissel való összevetést,
- a levont következtetéseket!

A számítógépteremben a diákok Word file-ban kapták meg a részben elkészített jegyzőkönyveket a két méréshez, melyben pirossal jelöltük számukra azt, hogy mely részek kitöltését várjuk el tőlük. A munkafüzet jellegű kitöltetlen részeket tartalmazó jegyzőkönyv is a cikk végén lévő mellékeltben tekinthető meg (2. számú melléklet). Gyakorlatilag két kitöltésre váró munkafüzet került a diákok elé. Tehát minden csapat két mérési jegyzőkönyvet készített el. Továbbá kaptak a csapatok egy Excel file-t is, melynek két munkalapján egy-egy táblázatot láthattak. Ezekbe átvezethették a mérési eredményeiket, amelyek felhasználásával grafikonokat tudtak készíteni az előző napi előadásban elhangzottak alapján.

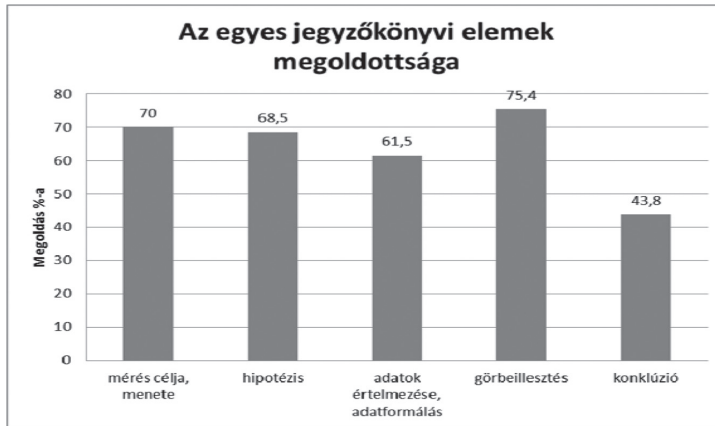
A jegyzőkönyvek kiértékelésénél a következő értékelési, pontozási rendszert alakítottuk ki. A jegyzőkönyvekre maximálisan 25 pontot lehetett kapni, melyet öt fő részelem-ből lehetett összegyűjteni, melyeket 0–5-ig pontoztunk:

- a mérés céljának és a mérés menetének korrekt leírása,
- hipotézis megfogalmazása, matematikai alakban is,
- a kapott adatok értelmezése, adatformálás, ahol szükséges volt (a kémiai reakció esetében kellett a reakcióidő reciprokát venni, hiszen az arányos a reakciósebességgel, ha a koncentrációviszonyok állandóak),
- görbeillesztés az Excel programmal és a kapott eredmény rövid kifejtése,
- konklúzió megfogalmazása.

### A tanulói munkák elemzése és értékelése

Tapasztalataink alapján elmondhatjuk, hogy a diákok kezdeti megszeppenésük ellenére nagyon jól megoldották az előttük álló, szemmel láthatóan szokatlan feladatot. Ebben persze minden bizonnyal sokat segített az, hogy nem csak egyszerűen felügyelő tanárként figyeltük a diákok munkáját, hanem a munka közben is sok segítő kérdést fogalmaztunk meg számukra, ügyelve arra, hogy a „megoldást” ne mondjuk el, és ez minden csapat számára egyformán elérhető legyen. Figyeltük a csapatok időbeosztását is, javasolva, hogy akár párhuzamosan is végezhetik a méréseket, illetve egyikük már elkezdheti az informatika teremben az egyik méréssorozat kiértékelését, továbbá a 2 mérési jegyzőkönyvet párhuzamosan is készíthették két egymás melletti számítógépen, stb. Ezzel a csoporttagok munkamegosztását, a csoportos munkát segítettük, melyre szinte mindegyik csoportnak ténylegesen szüksége is volt. A diákokat a versenyre elkísérő tanárok pozitívan nyilatkoztak az újszerű feladatról.

Végezetül érdemes a fentebb elemzett laboratóriumi feladat megoldottságát némileg számszerűen is jellemezni egy egyszerű, Excelben készített diagram segítségével! Ebben nem a pontszámokat, hanem a feladatok megoldási százalékait tüntettük fel a 26 darab kiértékelt mérési jegyzőkönyvre vonatkozóan (1. ábra).



1. ábra. A jegyzőkönyvek értékelése

A laboratóriumi feladatok teljes megoldottsága 63,8 százalékos volt, mely véleményünk szerint nagyon jónak mondható. Azonban amint az a grafikonból látható, a következtetések levonása volt a legnehezebb a diákok számára, a ténylegesen kapott eredmények összevetése a saját maguk által felállított hipotézissel, míg a többi rész sokkal jobban sikerült.

Megnéztük, hogy vajon a két méréssorozat eredményessége közt kimutatható-e szignifikáns eltérés, de ilyet nem találtunk. Tehát a két méréssorozat egyforma nehézségű volt.

Végeztünk összehasonlítást az informatika versenyrész pontszámai és a laboratóriumi feladatra kapott pontszámok között, de ebben az esetben sem találtunk szignifikáns különbséget. Ez érthető is, hiszen a laboratóriumi jegyzőkönyv elkészítése tekinthető az informatikai tudásrendszer alkalmazásának. Akik informatikából jól teljesítettek, azok eredményesen tudták elkészíteni a görbeillesztéseket és a kiértékeléseket, valamint hatékonyan dolgoztak a Microsoft Office Word felhasználói felületének környezetében.

Az összteljesítmény (összpontszám) és a laboratóriumi feladatokban nyújtott teljesítmény között viszont már szignifikáns eltérés adódott az előbbi javára.

A laboratóriumi munka során a fizika és kémia ismeretek alkalmazására volt szükség. A statisztikai kiértékelés pedig azt mutatja, hogy önmagában nem tudnak úgy teljesíteni ezen tantárgykból, viszont alaptudományként igen jól tudják alkalmazni a fizikai és kémiai ismereteket a laboratóriumi jegyzőkönyvek elkészítésekor. Alaposan belegondolva ez nem lehetetlen, hiszen a felsőoktatási intézmények természettudományi karain környezettudományt és földtudományt hallgató diákok sem nagyon jeleskednek külön-külön a számukra alaptudományként szolgáló tantárgykból, azonban átfogó ismereteket igénylő problémákat rendkívül hatékonyan képesek megoldani.

Írásunk további részében picit részletesebben elemezzük a jegyzőkönyvek egyes részeit, leírjuk, hogy körülbelül mit is vártunk volna a diákoktól, majd bemutatunk pár érdekes tanulói megfogalmazást idézetként.

### *A mérés célja és a mérés menete*

Kémiai reakció: A mérés célja annak vizsgálata volt, hogy fixírsó és sósavoldat reakciójának sebessége miként változik a hőmérséklet függvényében.

