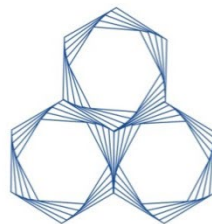


Középiskolai Kémiai Lapok



XLVIII.

2021/4.



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKÉZELŐ



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap, az Emberi Erőforrások Minisztériuma,
a Nemzeti Tehetség Program és a Magyar Tudományos Akadémia támogatja.

Középiskolai Kémiai Lapok

A Magyar Kémikusok Egyesülete
Kémia tanári Szakosztályának folyóirata

2021. október	XLVIII. évfolyam	4. szám
----------------------	-------------------------	----------------

Alapító: Dr. Várnai György

Főszerkesztő: Zagyi Péter

A szerkesztőbizottság:

Elnöke: Dr. Magyarfalvi Gábor

Tagok: Dr. Borbás Réka, Dr. Horváth Judit, Dr. Ósz Katalin,
Tóth Edina, Dr. Tóth Zoltán, Dr. Varga Szilárd, Zagyi Péter

Szerkesztőség:	Magyar Kémikusok Egyesülete, 1015 Budapest Hattyú u. 16. E-mail: kokel@mke.org.hu 06-1-201-6883
-----------------------	---

Kiadja: Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: Androsits Beáta

Terjeszti: Magyar Kémikusok Egyesülete

Előfizethető: postai utalványon a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest Hattyú u. 16. II. 8. címre vagy átutalással a CIB
Bank Zrt. 10700024-24764207-51100005 pénzforgalmi
jelzőszámon „MKE9068” megjelöléssel.

Készült: Europrinting Kft.

Megjelenik évente ötször.

Előfizetési díj a 2021. évre: 4000 Ft, mely összeg magában foglalja az áfát.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tagjai számára kedvezményes előfizetési
díj: 3000 Ft.

ISSN 0139-3715 (nyomtatott)

ISSN 2498-5198 (online)

<http://www.kokel.mke.org.hu>

A lapot az MTA MTMT indexeli és a REAL archiválja, továbbá az Országos
Széchényi Könyvtár (OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa és Archívuma
(EPA) archiválja.

A címlapfotó Hegedüs Kristóf munkája.

A kiadó számára minden jog fenntartva. Jelen kiadványt, illetve annak részleteit
tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel
– elektronikus, fényképes úton vagy módon – a kiadó engedélye nélkül
közzélni.

Dr. Kecskés Andrásné (1940-2021)

2021. július 19-én, 81 éves korában elhunyt Dr. Kecskés Andrásné. Lapunk minden olvasója ismeri nevét és munkáját, hisz évtizedeken át meghatározó szereplője volt a magyarországi kémiaoktatásnak, és kiváló tankönyvei még ma is eljutnak a diákok kezébe.

Kecskés Andrásné 1940. decemberében született Budapesten. A Veres Pálné Gimnáziumban érettségizett, és 1964-ben szerzett kémia-fizika szakos középiskolai tanári diplomát az ELTE-n. Sikeres tanári pálya (Pápa, Várpalota, Budapest) után és mellett került az Országos Pedagógiai Intézetbe a kémia tantárgy gondozójának.

Doktori címét Szegeden, módszertani témában szerezte. Évtizedeken át volt a Hevesy-verseny és az OKTV Kémia versenybizottságának ügyvezetője. Szerkesztője volt *A Kémia Tanítása* és a *Módszertani Lapok*, *Kémia* folyóiratoknak. Számos díja közül kiemelkedik a Rátz Tanár Úr Életműdíj (2004).

Nyugodjék békében!



SUFNILABOR



Vámos István

Építsünk potenciosztátot!

Bevezetés

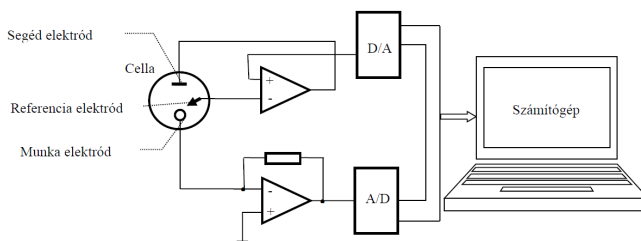
Az elektroanalitika három nagy témakörét oktatjuk a szakközépiskolákban: potenciometria, konduktometria és voltammetria. A „legmostohabb” körülmények között a voltammetria van. Jelen összeállítás a voltammetriát szeretné könnyebben megérthetővé tenni. Elsősorban azzal, hogy a leírás egy mindenki számára elérhető és megépíthető potenciosztátot is tartalmaz.

Számos potenciosztátot építettem – elsősorban az interneten található leírások alapján. Ezeknek az a nagy hátránya, hogy elektronikai ismereteket és komoly manuális gyakorlatot igényelnek (nyomtatott áramkör tervezés, SMD alkatrészek forrasztása stb.). Most olyan leírást adok közre, melyben kémia tanárok és diákok számára is olcsó, jól használható potenciosztát megépítését népszerűsíteném (a voltammetriás módszerek közül csak legegyszerűbb és legnépszerűbb ciklikus voltammetria leírását közlöm).

A potenciosztát persze önmagában csak eszköz. Diákok és tanárok számára a vele elvégezhető kísérletek lesznek a fontosak. A leírás második részében kipróbált kísérleti leírások találhatók. A potenciosztát segítségével tanulmányozhatók (és mérhetők) a redoxireakciók. Megmérhetjük például egy oldat C-vitamin-tartalmát, vagy tanulmányozhatjuk az $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+}$ redoxireakciót. Természetesen ez csak két egyszerű példa, a sort szinte vég nélkül lehetne folytatni.

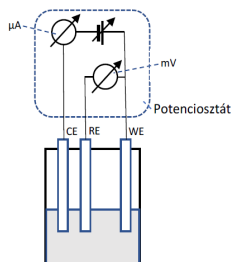
1. A potenciosztát

A potenciosztát nem kimondottan egyszerű felépítésű elektrokémiai műszer. A legegyszerűbb potenciosztát is néhány műveleti erősítőtől áll. A potenciosztátok manapság többnyire számítógéphez kapcsolódnak. A vezérlésnek és az adatfeldolgozásnak ez a legkézenfekvőbb lehetősége. Ez persze azt is jelenti, hogy a potenciosztát analóg/digitál (A/D konverter) és digitál/analog (D/A konverter) átalakítót is tartalmaz.



1. ábra. A potenciosztát elvi felépítése

A fenti ábránál egyszerűbben is elképzelhetjük a potenciosztátot. Lényege egy olyan változtatható potenciálú áramforrás, ahol az áramforrás két elektród segítségével (WE= munkaelektrod és CE= segédelektrod) a vizsgálandó oldatba merül. Van egy harmadik elektród is, a referencia elektród (RE), melynek potenciálja állandó (bármilyen oldatba is merítjük). Ehhez képest módosítjuk a munkaelektrod potenciálját. A mérés során a változó potenciál függvényében mérjük az oldaton áthaladó áramerősséget. Figyeljük, hogy milyen potenciálon indul meg a redoxireakció (minőségi jellemző); az áramerősség nagysága a vizsgált anyag koncentrációjával lesz arányos (mennyiségi jellemző).



2. ábra. Egy egyszerű voltammetriás mérőkör

A potenciosztát megépítése és programozása

Lássuk lépésenként a teendőket. Néhány elektronikai alkatrész megvásárlására lesz szükség. Van, amit elektronikai szaküzletben vehetünk meg, van, amit online rendelni érdemes. Az alkatrészjegyzék a következő:

5+1 db 10 k Ω -os ellenállás (0,125 W)

2+1 db 1 k Ω -os ellenállás (0,125 W)

2 db 10 μ F-os kondenzátor (16 V)

1 db 1000 μ F-os kondenzátor (16 V)

1 db 100 nF-os kondenzátor

2 db IC foglalat (14 lábas)

1 db TLV2264IN (vagy MCP604) integrált áramkör (DIL14) – más hasonló paraméterű ún.

4-es műveleti erősítő is megfelel

1db Seeeduino XIAO (*ezt rendelni érdemes (www.seeedstudio.com), ára 4,9 \$*)

1 db „C”-típusú USB kábel a számítógép és a Seeeduino összekötésére.

A listában szereplő +1 db 10 k Ω -os ellenállás, valamint az 1000 μ F-os kondenzátor és +1 db 1k Ω -os ellenállás a kipróbáláshoz szükséges ún. Dummy cellához kell (Dummy cella: a valódi mérőcellát helyettesítő elektromos kapcsolat; jelen esetben egy 10 k Ω -os ellenállás ill. egy 1 k Ω -os ellenállás sorba kötve egy 1000 μ F-os kondenzátorral).

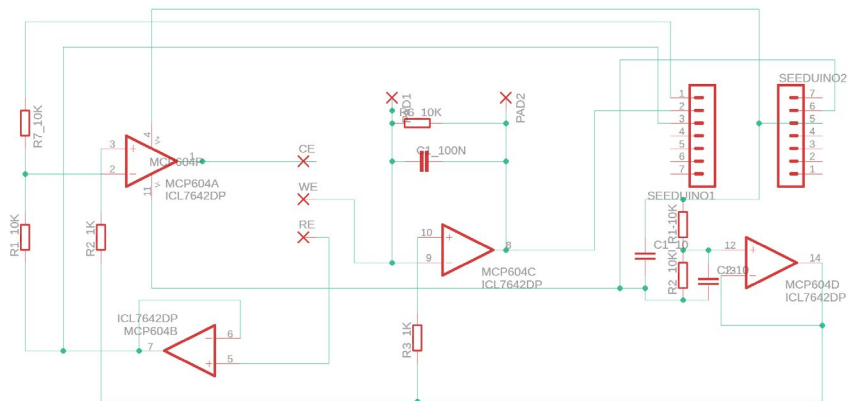
Az összes alkatrész ára együttesen maximum 3500 - 4000 Ft.

(IC, ellenállás, kondenzátor megrendelés pl. www.hestore.hu)

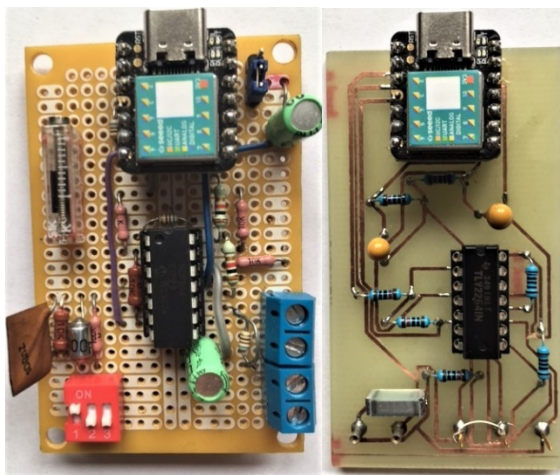
Nyomatott áramköri lapot igény esetén küldök;

istvan.vamos@gmail.com)

A kapcsolási rajzot (3. ábra) egy univerzális panelen is összeállíthatjuk, de sokkal megbízhatóbb és „elegánsabb”, ha nyomtatott áramköri lemezen (4a-b. ábra) készítjük el.



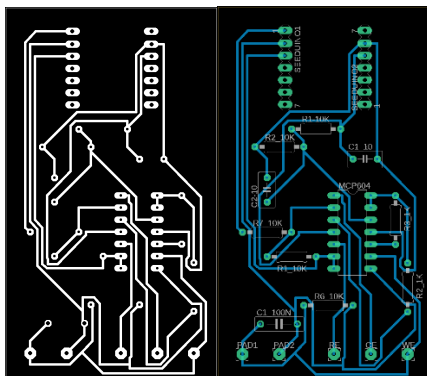
3. ábra. A potencióstát kapcsolási rajza



4a-b. ábra. A megépített potencióstát két változatban

A nyomtatott áramkört házilag is kimarathatjuk folírozott lemezből (mérete: 80x45 mm). Ennek elkészítésére számtalan internetes cikket, Youtube videót találhatunk.

(A potencióstát elkészíthető felületszerelt – SMD – változatban is. Az ehhez szükséges tudnivalókhoz keressék a szerzőt a fentebb megadott e-mail-címen.)



5. ábra. A nyomtatott áramköri rajz az alkatrészek beültetésével

Az alkatrészek beforrasztása után következik a kipróbálás. Ehhez számítógépünkre telepíteni kell egy „Arduino”-kat működtetni képes programot (Arduino IDE). Letöltése ingyenes (www.arduino.cc). Az általunk használt Arduino-klón (Seeeduino XIAO) nagy előnye, hogy 10 bites A/D átalakítóval és 12 bites D/A átalakítóval rendelkezik. Az Arduino működtetése és életre keltése egy kis programozási jártasságot igényel, de ez senkit ne riasszon vissza. A lépések könnyen követhetőek. Lásd: <https://wiki.seeedstudio.com/Seeeduino-XIAO/>

Az Arduino-k programozására is láthatunk itt példákat, de ezt megtanulni a potenciosztátunk működtetéséhez nem kell. Egyszerűen másoljuk be az alábbi sketch-et (sketch-nek nevezik az Arduino-k működtetéséhez használatos programokat).

```
int a=A0; //a DAC csatlakozás a Seeeduino-ra
int val=0; //a DAC változója;
float ct=A1; // az ADC bejövő változója, ez méri az áramerősséggel
arányos jelet
float fesz=A2; // az ADC bejövő változója, ez méri a cellán a feszültséggel
arányos jelet
float c=0 ; // áramerősség
float b=0; // feszültség
void setup () {
```

```

Serial.begin(9600);
pinMode(A0,OUTPUT);
pinMode(A1,INPUT);
pinMode(A2,INPUT);
}
void loop(){
//Start forward scan
  for(val=310; val<=730; val++){
    analogWrite(a,val);
    delay(60); //kb. 50 mV/sec scan-rate; Delay(30)>100 mV/sec
    c=analogRead(ct);
    b=analogRead(fesz);
    Serial.print((b-550)*-3.1);Serial.print(",");
    Serial.print((c-472)*0.31); Serial.print(",");
    Serial.println();
  }
//Start revers scan
  for(val=730; val>=310; val--){
    analogWrite(a,val);
    delay(60); // kb. 50 mV/sec scan-rate; Delay(30)>100 mV/sec
    c=analogRead(ct);
    b=analogRead(fesz);
    Serial.print((b-550)*-3.1); Serial.print(",");
    Serial.print((c-472)*0.31); Serial.print(",");
    Serial.println();
  }
}
}

```

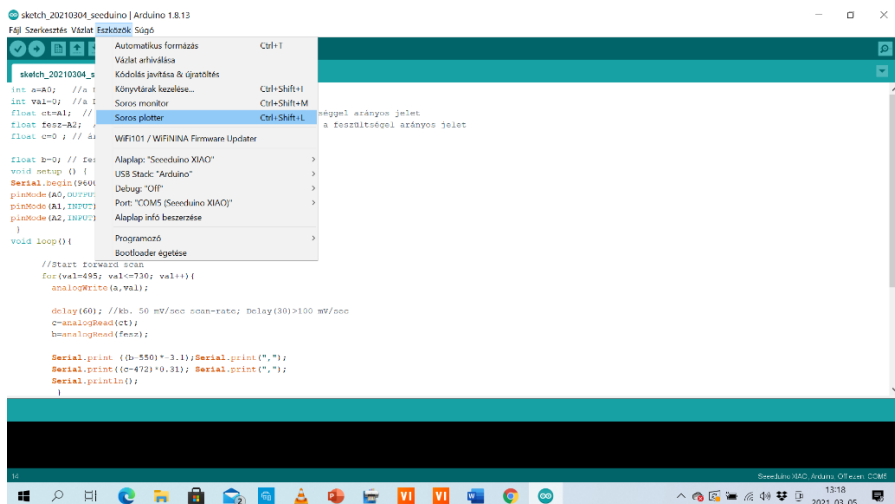
//Val:730>690 mV Val:495>0 mV>0 μ A Val:310>-544 mV

(a Val "bűvös" 730 és 310 határértéke a konkrét műveleti erősítőhöz lett megállapítva)

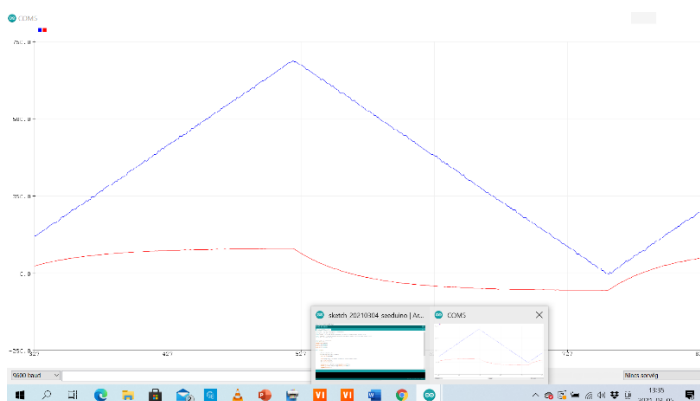
Néhány szó a programról. A kettős // -jel után írt magyarázó szöveget a program nem fordítja le. Kizárólag arra használatos, hogy a program változókat megmagyarázzuk. Pl. Az első program sorban közöljük, hogy az áramkörünk D/A-átalakítóját a Seeeduino A0-pontjához csatlakoztattuk. Programunkkal és a Seeeduino-val a megépített áramkörünkre növekvő feszültséget kapcsolunk (pl. 0 mV-tól 600 mV-ig) és közben figyeljük a CE-WE között átfolyó áramerősséget. Még mielőtt tényleges „kémiai” mérésbe kezdenénk, kössük össze a CE elektród bemeneti pontot az RE ponttal és ezen összekötött (rövidre zárt) pont és a WE közé kössünk egy 10 k Ω -os ellenállást. Ha áramkörünk jól működik, akkor a növekvő feszültségre növekvő áramerősséget kell kapnunk (Ohm-törvény).

Csatlakoztassuk a potenciosztátot az USB kábellel számítógépünkhöz. A program-sketch feltöltéséhez a megfelelő Arduino alaplapot és a COM portot ki kell választani.

A 6. ábrán látható, hogy az Alaplap: „Seeeduino XIAO”, a Port: „COM5 (Seeeduino XIAO)”. Kék színnel kiemelve látható a Soros plotter felirat. A sketch feltöltése után majd erre fogunk kattintani. De előtte fel kell tölteni a kis programunkat. A feltöltés a sötétebb zöldes-kék sávon található vízszintes nyíllal, pontosabban erre a nyílra való kattintással történik. Ha mindent jól csináltunk, akkor a legalsó sorban üzenetet kapunk a sikeres feltöltésről. Indulhat az ellenőrzés. A soros plotter-re kattintva megnyílik egy új ablak, ahol kék színnel a feszültség, piros színnel az áramerősség alakulását szemlélhetjük. Mindkettőnek azonos menetű folytonos „V”-alakú jelnek kell lennie. Ha a 10 k Ω -os ellenállás helyett egy kondenzátorral sorba kötött ellenállást iktatunk a WE-CE(RE) közé, akkor láthatjuk a kondenzátor feltöltése és kisütése során kialakuló áramerősséget (7. ábra).



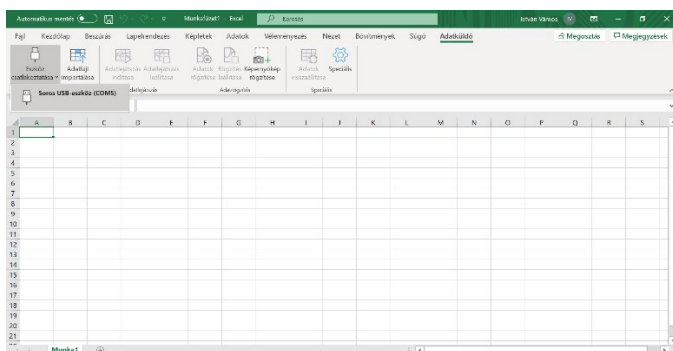
6. ábra Az Arduino IDE képernyője



7. ábra A feszültség profil (kék) és a $1000\ \mu\text{F}+1\ \text{k}\Omega$ -os „Dummy cella” által generált jel (piros)

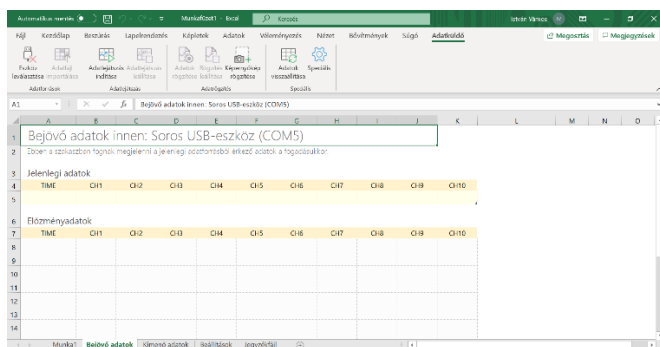
A gyári potenciosztátók készen megírt programokkal működnek. A DIY (do it yourself) potenciosztátunk működtetése és adatainak begyűjtése nehezebb. Főleg akkor, ha nem az idő függvényében szeretnénk látni a mért áramerősséget (az Arduino IDE csak ezt tudja), hanem a munkaelektrodra (WE) adott feszültség függvényében. Ennek programozása azonban messze meghaladja egy átlag felhasználó

tudását. Az EXCEL programnak van azonban egy bővítménye (Data Streamer = Adatküldő), ami kiegészíthet bennünket. Ehhez legelőször az EXCEL bővítményeiben be kell kapcsolni a fent említett funkciót. Potenciosztátunk továbbra is legyen csatlakoztatva a számítógéphez. Megnyitjuk az EXCEL programot. Bal alsó sarok: *Beállítások*, erre klikk, majd *Bővítmények*. Új ablak jelenik meg. Itt keressük meg a *Microsoft Data Streamer for EXCEL*. Lépjünk rá az egérrel és kijelölve kapcsoljuk be ezt a bővítményt. Ha sikerült, akkor az EXCEL programunk felső sorában megjelenik egy új felirat: „Adatküldő”. Erre klikkelve újabb ablak nyílik meg (8. ábra).