A következő kísérletet végezzük el: szobahőmérsékletű vízfürdőben ( $T_1 = 285 \text{ K}$ ) összeöntjük fixírsó vizes oldatát (nátrium-tioszulfát vizes oldata) sósavoldattal (hidrogén-klorid vizes oldata), és leírjuk a reakció idejét.



A reakció során csapadék képződött: kénkiválást tapasztaltunk, azaz oldatunk opálos lett. Azt az időkülönbséget kellett feljegyezni, ami az oldatok összeöntése és az opálosodás között telt el.

Elindítottuk a reakciót további különböző hőmérsékleteken is (jeges, illetve melegített vízfürdőben elérhettünk tetszőleges hőmérsékleteket), és lejegyeztük a megfelelő hőmérsékletre tartozó reakcióidőt.

Alkohol-víz elegy: A mérés célja annak vizsgálata, hogy miként változik az  $1 \text{ cm}^3$ -ből kicsepegtethető cseppek száma különböző összetételű alkohol-víz elegyek esetében.

A vizsgálathoz előre meghatározott összetételű elegyeket készítettünk, majd mindegyik esetben  $1 \text{ cm}^3$ -nyi elegyet csepegtettünk ki pipettából és számoltuk a cseppek számát.

A mérés céljáról és annak menetével kapcsolatos leírások elég változatos képet mutattak. Egyetlen csapat sem kapott erre a részre 0 pontot, de csak 9-en tudták szépen megfogalmazni. És közülük is 7 csapat a cseppszámok alakulásával kapcsolatban, míg a kémiai reakció esetében csak 2 csapat adott korrekt megfogalmazást. Alább néhány nem korrekt megfogalmazás olvasható:

„**A mérés célja:** Hány csepp keletkezik az adott elegyből.”

„**A mérés célja:** Különböző összetételű alkohol-víz elegyének csepegtetése során keletkezett cseppek száma.”

### *Hipotézisek megfogalmazása*

Kémiai reakció: A vizsgálatról azt várjuk, hogy a hőmérséklet emelkedésével a reakciósebesség is nőni fog. A két mennyiség között „például” lineáris kapcsolat van.

Alkohol-víz elegy: A vizsgálatról azt vártuk, hogy minél töményebb lesz az elegy alkoholra nézve, annál nagyobb lesz az  $1 \text{ cm}^3$ -ből kicsepegtethető cseppek száma. Például lineárisan növekszik a cseppek száma.

A hipotézisek megfogalmazása 16 esetben sikerült hibátlanul, melyet matematikai megfogalmazásban vártunk el, csak ekkor adtuk meg a maximális 5 pontot. Jó hipotézis-megfogalmazás: „A kísérletben azt vártuk, hogy a reakciósebesség a hőmérséklettel négyzetesen arányos.” Ez ugyan nem jó, de ezt nem kellett tudni. Ezek után a konklúzió azonban csak ennyi volt: „Méréseink alapján előzetes hipotézisünk nem igazolódott be.” Holott a diákok szép polinomos görbét tudtak illeszteni a cseppszámokra az összetétel függvényében!

A 11. csapat hipotézise abszolút pontatlan megfogalmazás: „A kísérletben azt várjuk, hogy minél több a víz, annál nagyobb a cseppszám.” Egy másik csapat a következőt

írta: „A kísérletben azt várjuk, hogy a cseppek száma két hiperbola összeillesztésére illeszkedjen.” Ez ugyan matematikai jellegűnek látszó hipotézis, de teljesen értelmetlen. A görbeillesztést sem tudták emiatt elvégezni. Így semmiféle konklúzióra sem tudtak jutni.

Példa hiányos hipotézisre: „A kísérletben azt várjuk, hogy egyre nagyobb cseppekben csepeg az elegy, tehát kisebb lesz a cseppszám.” Különböző összetételű elegyek sorozatáról volt szó!

### *Az adatok értelmezése*

Kémiai reakció: Egy lehetséges méréssorozat eredményeit mutatja az 1. táblázat.

*1. táblázat. Egy lehetséges méréssorozat eredményei*

<i>A vízfürdő hőmérséklete (°C)</i>	<i>A kénkiválás megkezdődéséhez szükséges idő (s)</i>
5	110
7	85
12	60
20	32
37	13
49	7
57	5

A koncentrációváltozások azonosak, ha azonos térfogatú oldatokat öntünk össze, ezért a reakciósebesség arányos lesz a reakcióidő reciprokával (2. táblázat).

*2. táblázat. A reakcióidő reciprokával mért eredmények*

<i>A vízfürdő hőmérséklete (°C)</i>	<i>A kénkiválás megkezdődéséhez szükséges idő reciproka (1/s)</i>
5	0,0091
7	0,012
12	0,017
20	0,031
37	0,077
49	0,143
57	0,2



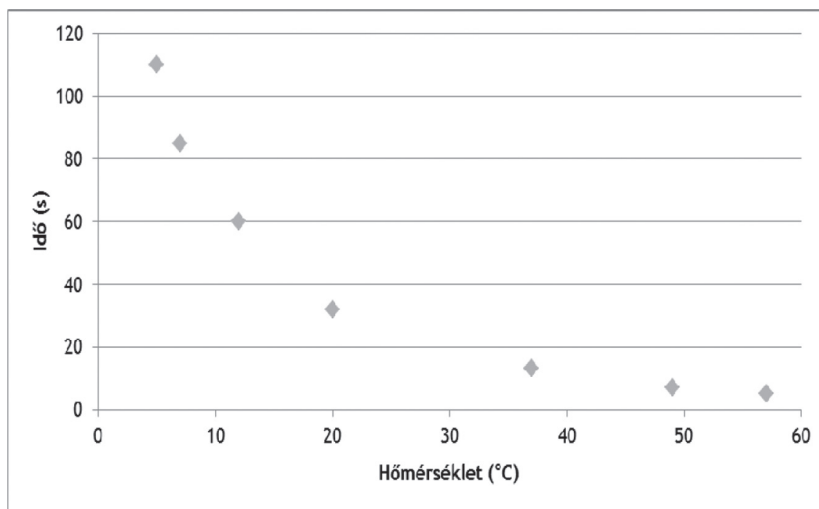
3. táblázat. Az alkohol-víz eleggyel kapcsolatos mérés eredményei

alkohol (cm <sup>3</sup> )	víz (cm <sup>3</sup> )	cseppek száma l (cm <sup>3</sup> -ben)
10	0	63
9	1	61
8	2	59
7	3	56
6	4	54
5	5	51
4	6	50
3	7	43
2	8	41
1	9	35
0	10	25

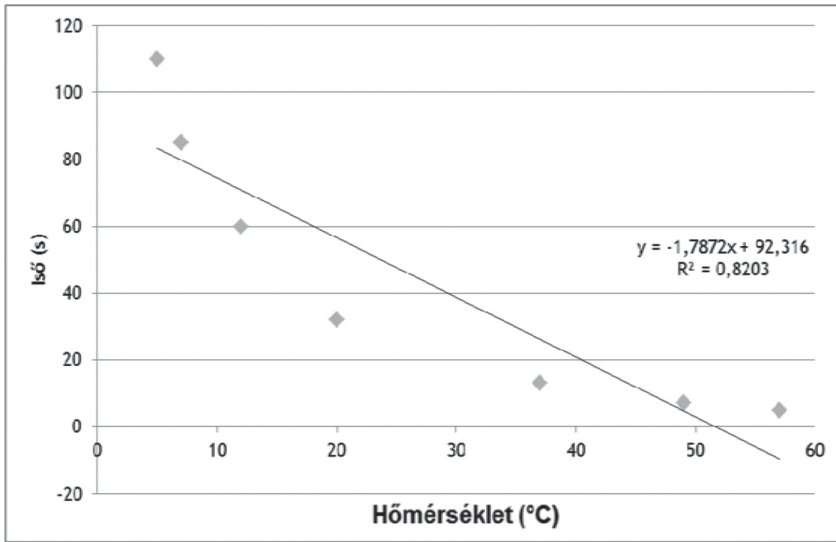
Az adatok értelmezése 14 esetben volt hibátlan, 5 pontos. Ebből sajnos csak 5 esetben volt megfelelő a kémiai reakció esetében, ahol a mért reakcióidő reciprokát kellett venni.

### Görbeillesztések

Kémiai reakció: Azt kértük a diákoktól, hogy először csak a mérési adatokat mint pontokat ábrázolják a koordináta-rendszerben (2. ábra).

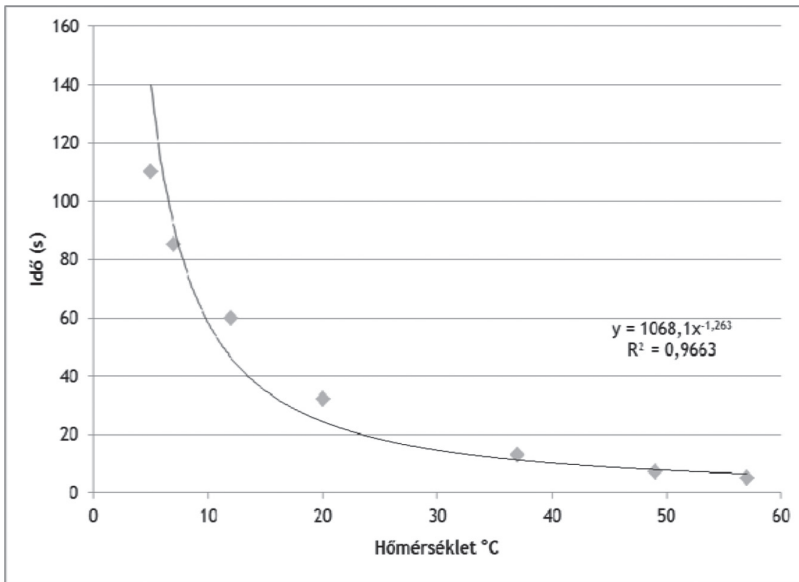


2. ábra. Közvetlenül a mért idő és hőmérsékletadatokat, mint mérési pontokat ábrázolása



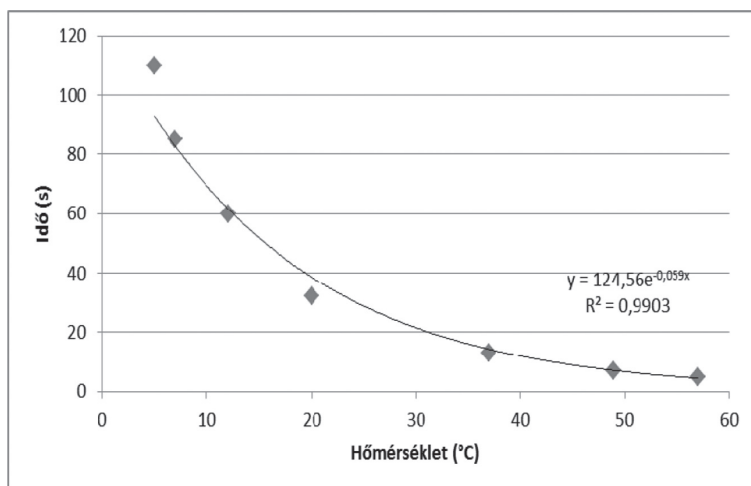
3. ábra. Egyenes illesztése a pontokra, a hipotézis alapján

Mivel az egyenes szemmel láthatóan nem a legjobb illesztés (3. ábra), ezért különböző más függvények illesztésével lehetett próbálkozni, mint például hatványfüggvénnyel (4. ábra).



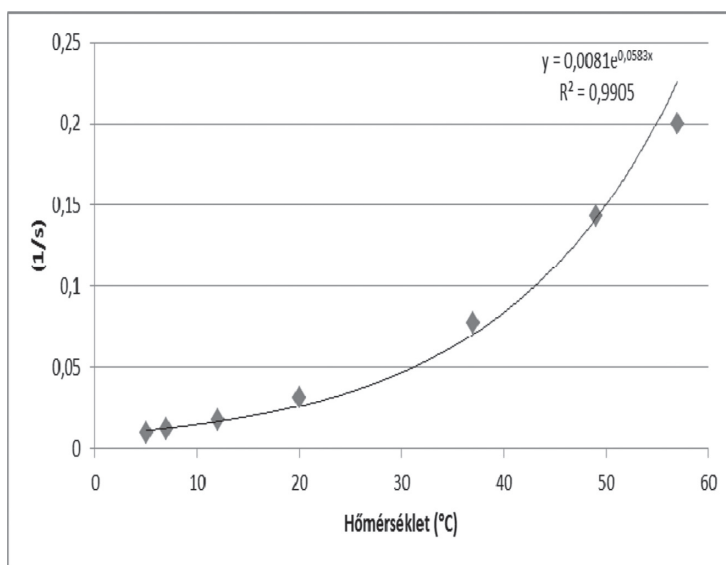
4. ábra. Hatványfüggvény illesztése

Többen itt meg is álltak, hiszen ez egészen jó illesztés. De akik tudták, hogy a függés exponenciális (5. ábra), azok tovább próbálkoztak.