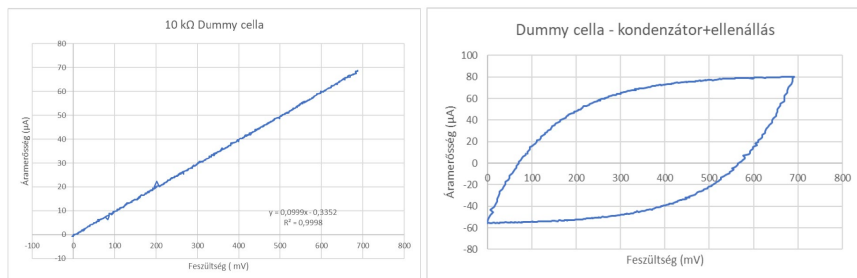
8. ábra. EXCEL – Data Streamer

Az *Eszköz csatlakoztatására* klikkelve megjelenik a „*Soros USB-eszköz (COM5)*” felirat. Természetesen más COM-port esetén nem a COM5 látható. Új ablak (9. ábra).



9. ábra. EXCEL – Data Streamer

Az alsó sorban klikk a „Beállítások”-ra, ahol módosítani kell az *Adatok időköze*, *Adatsorok*, *Adatcsatornák* értékeit, rendre: 60, 1000 és 2-re. Ezek után két oszlopot látunk már csak (a 10 helyett), és az adat lejátszás indítására az oszlopaink megtelnek adatokkal. Ha ezeket rögzíteni (azaz eltárolni szeretnénk egy file-ba), akkor az *Adatok rögzítése* ikonra kattintunk. Ha vége a rögzítésnek, akkor a *Rögzítés* leállítása, majd a *File*-ba mentés következik. Ezt követően lekapcsolódunk az Eszköztől (*Eszköz leválasztása*). Az *Adatfile* importálása után két oszlopban megjelennek a mért adataink. Ezt a két oszlopot kijelölve a szokásos módon grafikont készítünk (*Beszúrás*, *Diagramok* stb.). A korábban említett ellenállás és kondenzátor-ellenállás Dummy cellával kirajzolt görbéket az alábbiakban láthatjuk.

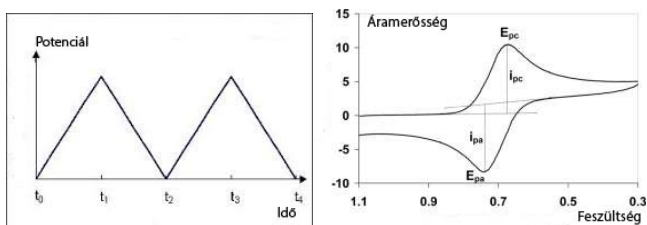


10. ábra. EXCEL – Data Streamer segítségével felvett adatok Dummy cellás grafikonjai

Itt szeretném megjegyezni, hogy a potenciosztáttal kb. $\pm 60 \mu\text{A}$ áramerősség mérhető, amit módosíthatunk, ha a TIA (harmadik műv. erősítő) ellenállás értékén változtatunk (vagyis méréshatárt válthatunk; ezt segíti a PAD1-PAD2). A ciklikus voltammetriában használt $V(\text{start})$ és $V(\text{stop})$ értékek a sketch-ben a val-változóval módosíthatók. A megépített potenciosztát kb. $\pm 600 \text{ mV}$ közötti értékek beállítását teszi lehetővé.

Pár szó a ciklikus voltammetriáról

A ciklikus voltammetriánál háromszög alakú polarizációs feszültség-idő függvényt alkalmazunk. A ciklus felénél polaritást váltunk, ez lehetővé teszi, hogy az első fél ciklusban lejátszódó elektródfolyamat terméke az ellentétes polarizáló hatásra visszaalakuljon a kiindulási anyaggá.



11. ábra. A ciklikus voltammetria jellegzetes feszültség-idő ill. áram-feszültség görbéje

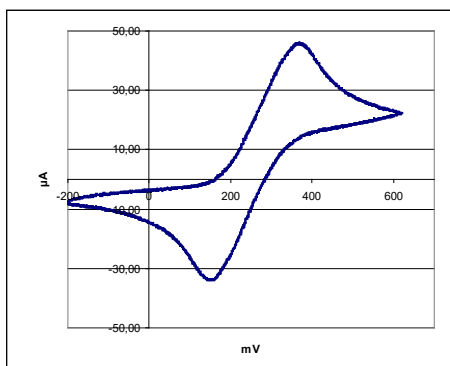
2. Kísérletek a potenciosztáttal

Ciklikus voltammetria (1)

Szükséges anyagok

(a) 5 mM-os $K_3Fe(CN)_6$ 1 M KNO_3 oldatban

Feszültségtartomány: 600 – (–200) mV ; S_{rate} : 0,05 (V/s);



12. ábra A $K_3Fe(CN)_6$ -oldat ciklikus voltammetriás görbéje

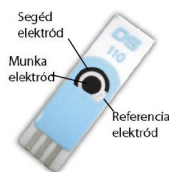
Ha az első félciklus oxidáció: $Fe(CN)_6^{4-} \rightarrow Fe(CN)_6^{3-} + e^-$

a második fél ciklus redukciós folyamat: $Fe(CN)_6^{3-} + e^- \rightarrow Fe(CN)_6^{4-}$

A ciklikus voltammogram egyik legfontosabb információja az elektródreakció reverzibilitása!

(b) Hasonló kísérleti körülmények között tanulmányozhatjuk az $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ redoxirendszert vas(III)-klorid oldatban (FeCl_3 koncentráció: 5% 100 mM 1 M-os HCl oldatban).

Az utóbbi időben beszerezhetővé váltak olcsó szitanyomott elektródok (Screen Printed Electrode; SPE). Ilyenkel készültek a CV-görbék. Ennek hiányában kísérletezhetünk 2 grafitceruza béllel (WE és CE) ill. egy Ag-dróttal (RE).



13. ábra. Szitanyomott (SPE) elektród

Ciklikus voltammetria (2)

C-vitamin-tartalom meghatározása ciklikus voltammetriával

Feszültségtartomány: 100 – 450 mV ; S_{rate} : 0,02 (V/s);

Mérés kalibrációs oldatsorozat segítségével

Törzsoldat: 10 g/dm³ aszkorbinsavoldat (0,250 mg/25 ml-es mérőlombik)

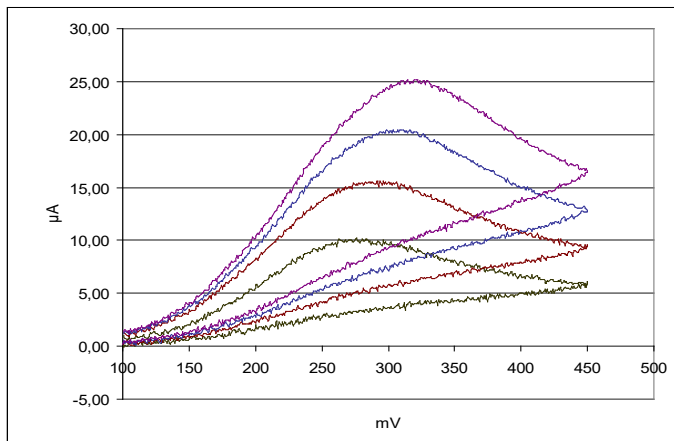
Puffer: pH= 4,6 Na-acetát puffer (56 ml 96%-os ecetsav + 37 ml 25%-os NH_3 -oldat/1 dm³)

Ismeretlen minta: 100 μL törzsoldat (10 ml deszt. víz+1 ml puffer) – **91 mg/L C-vitamin**

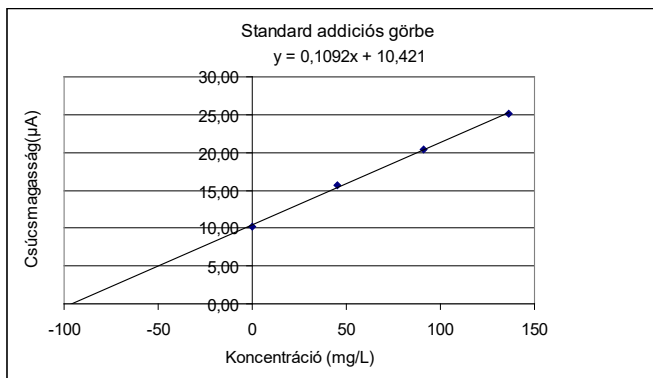
Standard addíció: 3 x 50 μL törzsoldat

Standard addíciós görbe alapján az **ismeretlen minta C-vitamin-tartalma: 95,4 mg/L**

(x-tengely koncentráció, y-tengely csúcsmagasság az EXCEL-ből)



14. ábra. A C-vitamin ciklikus voltammetriás görbéi



15. ábra. A C-vitamin-mérés standard addíciós görbéje

Mi lett belőled ifjú vegyész?

Széchenyi Gábor, fizikus, egyetemi adjunktus, ELTE TTK

Mikor nyertél vagy értél el helyezést kémiaversenyeken?

Valamikor régen, 2002-2006. között jártam a szolnoki Verseghegy Ferenc Gimnáziumba, és abban az időben fizika, matematika mellett kémiából is eljártam versenyezni. Az Irinyi-versenyen negyedik és hatodik helyezést, a kémia OKTV-n pedig tizedik és tizenötödik helyezést értem el. Nagy szívfájdalmam, hogy a kémiai diákolimpiára nem jutottam ki, habár a válogatóversenyen elért helyezésem alapján mehettem volna, de időpontja ütközött a fizikai diákolimpiáéval. A fizikai diákolimpiáról, Szingapúrból, egy ezüstéremmel tértem haza.



Ki volt a felkészítő tanárod? Hogyan gondolsz vissza rá?

A szolnoki Verseghegy Ferenc Gimnáziumban (Pogányné) Balázs Zsuzsanna kémiatanárnő jó érzékkel több évfolyamból összeválogatott egy kémia iránt elkötelezett társaságot. Délutáni szakkörökön töltötte agyunkba a szükséges kémiai ismereteket. Kézzel írt és fénymásolt papírokon osztotta meg velünk válogatott, gonoszabbnál gonoszabb kémiai feladatait. Később minden „felesleges” óráról elkért minket, hogy minél több időt tudjunk a laborban tölteni. Habár én eltávolodtam a kémiától, a csoportból mára számos kiváló vegyész kupálódott ki.