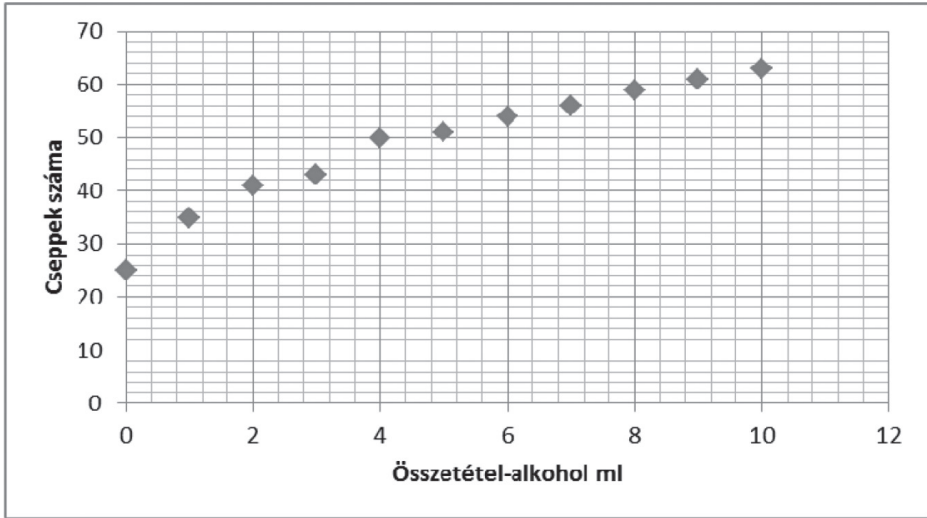
5. ábra. Exponenciális függvény illesztése

Ténylegesen a reakció sebessége a mért reakcióidő reciprokával arányos, ha azonosak a koncentrációviszonyok (6. ábra).



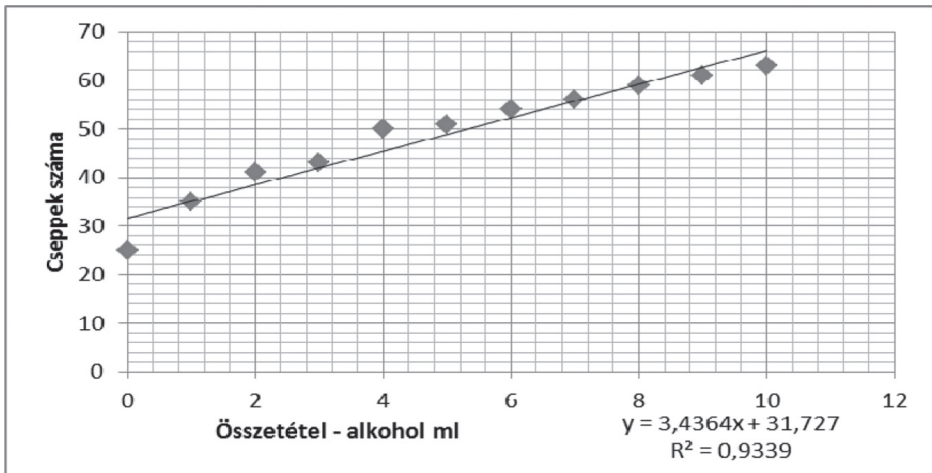
6. ábra. A reakciósebesség és a hőmérséklet kapcsolata

Alkohol-víz elegy: Először a közvetlenül mért adatokat ábráztuk (7. ábra), a cseppszámok alakulását az összetétel függvényében, majd megpróbáltunk különböző függvényeket illeszteni azokra. Annyit kellett tapasztalatként leszűrni, hogy a függés nem tekinthető egyszerűen lineárisnak!



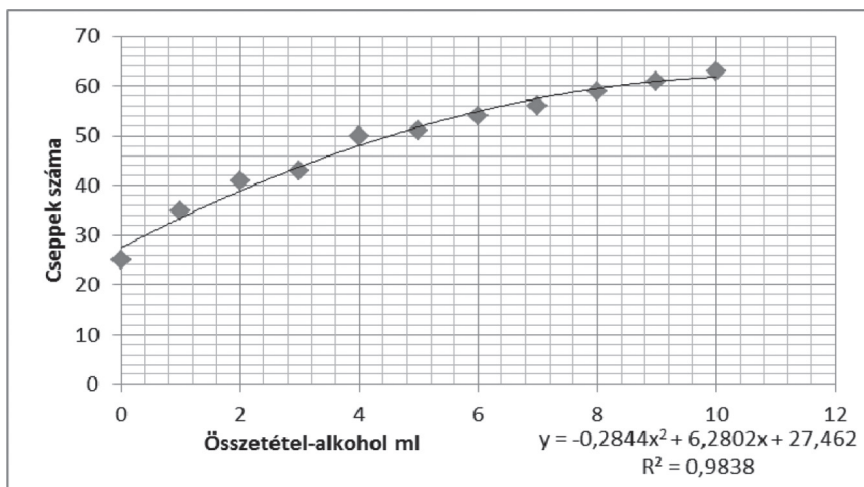
7. ábra. A cseppszámok alakulása a bemért alkohol függvényében

Először próbálkozzunk lineáris illesztéssel (8. ábra)!



8. ábra. Lineáris illesztés

Nézzünk polinomos illesztést (9. ábra)!



9. ábra. Polinomiális illesztés

Mint az látható az  $R^2$  értékéből, ez jobb illesztésnek bizonyult. Tehát az  $1 \text{ cm}^3$  oldatból keletkező cseppek száma nem lineárisan függ a bemért alkohol mennyiségétől!

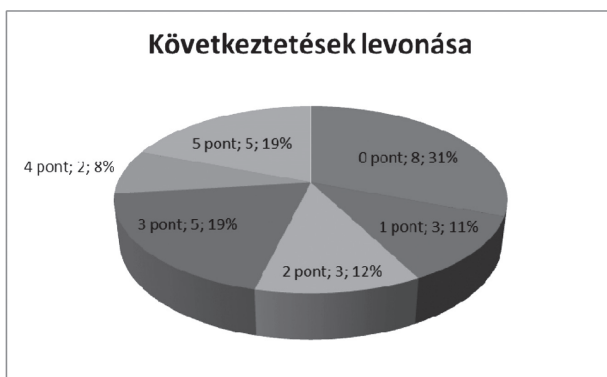
A görbeillesztések általában jól sikerültek, bár maximális pontszámot csak 9 esetben adtunk, de százalékosan (statisztikailag) ez az elem mondható a legsikeresebbnek. Ebből az is látszik, hogy a diákoktól egyáltalán nem idegen a számítógép használata, és oktatásunk komoly feladata, hogy erre minél több és változatos lehetőséget biztosítsunk számukra. Illetve mind a természettudományi tantárgyakból, mind matematikából építhetünk a diákok informatika felé irányuló fogékonyságára, affinitására. Lehet segítség a természettudományos szemlélet kialakítása során a technika felhasználása, illetve az ITK-eszközök használata jó hatással lehet a diákok adott tárgy felé irányuló attitűdjére.