Milyen indíttatásból kezdted el a kémiával komolyabban foglalkozni?

A kémiában leginkább a számolási problémákat szerettem, ezeket viszonylag jól és gyorsan meg tudtam oldani, így kémiatanáraim már általános iskolában motiváltak, hogy vegyek részt versenyeken. Az

ezeken elért jó eredmények extra motivációt adtak, hogy a kémia szárazabb részeit (pl. szerves vegyületek neveit) is megtanuljam. Később rájöttem, hogy az atomok világa milyen izgalmas, és az elektronok, protonok, mennyire máshogy viselkednek, mint azt „józan paraszti ésszel” gondolnánk. Ez a varázslatos mikrovilág annyira magával ragadott, hogy szerettem volna megérteni az itt uralkodó törvényeket, azaz a kvantummechanikát. Innen pedig már egyenes út vezetett a fizika felé.

Ismerted-e diákkorodban a KÖKÉL-t?

Igen, több éven át küldtem a feladatait. Okozott néhány álmatlan éjszakát.

Hozzásegítettek-e a pályaválasztásodhoz a versenyeken elért eredmények?

Már hamar kikristályosodott bennem, hogy valamilyen természettudományból szeretnék továbbtanulni. Sokáig vacilláltam, hogy a kémia vagy a fizika legyen az, végül is a fizikára esett a választásom. Leginkább azért, mert nem igazán szerettem a laborban dolgozni. Állandóan bűdös volt, a nadrágjaimat mindig szétette a kénsav, a kezeim állandóan sárga foltosak voltak a salétromsavtól. Elméleti fizikusként pedig ezektől mentesülhettem.

Mi a végzettséged és a pillanatnyi foglalkozásod? Maradtál-e a kémiai pályán?

Fizikusként végeztem és az akadémiai pályán maradtam, jelenleg az ELTE Anyagfizikai Tanszéken dolgozom adjunktusként. Kutatási területem szilárdtestfizika, mely a kristályos anyagokban lévő elektronok tulajdonságait tárgyalja, ezen belül azt vizsgálom, hogyan lehet ezeket az elektronokat kvantumszámítások elvégzésére felhasználni. Kutatáson túl a tehetséggondozásból is kiveszem a részemet, részt veszek a fizikai diákolimpiákra (IPhO, IYPT) történő felkészítésben, valamint tagja vagyok a KöMaL (a KÖKÉL matekos-fizikás testvére) fizika szerkesztőbizottságának.

Van-e kémikus példaképed (akár kortárs is)? Miért pont ő?

A középiskolás padtársam, majd egyetemi szobatársam, Nagy Péter, akitől retteghetnek az eddig megoldatlan kvantumkémiai problémák.

Mindig is irigyeltem hatalmas munkabírását. Általánosságban is tisztелеm a kémikusokat, mert bizony a fizikusok sokszor „lustának” tűnnek mellettük ☺

Mit üzensz a ma kémia iránt érdeklődő diákoknak?

Ha ezt a részt olvasod, akkor már a KÖKÉL a kezvedbe/képernyődre került, tehát már jó helyen vagy, a kémia téged is meg fog fertőzni. Használjátok ki az időt, próbáljátok minél több ismeretet magatokba szívni a tanáraitoktól, a könyvekből, az internetről. Becsüljétek meg kémiatanáraitokat, mert egy „kihalásra ítélt faj utolsó élő egyedei”! Ha kémiából akartok továbbtanulni, nem kell aggódnod az elhelyezkedés miatt, vegyészre és kémiatanárra biztos szükség lesz. Főleg az utóbbira.

Mi az, amit mindenképp szeretnéd, ha megtudnának rólad? Pl. Mi a hobbid - a kémián kívül? Van-e kedvenc anyagod (ha igen, miért éppen az)?

A természettudományokban a felfedezés varázsa teljesen megbabonázott, az, hogy újabb és újabb dolgokat lehet megtanulni és megérteni. A munkám során is legjobban azt szeretem, amikor a fizika egy újabb szeletében merülhetek el, és fedezhetem azt fel. De az élet egyéb területein is keresem az újdonságokat, így újabb és újabb hobbit próbálok ki, szeretek túrázni, szerelgetni, cukrászkodni, makettezni, szépirodalmat olvasni, társasjátékozni...

Mestersége kémiatanár – Berek László

Bemutakozás

A Magura-dombság völgyében megbújó kis szilágysági városban, Szilágysomlyón születtem és töltöttem gyermekkoromat. Iskoláim megkezdésekor egy 50-50 százalékból kétajkú település volt, aminek természetes velejárója volt, hogy mindkét nyelvet azonos szinten beszéltük mi magyar diákok. Abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy úgy az általános iskolai, mint a középiskolai tanulmányaimat magyar nyelven folytathattam. A középiskolát a Simion Barnutiu Elméleti Líceumban végeztem. A kolozsvári Babes-Bolyai Egyetem



kémia-fizika szakára nyertem felvételt, mely szakon egy évet végeztem magyar nyelvű képzésben. Az első év után államközi szerződés ösztöndíjasaként kerültem az ELTE TTK fizika-kémia szakára és itt végeztem egyetemi tanulmányaimat. Ötödéven félállásban kémiát tanítottam a Pesterzsébeti Műszaki Szakközépiskolában, miközben gyakorlótanításom az ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskolában teljesítettem. Itt kezdtem el tanári pályámat. 17 évig voltam az iskola kémia vezetőtanára. Több mint 10 éven át tanítottam a Budakalász Gimnáziumban estis hallgatókat. A 2000-es évek elejétől tudományos munkatársként az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet Követelmény- és Vizsgafejlesztő Központ (Országos Közoktatási Intézet) kémia tantárgygondozója voltam, miközben megtörtént a kétszintű érettségi bevezetése. Ettől kezdődően az Oktatási Hivatalban a kémia tételkészítő bizottság elnöke vagyok. Bizottsági tagként vettem részt a kémia OKTV bizottság munkájában. Napjainkban a VSzC Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium tanára vagyok.

Miért választotta a tanári pályát? Miért éppen a kémia tantárgyat választotta?

A középiskolai éveim alatt a kémia, a fizika és a matematika határozta meg a mindennapokat. Mindhárom tantárgyat nagyon magas szinten oktatták tanáraim, és egyértelművé vált, hogy ezek fogják meghatározni a továbbtanulásom. Soha nem gondolkodtam azon, hogy tanár leszek. Szerettem nap mint nap foglalkozni mindhárom tantárggyal, de főképp a kémiával. Kémiából és matematikából nagyon erős alapokat kaptam, amire mind a mai napig támaszkodhatok.

Milyen tervekkel vágott neki a pedagógusi pályának? Mennyiben valósultak meg ezek?

Negyedéves voltam az egyetemen, amikor tudatosult bennem, hogy tanárként fogok végezni. Fogalmam sem volt, hogy ez mit jelent, mivel jár, ezért vállaltam ötödéven egy félállást, hogy kipróbáljam magam ebben a közegben. Kémiázni akartam, minél többet, és átadni azt, amit tudok. Elkapott és megtetszett, élveztem a gyakorlótanítás egy évét. A pályám kezdetén csak a szakmára tudtam koncentrálni, hogy minél gyorsabban összeálljon a fejemben, amit és ahogyan csinálni akarok. Kiss Zsuzsanna tanárnőnek köszönhetem, hogy a versenyeztetés, a tehetséggondozás lett az életcél. Ez lett az a világ, amiben ki tudott teljesedni a saját kémiám a diákok által.

Volt-e az életében tanárpéldakép, aki nagy hatással volt önre?

Nagyon sok kollégával dolgozhattam együtt az évek során. Senkit nem szeretnék megbántani azzal, hogy kihagyom a felsorolásból. A Radnóti Gimnázium kémia és fizika munkaközösségeinek, az Apáczai Gimnázium és Fazekas Gimnázium kémia munkaközösségeinek, az OFI (OKI) projektekben együtt dolgozóknak, az OKTV bizottság tagjainak, az OH kémia tételkészítő bizottság tagjainak, az Irinyi-versenyen részt vevő kollégáknak nagyon sokat köszönhetek, mindenkitől sokat tanultam.

Mit gondol, mitől jó egy kémiaóra?

Soha nem úgy megyek be órára, hogy ez most egy tanóra. Szeretek problémákat felvetni és ezekre felfonni a tárgyi tudás elvárásait. A

diákok szeméből lehet pontosan kiolvasni, hogy milyen volt az óra, amit én inkább velem eltöltött 45 percnak neveznék.

Ön szerint milyen a „jó” gyerek?

Soha nem kellett intőt adnom vagy szülőt behívatnom diák miatt. Mindig őszintén megbeszéltük diákjaimmal, ha bármilyen probléma felmerült. Nem az a jó gyerek, aki szereti a kémiát és minden pillanatban jól viselkedik. Ha el tudom érni, hogy a gyerek megnyíljon nekem és ne a kémia tanárát lássa bennem, mindenkiben ott lesz az, amitől ő mindenképpen „jó”.

Van kedvenc anyaga vagy kedvenc kísérlete? Miért éppen az?

Sok kedvenc kísérletem van, de ha egyet kellene kiemelnem, akkor a d-mező kationjainak vizsgálata: csapadékok, komplexek. Látványos és színes.

Ha csak egyetlen (vagy néhány) kémiaórát tarthatna, arra milyen témát választana?

Örök kedvenc a többértékű gyenge savak vizes oldatának pH számítása. Ebben mutatkozik meg igazán a matematika, ha csak alapműveletekkel rendelkező számológépet használhatsz. Mindenképp olyan témát választanék, ahol ötvözhetők a két tantárgyból tanultak.

Volt-e olyan pillanat vagy esemény a pályáján, amit különösen emlékezetesnek tart?

Mióta nincs közöttünk, gyakran eszembe jut Szabó Szabolcs tanár úrral történt megismerkedésem. Az első győri Irinyi-döntőmre utaztam egy kis radnóti csapattal. A vonaton ismerkedtünk meg, és egy életre szóló barátság lett. Nagyon sokat köszönhettem a tanár úrnak, rengeteg tapasztalatát osztotta meg, segített abban, hogyan legyek sikeres versenyfelkészítő.

Hogyan látja a kémiaoktatás jelenlegi helyzetét?

Akik a döntéseket hozzák, fel sem mérik mekkora károkat okoztak az évek során. Átgondolatlan, szakmaiatlan döntések születnek a legfelsőbb szinteken. A NAT és kerettantervek szakmai anyagait más és más csapatok dolgozzák ki, egyeztetések és a tanárok aktív bevonása nélkül. Rossz és menthetetlen, amíg ez a szemlélet megmarad.

Mivel foglalkozik legszívesebben, amikor éppen nem dolgozik? Mit osztana meg a munkáján kívüli életéből?

Gyerekkorom óta horgászom. Ez a kedvenc időtöltésem, szigorúan csak ragadozó halakra, mert nem szeretem az egyhelyben ülős pecát. Természetesen a kifogott halat mindig visszaengedem. Nagyon sok kenus vándortábort vezettem több folyón is, így a kenuzás szeretete megmaradt. A Tisza-tó a kedvenc helyem, így több év után talán mondhatom, hogy kiismerem magam a tavon, habár nem egyszerű. A progresszív rockzene a kedvencem. Szeretem hallgatni, miközben egy erős H-jelű feladatot próbálok megoldani a Kökélből.

Mit tanácsolna a kezdő tanároknak, vagy azoknak, akik tanári pályára készülnek?

Egész eddigi pályám során kerestem a kihívásokat és próbáltam minden területen helyt állni. A diákok által folyamatosan fejlődtem. Azt tanácsolom, hogy keressék az érdeklődő és tehetséges diákot, ápolják, időt és energiát nem kímélve dolgozzanak a fejlődésén, mert ez nagyon meghálálja magát.

Milyen tervei vannak az elkövetkezendő évekre?

Továbbra is szeretném segíteni diákjaimat abban, hogy megtalálják az utat, amin elindulnak, és ha ebben tudom őket segíteni azzal, amit átadhatok, ennél többet nem kívánhatok.

GONDOLKODÓ



Kedves Diákok, kedves Tanárok!

A KÖKÉL két feladatmegoldó pontversenye a 2021/2022-es tanévben is négy fordulóban zajlik.

Az **K** jelű feladatokat minden a kémia iránt érdeklődő középiskolásnak szánjuk. A feladatok nehézsége szélesebb skálán mozog. Lesznek a kémiai feladatmegoldással ismerkedőknek szóló könnyebb, valamint gyakorlottabb, versenyekre, érettségire készülő diákoknak szánt közepes nehézségű kérdések is. Továbbra is igyekszünk a tankönyvi típuspéldáknál érdekesebb, helyenként akár formabontó kérdéseket is kitűzni. A megoldók három kategóriában (9., 10. és 11-12. osztály) versenyeznek.

A **K** feladatsor fordulónként változó számú, 5-8 feladatot tartalmaz, de nem feltétele a részvételnek mindegyik megoldása. Sőt, az összesítésnél a versenyzők legjobb 5 beküldött feladatát számítjuk csak be fordulónként. Kivételt a 11-12. évfolyamos diákok képeznek, náluk a nehezebb (csillagozott) példák megoldása elvárás, nem szorítkozhatnak csak a könnyebb példákra. A **K** pontversenybe 2-3 fős csapatok jelentkezését is várjuk!

A haladóknak szóló **H** feladatokkal bárki megpróbálkozhat, de ezek között több lesz az olyan probléma, amely megköveteli más források, pl. kémiai szakkönyvek vagy korábban a KÖKÉL hasábjain megjelent segédanyagok forgatását.

A **H**-val jelölt feladatok a magyar diákok felkészülését is segítik a nemzetközi diákolimpiákra. Az egyik cél az, hogy a résztvevők megismerkedjenek azokkal a témakörökkel, amelyek szerepelnek a következő olimpián, bár a magyar középiskolai anyag nem tartalmazza őket. Az ilyen

feladatok mellé alkalmanként oktatóanyagokat is közlünk, vagy a korábban megjelent anyagokra utalunk.

A **H** pontverseny másik célja az, hogy azok is eljuthassanak az olimpiai válogatóra, akik életkoruk vagy egy elrontott dolgozat miatt nincsenek az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny élmezőnyében. Ugyanis meghívót kapnak a válogatóra a **H** pontverseny legjobbjai is. A 10-11. osztályosokat külön is biztatjuk a részvételre, hisz őket a tanultak a későbbi évek válogatóin, olimpiáin is segíthetik. Tapasztalataink azt mutatják, hogy az olimpiai csapatba bekerülő négy fő többsége részt vett a levelezőn, tehát érdemes időt fordítani az év közbeni munkára is.

Örömmel fogadunk **feladatjavaslatokat** a pontversenyekhez, mind tanároktól, mind versenyzőktől, a kokel@mke.org.hu e-mail címen.

A pontversenyekbe történő nevezés elektronikusan, a <http://kokel.mke.org.hu> weblapon át lehetséges. Itt az adatain kívül mindenkitől nyilatkozatot is kérünk arról, hogy a megoldásokat önállóan készíti el. A feladatok kijavítása után e-mailben **értesítést küldünk** az egyes feladatokban elért pontszámokról, amellet, hogy a helyes megoldásokat – az eddig megszokott módon – egy későbbi lapszámban közöljük.

A megoldások **elektronikus beküldése** is a fenti honlapon keresztül történik. Feltétlenül szükséges a postán küldött megoldásokat ugyanitt **regisztrálni**. Az alábbi formai követelményeket várjuk el a beküldött anyagoktól:

- 1. Az egyes feladatmegoldások külön papírlapokra vagy fájlalba kerüljenek, hogy a javítók között szétoszthatók legyenek.**
- 2. A beküldött/beszokott anyagok fehér papírra (ne füzetlapokra) készüljenek.**
- 3. Minden egyes lapon, vagy PDF fájlban szerepeljen a példa száma, a beküldő neve és iskolája (a bal felső sarokban).**
- 4. A feltüntetett határidők azt jelentik, hogy a dolgozatot legkésőbb a megadott napon kell beküldeni vagy postára adni és regisztrálni.**

Feladatok

Szerkesztő: Borbás Réka, Magyarfalvi Gábor, Zagyi Péter

A megoldásokat 2021. november 28-ig lehet a kokel.mke.org.hu honlapon keresztül feltölteni, vagy postára adás után regisztrálni. A formai követelmények figyelmes betartását kérjük. A postacím:

KÖKÉL Gondolkodó

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A **K** feladatsorra beküldött megoldásokból a legjobb 5 feladatot számítjuk csak be fordulónként. A 11-12. évfolyamos diákok esetében a nehezebb (csillagozott) példák mindenképp bekerülnek az 5 közé.

K396. Vendel 23 éves lett. Ezt megelőzően 22 éves volt, jövőre 24 éves lesz. Lépjük meg olyan kémiai részecskékkal (atomokkal, ionokkal, molekulákkal), amelyek 22, 23 vagy 24 elektront tartalmaznak! A legértékesebb ajándék a 23 elektronos, de örülni fog a másik kettőnek is. Viszont ne lépjük túl a kémiai realitás határait!

(Zagyi Péter)

K397. Vendel szereti az olyan képleteket, amelyekben nincs sem szám, sem kisbetű. (Persze, hogy a volfrám-karbid inspirálta.)

Keress ilyeneket, amelyek két, három, négy, esetleg még több betűből állnak!

(Zagyi Péter)

K398. Vendel sosem várta még ennyire a születésnapját. 23 éves lett, a 23-as rendszámú elem pedig a vanádium. Annak vegyjele V, ami Vendel nevének kezdőbetűje.

Mivel különleges elemről van szó, arra gondolt, hogy az ajándékba kapott vanádiumot nem is a polcon tartja, a korábbi években kapottak mellett, hanem saját testébe beépítve. A piercing nem vonzotta, így

valamilyen orvosi implantátumban kezdett gondolkodni. Olvasta ugyanis, hogy a Ti – 6Al – 4V ötvözetet elterjedten használják ilyen célra. (A számok az ötvözetek ilyen jelölésében az adott elem tömegszázalékát jelentik.)

- a) *Vajon milyen tulajdonságai alapján lehet alkalmas a fenti ötvözet az említett célra?*
- b) *23 mmol vanádium beépítéséhez mekkora tömegű fenti ötvözetet kellene felhasználni?*

Vendel, ismerjük, nem egészen úgy gondolkodik, mint az emberek többsége. Most például azon mesterkedik, hogy a magába építendő Ti–Al–V ötvözet minden szempontból 23 legyen: 23 mg, 23 mmol, 23 $m/m\%$ vagy 23 $n/n\%$. Például legyen az ötvözet össz-anyagmennyisége 23 mmol, a V-tartalma 23 mg, az Al-tartalma és a Ti-tartalma pedig 23 $m/m\%$.

- c) *Lehetséges ez a kombináció? Válaszodat számítással igazold!*
- d) *Létezik olyan Ti–Al–V ötvözet, amelyre teljesül valamilyen „all-23” kombináció (teljes ötvözet-Ti-Al-V)? Ha igen, mi az összetétele?*
- e) *Ha nincs ilyen, akkor létezik-e olyan összetétel, ahol a teljes ötvözet-Ti-Al-V négyesből három 23 lesz (mg, mmol, $m/m\%$ vagy $n/n\%$)?*

(Zagyi Péter)

K399. Vendel terve az volt, hogy súlyos balesetet szenved, amely például olyan csonttörésekkel jár, hogy a rögzítéshez szükséges legyen valamilyen implantátum (csavar, szög, lemez stb.). Két dolog riasztotta el. Az egyik az volt, hogy a súlyos balesetet veszélyesnek tartotta, a másik pedig az, hogy olvasott arról, hogy az ilyen ötvözetekből kioldódó vanádium káros lehet.

Valóban, manapság kezd kiszorulni a használatból a Ti – 6Al – 4V ötvözet, helyette például a Ti – 6Al – 7Nb és a Ti – 15Zr – 4Nb – 4Ta van terjedőben.

Egy kísérletben e három ötvözet korróziós tulajdonságait vizsgálták.

Mindhárom ötvözetből készítettek egy 20 mm × 40 mm × 1 mm méretű lemezkét, és 50 ml oldatba helyezték. (Többféle oldattal is elvégezték a kísérletet.) 7 napon át 37 °C-on, 95% levegőt és 5% szén-dioxidot tartalmazó gázelegyenben tartották, majd az oldatból mintát véve

meghatározták abban az egyes fémek koncentrációját. (Az, hogy a fémek pontosan milyen kémiai formában voltak jelen az oldatban, nem számított az analízisnél.)

Ún. vakpróbaként elvégezték a fémek koncentrációjának meghatározását magukban a tiszta oldatokban is, a fémlemez behelyezése nélkül.