### Következtetések levonása az előzetesen megfogalmazott hipotézishez viszonyítva

Kémiai reakció esetében például: Vizsgálataink nem igazolták előzetes hipotézisünket, miszerint a reakciósebesség lineárisan növekedne a hőmérséklet emelkedésének függvényében. A reakciósebesség exponenciális jellegű növekedést mutat a hőmérséklet emelkedésének függvényében.

Alkohol-víz elegy esetében, például: Előzetes hipotézisünk nem igazolódott be, miszerint az  $1 \text{ cm}^3$  elegyből kicsepegtethető cseppek száma lineárisan változik az alkohol koncentrációjának növekedésével. A kapott görbe sokkal inkább polinomiális jellegű, telítési jelenséget mutató. Kisebb alkoholkoncentrációk esetében jelentősebb a változás. Ez azzal magyarázható, hogy a vízben már egy kevés alkohol megjelenése is jelentősen lecsökkenti a felületi feszültséget a molekula szerkezetéből adódóan.

Mint fentebb írtuk, a következtetések levonása, a tényleges természettudományos szemlélet elemeinek értő alkalmazása komoly problémát jelentett még egy ilyen változott társaság számára is, hiszen jelen esetben egy országos vetélkedő döntőjébe került diákokról van szó.



10. ábra. A következtetések megfogalmazásának eredményessége

A maximális 5 pontot mindössze 5 jegyzőkönyv következtetéseire tudtuk megadni, 3 esetben a kémiai reakció, és 2 esetben a cseppekkel kapcsolatos elemzésekre, ez mindössze 19 százalék (10. ábra). A jegyzőkönyvek közel harmada esetében 0 pontot kaptak a csapatok, ami azt jelenti, hogy ténylegesen nem voltak tisztában azzal, hogy valójában mit és miért is csináltak, csak egyszerűen manuálisan végrehajtották a feladatokat valamilyen szinten, amire tudtak részpontoszámokat kapni. Ez összhangban van azzal a ténnyel, hogy a közoktatásban tanuló gyermekek igen jelentős részénél kizárólag az algoritmikus gondolkodás, a megadott recept végrehajtásának képessége figyelhető meg, elmaradott az önálló elméletek és gondolatok kialakításának készsége. Szükség van tehát a gondolkodás fejlesztésére, a szemléletformálásra. A tananyag megtanulásához/betanulásához nélkülözhetetlen készségek fejlesztése helyett ezeket lenne indokolt előtérbe helyezni. Nem mellesleg a gondolkodás és a szemléletformálás fejlődése közben a jelenleg számos helyen elsődlegesnek tartott tanulási készség is együtt fejlődne ezekkel.

Alább ezúttal is bemutatunk néhány előforduló nem megfelelő választ, jelen esetben a következtetésre vonatkozóan:

„Méréseink alapján előzetes hipotézisünk igazolódott, a hőmérséklet összefügg a reakciósebességgel.” Éppen ez volt a feladat, ennek vizsgálata. Semmiféle matematikai kapcsolatra nem is utaltak.

9. csapat: „Méréseink alapján előzetes hipotézisünk nagyjából stimmel.”

A 10. csapat lineáris függést feltételezett, mely hipotézisre meg is kapták az 5 pontot, hiszen azt matematikai formában is megfogalmazták. A mérési eredményeik kiértékeléséhez azonban nem is próbáltak más görbét illeszteni, mint egyenest, holott látható volt, hogy nem jó az illesztés. Hipotézis: „A kísérletben azt várjuk, hogy egy telítési görbét kapjunk a cseppek számának és az elegy összetételének függvényében.” Majd ugyanennek a csapatnak a konklúziója: „Méréseink alapján előzetes hipotézisünk nem igazolódott be, mert mi folyamatosan, lineárisan növekvő függvényt vártunk, ehelyett polinomiális függvényt kaptunk, mely nagyon hasonló a telítési görbéhez.” Továbbá a mérési adataikat fordítva jegyezték le, így valóban csoda lett volna, ha bármire is jutnak. Mintha nem ugyanazok a diákok írták volna az egyes részeket. Az lehet, hogy a jegyzőkönyv készítését a csapattagok maguk közt felosztották. Ekkor viszont a csoportmunkával van probléma. De lehet az is, hogy már nem volt idejük arra, hogy a munka végén közösen rendesen végigolvassák a jegyzőkönyvet.

Majdnem jó konklúzió: „Méréseink alapján előzetes hipotézisünk az volt, hogy lineáris az összefüggés azonban utána bebizonyosodott, hogy az összefüggés polinomiális. A cseppek száma és az alkohol-víz elegy töménysége között polinomiális összefüggés van.” A hipotézisnél ugyan nem volt leírva ennél a csapatnál a lineáris függés várása az

összetétel függvényében, de itt utaltak rá. De nem írták le rendesen, hogy mikor is várták a nagyobb cseppeket, ha a víz, vagy ha az alkohol több az elegyben.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy a diákok laboratóriumi gyakorlatok fordulóban mutatott teljesítményével alapvetően elégedettek lehetünk. A diákok örömmel végezték feladataikat, jól tudták alkalmazni az informatikai eszközöket a mérések kiértékeléséhez még azok is, akik korábban ilyen jellegű feladattal nem szembesültek. Azonban a beadott jegyzőkönyvek részletesebb elemzéséből megállapíthatóak hiányosságok is, melyek általánosságban a következtetések levonásával kapcsolatosak.

### Irodalomjegyzék

Budó Ágoston (1971): *Kísérleti fizika 1*. Tankönyvkiadó, Budapest.

*Folyadékok felületi feszültségének mérése*. 2014. 08. 02-i megtekintés, [http://fizipedia.bme.hu/index.php/Folyad%C3%A9kok\\_fel%C3%BCleti\\_fesz%C3%BClts%C3%A9g%C3%A9nek\\_m%C3%A9r%C3%A9se](http://fizipedia.bme.hu/index.php/Folyad%C3%A9kok_fel%C3%BCleti_fesz%C3%BClts%C3%A9g%C3%A9nek_m%C3%A9r%C3%A9se)

Nagy Mária és Radnóti Katalin (2013): Problémamegoldás a Boltzmann-eloszlás témakörében. *Fizikai Szemle*, **63**. 7–8. sz. 257–261. 2014. 08. 02-i megtekintés, <http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz130708/nagy130708.html>

Radnóti Katalin (1982): A Boltzmann-eloszlás alkalmazása kémiai példákra. *Fizikai Szemle*, 5. sz. 178–182.

Radnóti Katalin (2014): Mekkora lehet egy vízcsepp térfogata? A SAILS-projekt keretében fejlesztett unit.

Radnóti Katalin és Nagy Mária (2013–2014): A Boltzmann-eloszlás középiskolai feldolgozásának lehetőségei. I. rész: *A Fizika Tanítása*, [2013.] 2. sz. 3–15.; II. rész: *A Fizika Tanítása*, [2013.] 3. sz. 3–11.; III. rész: *A Fizika Tanítása*, [2014] 1. sz. 3–16. 2014. 08. 02-i megtekintés, <http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPfolyoirat.php?op=fizika>

Radnóti Katalin és Tóth Eszter (1986): *Tanári kézikönyv*. Gimnázium, Fizika IV. osztály. Tankönyvkiadó, Budapest.