Az alábbi adatokat közölték eredményként:

	Ti – 6Al – 4V			Ti – 6Al – 7Nb			Ti – 15Zr – 4Nb – 4Ta			
	Ti	Al	V	Ti	Al	Nb	Ti	Zr	Nb	Ta
1,2 m/m% cisztein	1,07	0,09	0,03	0,77	0,068	0,015	0,26	0,008	–	–
0,05 m/m% HCl	1,59	0,12	0,06	1,12	0,09	0,018	0,38	–	0,02	–
1,0 m/m% tejsav	1,77	0,12	0,06	1,74	0,14	0,13	0,54	0,044	0,019	0,011

A kioldódott fém tömege felületegységre vonatkoztatva ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

- a) *Alkoss egy képletet arra vonatkozóan, hogy a fent leírt mérési módszerben egy fémre meghatározott két koncentrációadattól hogyan számították ki a táblázatban szereplő adatot! Használj egyértelmű jelöléseket!*
- b) *Melyik ötvözet bizonyult a leginkább korrózióállónak?*
- c) *Egyenletes kioldódást feltételezve, másodpercenként hány fématom távozott a Ti – 6Al – 4V fémlapból a tejsavoldatban?*
- A Vendelbe beépítendő implantátum, mint tudjuk, 23 mg vanádiumot fog tartalmazni. Az alakját vegyük kockának. A Ti – 6Al – 4V ötvözet sűrűsége $4,5 \text{ g}/\text{cm}^3$.
- d) *1 év alatt vanádiumtartalmának hányad része oldódna ki ennek a fémtárgynak, ha az oldódás mértékét a tejsavoldatban mérttel vesszük azonosnak?*

(Zagyi Péter)

K400. Vendel komoly elhatározást tett a 23. születésnapján: soha többé nem pisil bele az úszómedencébe.

Korábban ezt többször megtette, mert úgy tudta, a vizelet gyakorlatilag steril, és a nagy térfogatú medencében elkeveredve semmilyen

érzékszervi problémát nem okoz. Sőt, a medencék vize úgyszólván klóros, lehet abba egy kis pisi.

Ekkor még nem tudta, hogy éppen a medencevíz klórtartalma a legnagyobb gond. A vizeletben (és az izzadságban is egyébként) számottevő mennyiségben vannak jelen nitrogéntartalmú szerves vegyületek, és ezek klórral való reakciója során kis molekulájú, illékony anyagok is keletkeznek. Jórészt ezeknek köszönhető a „klórszag”, de irritációt, esetleg komolyabb egészségkárosodást is okozhatnak. Ilyen például a nitrogén-triklorid, a klóramin, a triklórmetán, a mono-, di- és triklór-nitrometán.

a) *Milyen nitrogéntartalmú vegyületeket tartalmazhat a vizelet?*

b) *Írd fel az említett illékony reakciótermékek képletét!*

Kanadai kutatók érdekes, egyszerű módszert találtak annak megbecslésére, hogy mennyi vizelet kerül egy medencébe. Megmérték a frissen feltöltött medence vizének aceszulfám-K-koncentrációját azután, hogy bizonyos ideig használták azt a fürdőzők. Az aceszulfám-K ugyanis a felhasználók nagy többségének vizeletében jelen van, mégpedig többé-kevésbé ismert átlagkoncentrációban. A medencébe pedig máshogy gyakorlatilag nem juthat be, csak a vizelettel.

c) *Miért olyan elterjedt komponense a vizeletnek az aceszulfám-K?*

Egy 420 m³-es medence frissen feltöltött vizében négy alkalommal is meghatározták az aceszulfám-K koncentrációját (nanomol/literben) a záráskor. (A vizet egy adott napon belül nem cserélték, nem tisztították.)

	$c(\text{AceK}) / \text{nmol} \cdot \text{l}^{-1}$	használók száma
1.	0,82	428
2.	0,86	399
3.	0,67	375
4.	0,75	442

Korábbi kutatásokból ismert adatként az adott városban lakók vizeletének átlagos aceszulfám-K-koncentrációját 2,36 µg/ml-nek vették.

d) *Számítsd ki, hogy átlagosan hozzávetőleg hány liter vizelet került naponta a medencébe!*

e) *Számítsd ki, hogy egy használó átlagosan mennyi vizeletet juttatott a medencébe!*

f) *Becsüld meg, hogy az emberek hány százaléka pisilt bele a medencébe!*

(Zagyi Péter)

K401*. Vendel mindig is ki szeretne volna deríteni, hogy melyik a legkisebb szénatomszámú szobahőmérsékleten szilárd szénhidrogén. Sokáig azt hitte, hogy az oktadekán a megoldás.

a) Vajon mire alapozhatta ezt a vélekedését?

Végül rátalált két, azonos szénatomszámú szénhidrogénre, amelyek között az eredeti kérdésfeltevés szerint holtversenyt hirdetett.

Az egyik molekulájában csak primer és kvaterner szénatomok vannak. (Az ilyen molekulák közül ez a második legkisebb.)

A másik molekulájában viszont kizárólag tercier szénatomok találhatók.

b) Rajzold fel a két szénhidrogén szerkezetét!

(Zagyi Péter)

K402*. Vendel elkészítette élete első „ismeretlen fémes” feladatát. A fém természetesen nem **X**-szel vagy **M**-mel, hanem **V**-vel jelölte. A feladat így szól:

A **V** fém kloridjának 1,00 grammját tiszta oxigénben magas hőmérsékleten hevítve 0,746 g oxidot kapunk, amelyet kalciummal redukálva 0,418 g elemi fém nyerhető.

*a) Mi a **V** fém?*

b) Írd fel a reakcióegyenleteket!

(Zagyi Péter)

K403*. Vendel második ismeretlen fémes feladata finoman szólva sem túl barátságos. A fém jelölésén ne lepődjünk meg.

A **W** fém oxigén és vízgőz jelenlétében illékony oxid-hidroxiddá alakul. Legalábbis elképzelhető, hogy ez történik, mert kicsit kevés volt a minta, amivel dolgoztak, és kimondottan nehéz volt a termék azonosítása. Mindenesetre, ha ez történik, akkor ez a bizonyos fém-oxid-hidroxid-molekula 24,8%-kal nehezebb a fématomnál.

*a) Mi a **W** fém?*

b) Miért nem vizsgáltak nagyobb mintát a fémből?

(Zagyi Péter)

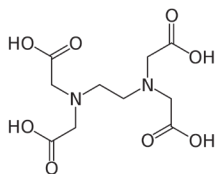
H351. A különféle sók feldolgozása és tisztítása fontos feladat a szerves vegyiparban. *Keress példákat az alábbi jellegű reakciókra! Írd fel rendezett egyenletüket, és ahol nem nyilvánvaló, utalj a reakció körülményeire is! Csak a megemlített anyagok vesznek részt a reakciókban.*

- nemfémes elem és só reakciójában másik só keletkezik
- fémes elem és só reakciójában másik só keletkezik
- két só reakciójában egy harmadik keletkezik
- fémes elem és egy só reakciójában két másik só keletkezik
- oxid és egy só reakciójában másik só keletkezik

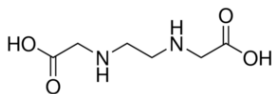
(ukrán feladat)

H352. A vanádium vizes oldatbeli kémiája meglehetősen bonyolult, különösen a magasabb oxidációs állapotaiban (+4 és +5). Mindenesetre a V^{2+} , V^{3+} , VO^{2+} és VO_2^+ kationok jól ismertek.

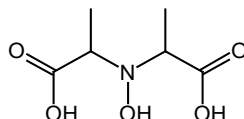
Ezekkel a kationokkal számos komplexet is előállítottak, többek között az alábbi ligandumokkal:



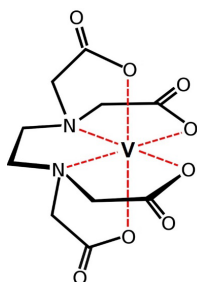
H₄A



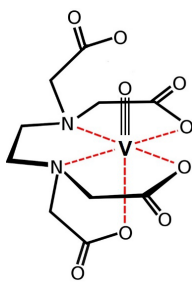
H₂B



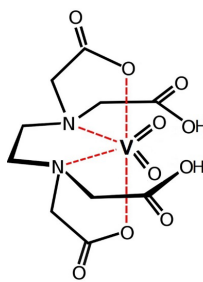
H₃C



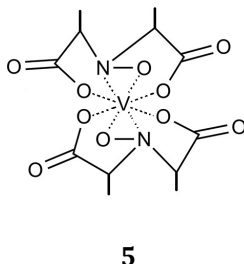
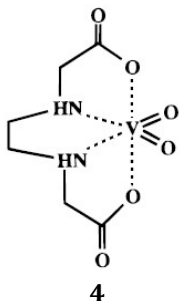
1



2

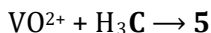
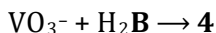


3



(Egyik szerkezeten sem ábrázoltuk a töltéseket.)

- a) Írd fel a megadott komplexek képződésének ioneqyenletét az előző ábrákon használt jelölésekkel! (A V oxidációs állapota egyik folyamatban sem változik.)



- b) A megadott komplexek között vannak olyanok, amelyeknek vannak sztereoizomerjei. Melyek ezek, és hány sztereoizomer létezhet?
- c) Vendel nagy mitológíarajongó. Emíatt a **4** komplex a kedvence. Vajon miért? (Segít a válaszadásban, ha kideríted a $\text{H}_2\mathbf{B}$ molekula nevének szokásos rövidítését.)

(Zagí Péter)

H353. A klímaberendezések töltésére az utóbbi évtizedekben elsősorban halogénezett szénhidrogéneket használtak. Ezekkel kapcsolatban azonban két komoly környezeti probléma is felmerült.

- a) Mi ez a két probléma?

A legújabb generációs fluorozott szénhidrogének használata már mindkét problémára megoldást jelenthet. Ezek legfontosabb képviselője egy szénhidrogén tetrafluor-származéka, melynek széntartalma 31,59 m/m%.

- b) Határozd meg az összegképletét, és rajzold fel a lehetséges konstitúciókat!

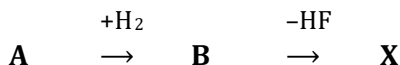
Tudjuk, hogy a molekulának nincsenek sztereoizomerjei.

c) *Mely szerkezetek felelnek meg ennek a kritériumnak?*

További szerkezetvizsgálatok alapján a molekula tartalmaz metilidén-csoportot ($=CH_2$).

d) *Ennek alapján mi lehet a kérdéses molekula szerkezete?*

A vegyület (**X**) ipari előállítás az **A** vegyületből történik az alábbi reakcióséma szerint:



e) *Milyen típusú reakció az első, ill. a második lépés?*

A második reakciólépésben a Zajcev-szabály érvényesül.

f) *Mi lehet az A és a B vegyület szerkezete?*

Vizsgálták az **X** vegyület éghetőségét is. Ennek azért is lehet jelentősége, mert gépjárművek klímaberendezéseiben is felhasználják, és egy esetleges tűz bekövetkezésekor nem éreketlen, hogy milyen égéstermékekkel kell számolni. Tulajdonképpen már az sem nyilvánvaló, hogy tűzveszélyes anyagról van szó, de az égéstermékei is kissé szokatlanok. Víz egyáltalán nem képződik, de a két várt égéstermék mellett egy harmadik anyag is keletkezik. A termékek mólaránya az említés sorrendjében 2:2:1.

g) *Írd fel az égés egyenletét!*

(Zagyi Péter)

H354. Az atomi réteg leválasztás (vagy ALD az angol Atomic Layer Deposition nyomán) egy ultraprecíz eljárás, ahol akár atomnyi vastagságú rétegeket tudunk előállítani prekursor reagensek alkalmazásával egy ún. szubsztrát anyag felületére. Az eljárás menete röviden: a szubsztrátot behelyezzük egy kamrába, ahol egyenként reagáltatjuk a prekursorokat oldat- vagy gázfázisban. Így a folyamat könnyen irányítható, és általában szinte nulla hibaszázalékkal dolgozhatunk.

Egy ilyen eljárásban $SrTiO_3$ (stroncium-titanát) szubsztrátra növesztenek FeSe rétegeket. A kapott vékonyréteg szupravezető, azaz egy ún. kritikus hőmérséklet (T_c) alatt gyakorlatilag nincs elektromos ellenállása.

a) *Mikor jobb egy szupravezető kritikus hőmérséklete: ha magasabb, vagy ha alacsonyabb? Indokold a válaszodat!*

A SrTiO_3 kristályszerkezete megegyezik a perovszkitével, a kalcium-titanáttal. Ezek elemi cellája úgy néz ki, hogy középen van a titán, a csúcsokon a stroncium- vagy kalciumatomok, és a lapok közepén az oxigének foglalnak helyet. A cella köbös, azaz alakja egy szabályos kocka. Az elemi cella élhossza a perovszkitban $3,842 \text{ \AA}$ és a SrTiO_3 -ban $3,985 \text{ \AA}$.

b) Mi a titán és mi az alkáliföldfém koordinációs száma ebben a szerkezetben? Számold ki a két anyag sűrűségét!

Az ALD sebességét UC/min-ben szokták mérni. Az UC az angol 'Unit Cell' („elemi cella”) elnevezésnek felel meg. A FeSe kristályszerkezete esetében ez az elemi cella /perc mennyiség megfelel annak, hogy percenként hány FeSe egységekből felépülő réteget lehet lerakítani a szubsztrátra.

Egy ALD kamrában $0,5 \text{ UC/min}$ -es sebességgel raknak le FeSe-t SrTiO_3 alapra. Az alapterülete 1 mm^2 . Az eljárást egy óráig folytatták.

c) Számold ki, hogy összesen hány réteg lett lerakva, és hogy ezeknek mekkora a tömege az adott mintán, ha az FeSe sűrűsége $4,72 \text{ g/cm}^3$!

Az egyszerűség kedvéért tekinthetjük a FeSe elemi celláját is köbösnek a számolás során.

Elemi szelént úgy szokás előállítani, hogy szelén-dioxidot reagáltatnak vízzel, hogy szelénessavat kapjanak, majd a kapott savoldaton át kén-dioxiddal buborékolgatva nyerik az elemi szelént, és melléktermékként kénsavat kapnak.

d) Add meg a szelénessav képződésének és az elemi szelén előállításának egyenletét!

(Saracco Lucio)

H355. Két izomer szénhidrogén tapasztalati képlete egyaránt CH_2 . Egyik sem színteleníti el a brómos vizet, és csak egy-egy monoklórszármazékuk van. Viszont az egyiknek hat, a másiknak hét diklórszármazéka létezik (ha az optikai izomereket nem számoljuk).

Mi ez a két vegyület? Az optikai izomereket külön számolva végül is hány diklórszármazékuk van?

(orosz feladat)



KERESD A KÉMIÁT!

Szerkesztő: Keglevich Kristóf

Kedves Diákok!

A 2021/2022-es tanév első KÖKÉL-számával újból elindul a „Keresd a kémiát!” rovat is. Ez a korábbiakhoz hasonlóan lapszámról lapszámra megjelenve négy feladatsorból áll majd. Minden feladatsor 30 pontot fog érni. Ezekben a feladatokban a kémia szelídebb, rokonszenvesebb arcát mutatja; nem bonyolult matematikai ismereteitekre, térlátásotokra vagy komoly kémiai háttértudásra épülő kreatív ötleteitekre vagyunk kíváncsiak, hanem egy-egy irodalmi vagy történelmi idézet, egy kép kapcsán kis kutatást kell végeznetek az interneten, esetleg az iskola könyvtárában. Józan paraszti eszeteket is használjátok! A feladatok célja, hogy valami érdekességre vezessenek el Titeket. (Idézeteket és feladatjavaslatokat bárkitől szívesen fogadunk.)

Nevezetek! Ügyeltünk arra, hogy kilencedikesként már elég rutinotok legyen a válaszok beküldésében, de – remélhetően – az érettségizők is tanulhatnak újat a feladatokból. Bízunk benne, hogy a kutatás izgalmasnak bizonyul majd.

A feladatmegoldások beküldése előtt mindenki nevezzen be a pontversenybe a **<http://kokel.mke.org.hu>** honlapon! A megoldásokat is a fenti honlapon át lehet majd beküldeni. A postai beküldés is lehetséges, de a levélben küldött megoldásokat is feltétlenül **kérjük ugyanezen a honlapon regisztrálni** (hogy ne veszessenek el)! A feltöltött vagy postázott megoldások formai követelményei megegyeznek a Gondolkodó rovatban megadottakkal.

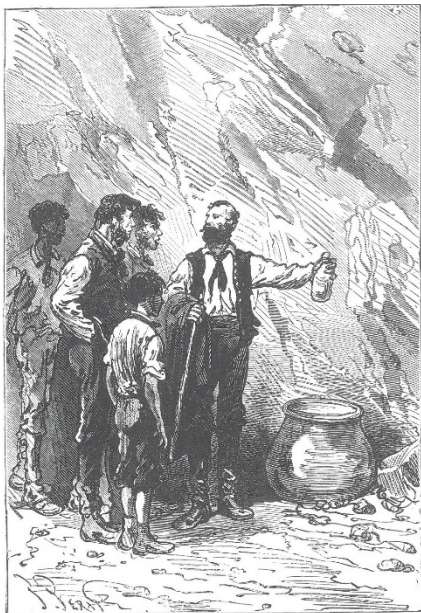
Postai cím: Keglevich Kristóf, Fazekas Mihály Gimnázium, 1082 Bp. Horváth Mihály tér 8.

Beküldési határidő: 2021. november 28.

Sikeres munkát, jó versenyzést kívánok mindenkinek!

1. idézet (8 pont)

„E két anyag mindegyike egyaránt elbontja, szappanná alakítja a zsíradékot, és ezáltal glicerint választ ki, márpedig a mérnök éppen erre törekedett, mert glicerinre volt szüksége. Mészben, mint tudjuk, nem láttak hiányt a telepések; ám Cyrus Smith jól tudta, hogy a mész hozzáadásával előállított szappan maga is meszes, vízben oldhatatlan, következképpen nem használható; ha viszont marólúgot alkalmaznak erre a célra, akkor oldódó szappanhoz jutnak, és annak jó hasznát vehetik a mosásnál és a tisztálkodásnál. Mármost, mint gyakorlati ember, Cyrus Smith marólúggal akart szappant készíteni. Vajon nehéz feladatot jelentett-e neki,



hogy valahonnan szert tegyen marólúgra? Egyáltalán nem, hiszen a partot tömegével borította el a sok tengeri növény: sargassum, jégvirág és a rengeteg moszatféle, hínár és alga, márpedig ezekből is csinálhat marólúgot. Összegyűjtöttek hát jókora csomó tengeri növényt, valamennyit megszárazították, és nyílt gödrökben, szabad levegőn elégették. A növények elhamvasztása több napig tartott; a telepések olyan hőfokra szították a lángot, hogy abban még a hamu is megolvadt, s a tüzelés eredménye nagy darab szilárd, szürkés kolonc lett: ez az anyag régóta természetes szóda néven ismeretes. Amikor ez is meglett, a mérnök a lúgot belekeverte a zsírba, s ez részint oldható szappant eredményezett, részint pedig egy semleges vegyhatású folyadékot: a glicerint.”

(Jules Verne: A rejtelmes sziget (1875) – fordította: Majtényi Zoltán)

Kérdések:

- Add meg a marólúg képletét!
- Tekintsük úgy, hogy a szappan hatóanyaga a nátrium-sztearát ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$). Mi annak az oka, hogy a „mész hozzáadásával

készített szappan” nem oldódik vízben? Miért okozhat problémát ez a jelenség a Mecsekben?

- c) Mi az a sargassum?
- d) A fák hamujának lúgos jellegű összetevője a hamuzsír. Mi a képlete? Vélhetően milyen más, hasonló összetételű és szintén lúgosan oldódó anyag található a „szürkés koloncban”?
- e) A hamuzsír egy só. Hogyan lehetséges, hogy vizes oldata mégsem semleges kémhatású? Igazold ezt egyenlet felírásával!

(Keglevich Kristóf)

2. idézet (13 pont)

„Az iparban a kénsav előállításához többnyire költséges berendezéseket állítanak üzembe. Tekintélyes telepekre, különleges szerkezetekre, platina eszközökre, saválló ólomrekeszekre, miegymásra van szükség a folyamat gyári kivitelezéséhez. A mérnöknek efféle készülékek természetesen nem lehettek a birtokában, azt viszont tudta, hogy néhol, legkivált Csehországban, sokkal egyszerűbb eszközökkel is gyártanak kénsavat, s annak még más előnye is van: töményebb. Az ilyen eljárással készült kénsavat általában nordhauseni sav néven ismerik.

Cyrus Smithnek most már csak egyetlen műveletet kellett végrehajtania, hogy kénsavhoz jusson: zárt edényben hevítene a vas-szulfát kristályokat; ennek az úgynevezett »kalcinációnak« az eredményeképpen kénsavgőz keletkezik, és annak lecsapásával végül is: folyékony kénsav.

Ehhez a művelethez kellett a tűzálló edények, amelyekbe beleszórták a kristályokat; a kemencébe pedig begyűjtötták, hogy annak a hőjével párolják le a kénsavat. Az eljárás tökéletesen sikerült, és május 20-án, tizenkét nappal az egész munka megkezdése után a mérnök hozzájutott ahhoz a hatékony vegyszerhez, amelyet annyi módon kívánt fölhasználni a jövőben.

Mármost vajon miért kellett neki ez a hatóanyag? Egészen egyszerűen salétromsavat akart készíteni vele [...]”