Radnóti, K., Nagy, M. és B. Németh, M. (2014): *Studying the temperature dependence of the speed of*

*A jegyzőkönyvek közel harmada esetében 0 pontot kaptak a csoportok, ami azt jelenti, hogy teljesen nem voltak tisztában azzal, hogy valójában mit és miért is csináltak, csak egyszerűen manuálisan végrehajtották a feladatokat valamilyen szinten, amire tudtak részpontoszámokat kapni. Ez összhangban van azzal a ténnyel, hogy a közoktatásban tanuló gyermekek igen jelentős részénél kizárólag az algoritmikus gondolkodás, a megadott recept végrehajtásának képessége figyelhető meg, elmaradott az önálló elméletek és gondolatok kialakításának készsége. Szükség van tehát a gondolkodás fejlesztésére, a szemléletformálásra. A tananyag megtanulásához/betanulásához nélkülözhetetlen készségek fejlesztése helyett ezeket lenne indokolt előtérbe helyezni. Nem mellesleg a gondolkodás és a szemléletformálás fejlődése közben a jelenleg számos helyen elsődlegesnek tartott tanulási készség is együtt fejlődne ezekkel.*

*chemical reactions*. Poster presented at the Science and Mathematics Education Conference (SMEC 2014) 2014. június 24–25. Dublin City University, Dublin. <https://www4.dcu.ie/smec/2014/posters.shtml>

Tóth Eszter (1982): *Fizika IV*. Tankönyvkiadó, Budapest.

## Mellékletek

### 1. számú melléklet

#### *A két darab két oldalas laboratóriumi feladat teljes szövege*

#### **Alkohol – víz elegy vizsgálata az összetétel függvényében**

##### ***Eszközök és anyagok:***

12 db kémcső, kémcsőtartó, 1 dl tiszta alkohol, 1 dl desztillált víz, pipetta vagy buretta, 2 kisebb főzőpohár.

*Sok folyékony orvosságon található olyan utasítás, hogy abból egyszerre 20, vagy 30 stb. cseppet kell egy alkalommal bevenni. 1 cm<sup>3</sup> elegyből hány csepp keletkezhet?*

##### **Feladat**

Vizsgálják meg az adott térfogatú, különböző összetételű alkohol-víz elegyek csepegtetése során a keletkező cseppek számát az elegy összetételének függvényében!

##### **A csoport vezessen jegyzőkönyvet a munka során, amely tartalmazza:**

- a kísérlet megtervezését és az előzetes elképzeléseket, **hipotéziseket**,
- **konkrét függvénykapcsolat hipotézisként** való megfogalmazása,
- a kísérlet során **felmerülő problémákat**, azok **megoldásait**,
- a kísérlet során tett **megfigyeléseket**, **eredményeket**, **mérési adatokat**,
- a **mérési adatok felhasználásával** készült **Excel grafikonokat**, és az azokhoz tartozó **függvényillesztéseket**, melyek jóságáról az **R<sup>2</sup>** ad felvilágosítást,
- az **előzetes hipotézissel való összevetést**,
- a **levont következtetéseket!**

##### **Segítő kérdések:<sup>2</sup>**

Milyen alakú egy folyadékcsepp? Mit gondoltok, miért olyan az alakja?

Mit gondoltok, függ-e folyadékcsepp nagysága annak anyagi minőségétől?

Mik lehettek a mérés hibái?

Ugyanolyan cseppszámot kaptok-e a különböző folyadékok esetében? Mit vártok? Miért?

Milyen módon célszerű az adatokat felvenni, majd megjeleníteni? Terveztétek meg az adatok lejegyzésének módját!

Milyen jellegű függést vártok a cseppszámok és a koncentráció között?

Lehet-e a módszert alkalmazni koncentráció meghatározására?

Hogyan fogjátok ábrázolni a kapott eredményeket?

Olyan-e a kapott összefüggés, amilyenre számítottatok?

##### **A koncentrációfüggés vizsgálatához érdemes előre meghatározott töménységű oldatokat készíteni.**

<sup>2</sup>Ha az ezekre való válaszokat kijelentő mondatban fogalmaztátok meg, a jegyzőkönyv megkövetelt elemei (amik az előbbi felsorolásban szerepelnek) benne is lesznek munkátokban. Tehát az itt feltett kérdések legyenek írásotok irányító komponensei.



alkohol (cm <sup>3</sup> )	víz (cm <sup>3</sup> )	
10	<u>0</u>	
<u>9</u>	<u>1</u>	
<u>8</u>	<u>2</u>	
<u>7</u>	<u>3</u>	
<u>6</u>	<u>4</u>	
<u>5</u>	<u>5</u>	
<u>4</u>	<u>6</u>	
<u>3</u>	<u>7</u>	
<u>2</u>	<u>8</u>	
<u>1</u>	<u>9</u>	
<u>0</u>	<u>10</u>	

### Kémiai reakció sebességének hőmérsékletfüggése

#### *Eszközök és anyagok:*

7 pár kémcső 5-5 cm<sup>3</sup> oldattal, kémcsőtartó, jég és meleg víz, hőmérő, nagyobb méretű főzőpoharak, időmérő eszköz (ez lehet mobiltelefon vagy stopper).

0,1 mólos HCl oldat és 0,1 mólos fixírsó-oldat.

A fixírsó-oldat készítése: A fixírsó 1 mólja 5 mól kristályvízzel együtt kristályosodik. Móltömege:  $158 + 90 = 248$  g/mol. Ennek tizedét, 24,8 g-ot oldjunk fel 1 liter vízben!

*A legtöbb folyamat, kémiai reakció, különböző sebességgel megy végbe hideg és meleg környezetben. Az élőlényekben végbemenő biokémiai folyamatok jellegzetesen ilyenek. A mérés során egy olyan folyamatot fogtok vizsgálni, melynél ez a hőmérséklettől való függés jól megfigyelhető.*

#### *Feladat*

Vizsgálják meg a fixírsó - sósav reakció hőmérsékletfüggését!

A reakció során vízben oldhatatlan, kolloid állapotú<sup>3</sup> kén keletkezik, aminek megjelenése lehetőséget nyújt a reakció végbemeneteléhez szükséges idő mérésére.

*A csoport vezessen jegyzőkönyvet a munka során, amely tartalmazza:*

- a kísérlet megtervezését és az előzetes elképzeléseket, **hipotéziseket**,
- **konkrét függvénykapcsolat hipotézisként** való megfogalmazása,
- a kísérlet során **felmerülő problémákat**, azok **megoldásait**,
- a kísérlet során tett **megfigyeléseket**, **eredményeket**, **mérési adatokat**,
- a **mérési adatok felhasználásával** készült **Excel grafikonokat**, és az azokhoz tartozó **függvényillesztéseket**, melyek jóságáról az **R<sup>2</sup>** ad felvilágosítást,
- **az előzetes hipotézissel való összevetést**,
- a **levont következtetéseket!**

<sup>3</sup> A kolloidok olyan oldatok, amelyekben igen apró, 1-500 nanométer méretű szemcsék vannak oldva.

## Segítő kérdések:<sup>4</sup>

Mit gondoltok, hogyan változik a reakció sebessége, ha növeljük a hőmérsékletet?

Milyen állapotba kerülnek a reakciótermékek?

Mi a **hipotézisetek** a mérendő mennyiségek közti matematikai kapcsolat formuláját illetően? Mire számítottok, milyen függvénykapcsolat lehet a hőmérséklet és a reakciósebesség között? Milyen matematikai kifejezés reprezentálja a kapcsolatot?<sup>5</sup>

Hogyan fogjátok biztosítani a reakció idejére az állandó hőmérsékletet? (Mit mibe tesztek bele, vagy mivel és hogyan kötitek össze a rendszert?)

Hogyan fogjátok biztosítani

a hideg,

és a meleg környezetet?

Mennyi ideig tartjátok a reagálandó anyagokat tartalmazó kémcsöveket a vízfürdőben, mielőtt összeöntitek?

Milyen egyszerűsítési lehetőségeket szeretnétek alkalmazni a vizsgálat során?<sup>6</sup>

Milyen mennyiségeket fogtok mérni?<sup>7</sup>

Hol méritek a hőmérsékletet?

Mivel méritek a reakcióidőt?

A reakció mely fázisáig méritek az időt

amikor elkezd opálosodni az oldat,

amikor már sárgás színű?

Hány mérési pontot szeretnétek felvenni? Hány különböző hőmérsékleten nézitek meg a reakciót?

Hogyan fogjátok az adatokat felvenni, rögzíteni, ábrázolni, esetleg átalakítani (milyen adatformálást csináltok)?

Milyen adatot lehet még meghatározni a mérési adatok felhasználásával?<sup>8</sup>

Olyan-e a kapott összefüggés, amilyenre számítottatok? Teljesül-e a hipotézisetek?

Mik lehettek a mérés hibái?

Keressetek példákat olyan folyamatokra, melyeket kifejezetten

lassítani szeretnénk, ezért hűtést alkalmazunk,

gyorsítani szeretnénk, ezért melegítjük!<sup>9</sup>

<sup>4</sup> Ha az ezekre való válaszokat kijelentő mondatban fogalmaztátok meg, a jegyzőkönyv megkövetelt elemei (amik az előbbi felsorolásban szerepelnek) benne is lesznek munkátokban. Tehát az itt feltett kérdések legyenek írásotok irányító komponensei.

<sup>5</sup> Pl. egyenes = lineáris kapcsolat, parabola = négyzetes függés, hiperbola = fordított arányosság, stb.

<sup>6</sup> Egyszerűsítés például, ha minden esetben azonos térfogatú oldatokat öntötök össze.

<sup>7</sup> Például hőmérséklet, stb.

<sup>8</sup> Korábbi kémiai tanulmányaitok alapján tudjátok megválaszolni ezt a kérdést. Gondoljatok egy energia típusú mennyiségre.

<sup>9</sup> Ezúttal is korábbi kémiai tanulmányaitokból meríthettek, továbbá a fizika órákon is hallhattatok ilyenről, illetve a mindennapokban megjelenő gyakorlati példák is jók ide.

**2. számú melléklet**  
**A két mérési jegyzőkönyv tervezete**

**1. KÉMIAI REAKCIÓ SEBESSÉGÉNEK HŐMÉRSÉKLETFÜGGÉSE**

**Bugát Pál Országos Középiskolai Természetismereti Műveltségi Vetélkedő**  
Döntő – Laboratóriumi feladat

A mérést végezték:

Csapat száma:

Csapattagok:

A mérés dátuma: 2014. augusztus 29.

**Tartalomjegyzék**

1. Bevezetés	3
1.1. A mérés célja	3
1.2. Mérőeszközök	3
1.3. A mérés menete	3
1.4. Hipotézis	4
1.5. A mérés elmélete röviden	4
2. Mért adatok és kiértékelés	4
2.1. Kapott adatok értelmezése, adatformálás	4
2.2. Görbeillesztés	5
3. Konklúzió	6
4. Irodalomjegyzék:	6

**1. Bevezetés**

**1.1. A mérés célja**

**A mérés célja:**

Előzetes hipotézisalkotás a várható hőmérsékletfüggésre, majd a hipotézis és a tényleges mérési eredmények összevetése.

## 1.2. Mérőeszközök

7 x 2 = 14 db kémcső  
 kémcsőállvány  
 mérőhenger  
 cseppentő  
 7 x 3 cm<sup>3</sup> 0,1 M-os sósavoldat (HCl vizes oldata)  
 7 x 5 cm<sup>3</sup> 0,1 M-os fixírsóoldat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vizes oldata)  
 desztillált víz  
 digitális hőmérő  
 Bunsen-égő  
 kémcsőfogó  
 főzőpohár  
 stopper  
 jég

## 1.3. A mérés menete

A következő kísérletet végeztük el:

*Reakcióegyenlet:*  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HCl} =$

A kísérletben csapadék képződik: **kénkiválást** tapasztaltunk, azaz oldatunk **megsárgult, opálosodott** (1. ábra).



1. ábra: A mérés során tapasztalt kénkiválás.

Először

### 1.4. Hipotézis

A kísérletben azt vártuk, hogy

### 1.5. A mérés elmélete röviden

Ismert, hogy a kémiai reakciók lejátszódásához nem elég csak találkozniuk a molekuláknak, hanem megfelelően nagy energiával kell rendelkezniük. A kémiai reakciók végbemenetelének szükséges feltétele az **aktiválási energia** elérése, vagyis egy meghatározott értéket elérő, elegendően nagy energiával kell bekövetkeznie a molekulák ütközésének. Így lesz eléggé „megbolygatva” a molekulaszervezetük, hogy új kötések alakulhassanak ki.

## 2. Mért adatok és kiértékelés

### 2.1. Kapott adatok értelmezése, adatformálás

*Megfigyelés:*

**A mért adatainkat táblázatba vezettük (1. táblázat), ahol szerepelnek a reakcióidők és a hőmérsékletek.**

A vízfürdő hőmérséklete (°C)	A kénkiválás megkezdéséhez szükséges idő (s)

A következő adatformálást hajtottuk végre:

A vízfürdő hőmérséklete (°C)	

## 2.2. Görbeillesztés

A hőmérséklet-reakcióidő ( $x$ - $y$ ) adatpárokat Descartes-féle koordináta-rendszerben ábrázoltuk (*1. grafikon*).

Az adatformálás után kapott pontok ábrázolása:

Arról, hogy a függvények közül melyik illeszkedik a legjobban a mérési adatokra, az  $R^2$  értéke ad felvilágosítást. Különböző illesztésekkel próbálkoztunk:

## 3. Konklúzió

Méréseink alapján előzetes hipotézisünk

A mérés során csak egy, vizuálisan detektálható állapothoz tartozó időt tudtunk mérni, melynek a következő hibái lehetnek:

- az opálosodáskor nem ismerjük a valódi tioszulfát-koncentrációt,
- a kén különböző hőmérsékleteken másképp oldódik vízben, így annak detektálásában is adódhat hiba,
- az opálosodás nem jól definiálható (mikor mondjuk egy adott állapotra, hogy már megfelelően opálos), így a mért idő is eltérhet.

Továbbá meg kell jegyezni, hogy

- az oldatok és a környezet termikus egyensúlya nincs biztosítva,
- az időmérésnek is van pontatlansága,
- az oldatok keveredése nem volt tökéletes.

#### 4. Irodalomjegyzék

*A letöltés dátuma 2014. augusztus 2.*

- Radnóti Katalin (1982): A Boltzmann-eloszlás alkalmazása kémiai példákra. *Fizikai Szemle*. 1982/5. 178-182.o.
- Tóth Eszter (1982): *Fizika IV*. Tankönyvkiadó. Budapest.
- Radnóti Katalin - Tóth Eszter (1986): *Tanári kézikönyv*. Gimnázium, Fizika IV. osztály. Tankönyvkiadó. Budapest.
- Nagy Mária, Radnóti Katalin (2013): Problémamegoldás a Boltzmann-eloszlás témakörében. *Fizikai Szemle*. LXIII. évfolyam. 7-8. szám. 257-261. oldalak. <http://wwwold.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz130708/nagy130708.html>
- Radnóti Katalin – Nagy Mária (2013): A Boltzmann-eloszlás középiskolai feldolgozásának lehetőségei
- I. rész. *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Kiadó. Szeged. 2013/2. október 3-15. oldalak
- II. rész. *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Kiadó. Szeged. 2013/3. december 3-11. oldalak
- III. rész *A Fizika Tanítása*. MOZAIK Kiadó. Szeged. 2014/1. március 3-16. oldalak
- <http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPfolyoirat.php?op=fizika>

## 2. ALKOHOL-VÍZ ELEGY VIZSGÁLATA AZ ÖSSZETÉTEL FÜGGVÉNYÉBEN

**Bugát Pál Országos Középiskolai Természetismereti Műveltségi Vetélkedő**  
Döntő – Laboratóriumi feladat

A mérést végezték:

Csapat száma:

Csapattagok:

A mérés dátuma: 2014. augusztus 29.

#### Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. A mérés célja	3
1.2. Mérőeszközök	3
1.3. A mérés menete	3
1.4. Hipotézis	4
1.5. A mérés elmélete röviden	4
2. Mért adatok és kiértékelés	4
2.1. Kapott adatok értelmezése, adatformálás	4
2.2. Görbeillesztés	5
3. Konklúzió	5
4. Irodalomjegyzék:	5

## 1. Bevezetés

### 1.1. A mérés célja

#### **A mérés célja:**

Előzetes hipotézisalkotás a cseppszám változására az összetétel függvényében, majd a hipotézis és a tényleges mérési eredmények összevetése.

### 1.2. Mérőeszközök

11 db kémcső  
kémcsőállvány  
két főzőpohár  
pipetta vagy büretta  
1 dl tiszta alkohol  
1 dl desztillált víz  
tálca

### 1.3. A mérés menete



1. ábra. A kémcsövek és a pipetta

A következő kísérletet végeztük el:

### 1.4. Hipotézis

A kísérletben azt várjuk, hogy



### 1.5. A mérés elmélete röviden

Mielőtt lecseppenne egy csepp, addig súlyát a pipetta végén lévő kör mentén ható felületi feszültségből származó erő tartja. Ez a következőképp írható fel:

$$\frac{V}{n_A} \rho_A g = 2r\pi\alpha_A,$$

ahol  $n_A$  a cseppek száma,  $V$  a mért térfogat ( $V$  és  $n_A$  hányadosa egy csepp térfogata),  $r$  a pipetta végén lévő kör alakú nyílás sugara,  $\alpha_A$  a felületi feszültség. Bármelyik anyag esetében teljesen hasonló összefüggés írható fel. A csepp a leszakadás előtt kicsit begyűrűzik, az  $r$  nem pontosan a pipetta sugara, de a különböző cseppeknél jó közelítéssel megegyezik, ezért ettől eltekinthetünk. Ez egy egyszerűsítés, szinte minden valós mérés esetén fel tennünk kell hasonló közelítéseket, egyszerűsítéseket.

## 2. Mért adatok és kiértékelés

### 2.1. Kapott adatok értelmezése, adatformálás

Megfigyelés:

A mért adatainkat táblázatba vezettük (1. táblázat).

alkohol (cm <sup>3</sup> )	víz (cm <sup>3</sup> )	cseppek száma 1 (cm <sup>3</sup> -ben)
10	0	
9	1	
8	2	
7	3	
6	4	
5	5	
4	6	
3	7	
2	8	
1	9	
0	10	

### 2.2. Görbeillesztés

Az összetétel - cseppszám ( $x$ - $y$ ) adatpárokat Descartes-féle koordináta-rendszerben ábrázoltuk (1. grafikon).

Arról, hogy a függvények közül melyik illeszkedik a legjobban a mérési adatokra, az  $R^2$  értéke ad felvilágosítást. Különböző illesztésekkel próbálkoztunk:

### 3. Konklúzió

Méréseink alapján előzetes hipotézisünk

A méréssel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy

- az elegyek hőmérsékletét nem tudtuk pontosan megmérni
- a mérés közben az elegyek párologtak, összetételük enyhén változott
- az térfogatmérésnek is van pontatlansága,
- az elegyek keveredése nem volt tökéletes.

### 4. Irodalomjegyzék

Budó Ágoston (1971): *Kísérleti fizika 1*. Tankönyvkiadó. Budapest.

Folyadékok felületi feszültségének mérése.

[http://fizipedia.bme.hu/index.php/Folyad%C3%A9kok\\_fel%C3%BCleti\\_fesz%C3%BClts%C3%A9g%C3%A9nek\\_m%C3%A9r%C3%A9se](http://fizipedia.bme.hu/index.php/Folyad%C3%A9kok_fel%C3%BCleti_fesz%C3%BClts%C3%A9g%C3%A9nek_m%C3%A9r%C3%A9se)

Utolsó látogatás 2014. augusztus 2.