(Jules Verne: A rejtelmes sziget (1875) – fordította: Majtényi Zoltán)

Kérdések:

- a) Ma mi a kénsavgyártás alapanyaga, honnét nyer a vegyipar ként?
- b) Hol működik Magyarország legnagyobb kénsavgyára?
- c) Mire használják ma nagy mennyiségben a kénsavat? Hozz négy példát!
- d) Nézz utána, miért volt szükség a 18. században egyre több kénsavra! Add meg egy jellemző korabeli fölhasználását!
- e) Ahogy Verne is írja, a nordhauseni kénsav igen tömény. Ez azért van, mert igazából nem is kénsav, hanem óleum. Mit jelent ez?
- f) Keletkezik-e kénsav, ha vegytiszta vas(II)-szulfátot (FeSO_4) hevítünk? Valójában miből indultak ki az ún. nordhauseni kénsavgyártás során, aminek hevítésével valóban kénsavgőzök jöttek létre?
- g) Milyen folyamatot nevezünk kalcinálásnak az alumíniumgyártás során? Írd fel az egyenletét!
- h) Eredetileg melyik reakcióról kaphatta nevét a kalcináció / kalcinálás? (Segítség: a folyamatban szén-dioxid is képződik.) Írd fel az egyenletét és add meg közismert magyar nevét!
- i) Mit jelenthet a kalcináció legtágabb értelemben?
- j) Milyen anyagot kell a kénsavhoz adni, hogy salétromsav keletkezzék?
- k) Vajon miért kellett a salétromsav és a glicerin Cyrus Smithnek?

(Keglevich Kristóf)

3. idézet (9 pont)

„Lestyák a szárnyéknál maradt, és azon töprengett, mihez fogjon, merre menjen. Nehéz fejében szétfolytak a gondolatok, mint a megolvadt ólom, tagjait zsibbasztó lankadság fogta el, lelkét az önvád diribdarabra tépdélé: »Rosszul cselekedtem, önző gyávaság volt.«”

Mikszáth Kálmán: A beszélő köntös (1899)

Kérdések:

- a) Az ólom olvadáspontja viszonylag alacsony ($327\text{ }^{\circ}\text{C}$), ez összefügg fémrácsának szerkezetével. Az atomtörzsek egymáshoz való illeszkedése alapján milyen típusú fémrácsa van az ólomnak? Nevezd meg

további három, szobahőmérsékleten ugyanilyen rácsban kristályosodó fémét!

- b) Keres három ólomtartalmú ötvözetet, amelyek olvadáspontja alacsonyabb, mint magáé az ólomé! Add meg, milyen elemi fémekből állnak! Hogyan hívjuk azokat az ötvözeteket, amelyekre igaz, hogy olvadáspontjuk alacsonyabb, mint az alkotó elemeké? (Természetesen az ötvözetek olvadáspontjának pontos értéke függ az összetételüktől!)
- c) Nézz utána és egy-két mondatban magyarázd meg, miért *lead pencil* a grafitceruza angol neve! Az ólom melyik tulajdonságával függ össze ez a sajátos névadás?
- d) Mi volt az ólom azon jellemző alkalmazási területe, ahol az ókori Rómában és 1910–1950 között Budapesten egyaránt használták?

(Keglevich Kristóf)

KÉMIA IDEGEN NYELVEN



Az idei tanév későbbi számaiban tervezzük elindítani a német nyelvű szakszövegek fordítási versenyét.

Kémia angolul

Szerkesztő: Tóth Edina

Kedves Diákok!

A *Kémia angol nyelven* verseny a 2020/2021-as tanévben is folytatódik; várjuk fordításaitokat.

A fordításokat a KÖKÉL 2010/4. számának 281-282. oldalán megjelent irányelvek alapján pontozzuk ebben a tanévben is.

Maximálisan **100 pontot** lehet kapni hibátlan fordításra. Ha valaki nem tudja befejezni a teljes szöveget határidőre, dolgozatát akkor is küldje be, hiszen a részszöveg fordításával elért pontok is beleszámítanak a pontversenybe.

A pontversenyre benevezni, és megoldásokat beküldeni a **<http://kokel.mke.org.hu>** weblapon keresztül lehetséges.

A pontverseny első három helyezettje jutalomban részesül.

A formai követelményekre (lásd a Gondolkodó rovatot) ügyeljenek: **minden egyes lapon szerepeljen a beküldő neve!**

Beküldési határidő: 2021. november 28.

Jó fordítást, jó versenyzést kívánok!

Előszóban

Amikor szervetlen kémiával foglalkozunk, mindig felmerül a diákokban, hogy mi van azzal a sok elemmel, amivel nem, illetve alig tanulunk. Ezek egy része „esszenciális”, azaz szükséges az élő szervezetek normális

növekedéséhez és fejlődéséhez. Más elemek pedig mérgezőek. Ezért az évindító feladatban esszenciális és mérgező elemekkel ismerkedünk.

The Essentiality of Boron

Boron is an essential micronutrient in plants. The element is believed to play a major role in the synthesis of one of the bases for RNA formation and in cellular activities, such as carbohydrate synthesis. After zinc, boron is the most common soil deficiency worldwide. The class of plants known as dicots have much higher boron requirements than monocots. Crops most susceptible to boron deficiency and that often require boron supplements are alfalfa, carrot, coffee, cotton, peanut, sugar beet, sunflower, rutabaga (swede) and turnip.

There is growing evidence that boron is an essential element for mammals, possibly in bone formation.

The Toxicity of Aluminum

Aluminum is the third most abundant element in the lithosphere. Despite its ubiquitousness in the environment, it is a highly toxic metal. Fortunately, under near-neutral conditions aluminum ion forms insoluble compounds, minimizing its bioavailability. Fishes are particularly at risk from aluminum toxicity. Research has shown that the damage to fish stocks in acidified lakes is not due to the lower pH but to the higher concentrations of aluminum ion in the water that result from the lower pH. In fact, an aluminum ion concentration of 5 micromol/dm³ is sufficient to kill fish.

Human tolerance of aluminum is greater, but we should still be particularly cautious of aluminum intake. Part of our dietary intake comes from aluminum containing antacids. Tea is high in aluminum ion, but the aluminum ions form inert compounds when milk or lemon is added. It is advisable not to inhale the spray from aluminum-containing antiperspirants because the metal ion is believed to be absorbed easily from the nasal passages directly into the bloodstream.

Aluminum is the most common metal ion in soils; hence, it is also a concern in 30 to 40 percent of the world's arable soils, where acid soil releases aluminum ions. For some crops, such as corn, it is second only to drought as a factor decreasing crop yields—sometimes by as much as

80 percent. The aluminum ion enters the plant root cells, inhibiting cell metabolism. Farmers in poorer countries cannot afford the regular application of powdered limestone to increase soil pH and immobilize the aluminum as an insoluble hydroxo compound. Some plants are naturally resistant to aluminum because their roots excrete citric or malic acids into the surrounding soil. These acids form complexes with the aluminum ion, preventing it from being absorbed into the roots. Genetic engineers are now working on the introduction of citric acid-generating genes into important food crop species, which will hopefully lead to better crop yields.

The Essentiality of Silicon

Silicon is the second most abundant element in the Earth's crust, yet its biological role is limited by the low water solubility of its common forms, silicon dioxide and silicic acid, H_4SiO_4 . At about neutral pH, silicic acid is uncharged and has a solubility of about 2 millimol/dm³. As the pH increases, polysilicic acids predominate, then colloidal particles of hydrated silicon dioxide. Although the solubility of silicic acid is low, on the global scale it is enormous, with about 2×10^{11} tonnes of silicic acid entering the sea per year. It is the continuous supply of silicic acid into the sea that enables marine organisms such as diatoms and radiolaria to construct their exoskeletons of hydrated silica.

On a smaller scale, plants require the absorption of about 600 L of water to form about 1 kg of dry mass; thus, plants consist of about 0.15 percent silicon. The silica is used by the plants to stiffen leaves and stalks. In some plants, it is also used for defense. Farther up the food chain, herbivores ingest considerable amounts of silica. A sheep consumes about 30 g of silicon per day, though almost all is excreted. Humans are estimated to consume about 30 mg per day, about 60 percent from breakfast cereal and 20 percent from water and drinks. It is the water-dissolved silicic acid that is bioavailable to our bodies.

The most convincing way to illustrate the essentiality of an element is to grow an organism in the total absence of that element. This is a very difficult but not impossible task. Studies with both rats and chicks showed that silicon-free diets resulted in stunted growth for both animals. Addition of silicic acid to the diet rapidly restored natural growth. The question obviously arose as to the function of the silicon. Chemical studies showed that silicic acid did not react or bind with

organic molecules. Thus, incorporation into some essential biosynthetic pathway seemed highly unlikely. The answer seems to lie with its inorganic chemistry. Aluminum is ubiquitous in the environment and this element is highly toxic to organisms. Addition of silicic acid to a saturated neutral solution of aluminum ion causes almost complete precipitation of the aluminum in the form of insoluble hydrated aluminosilicates.

Evidence that silicon did act in a preventative role was provided by a study of young salmon. Those in water containing aluminum ion died within 48 hours. Those in water containing the same concentration of aluminum plus silicic acid thrived. It is now generally accepted that indeed silicon is essential to our diet to inhibit the toxicity of the naturally present aluminum in our foodstuffs.

Although silicon is an essential element, lung-absorbed silica is highly toxic. The hazards of asbestos are well-known. It can cause two serious lung diseases: asbestosis and mesothelioma. The dust of any silicate rock will also cause lung damage, in this case, silicosis. The fundamental cause of the lung problems is due to the total insolubility of the silicates. Once the particles stick in the lungs, they are there for life. The irritation they cause produces scarring and immune responses that lead to the disease state.

The Toxicity of Tin

Although the element and its simple inorganic compounds have a fairly low toxicity, its organometallic compounds are very toxic. Compounds such as hydroxotributyltin, $(C_4H_9)_3SnOH$, are effective against fungal infections in potatoes, grapevines, and rice plants. For many years, organotin compounds were incorporated into the paints used on ships' hulls. The compound would kill the larvae of mollusks, such as barnacles, that tend to attach themselves to a ship's hull, slowing the vessel considerably. However, the organotin compound slowly leaches into the surrounding waters, where, particularly within the confines of a harbor, it destroys other marine organisms. For this reason, its marine use has been curtailed.

Source: Geoff Rayner-Canham, Tina Overton - Descriptive Inorganic Chemistry, Fifth Edition - W. H. Freeman (2009)

MŰHELY



Kérjük, hogy a MŰHELY című módszertani rovatba szánt írásait közvetlenül a szerkesztőhöz küldjék lehetőleg e-mail mellékleteként vagy postán a következő címre: Dr. Tóth Zoltán, Debreceni Egyetem Kémia Szakmódszertan, 4002 Debrecen, Pf. 400.

E-mail: tothzoltandr@gmail.com.

Pesthy Sándor Gergely

A játékosítás alkalmazási lehetőségei a kémiaoktatásban

Bevezetés

Cikkem egy egyetemi kurzusra, a „Kémia tanítás módszertana” c. tárgyra készült évfolyamdolgozat átíratra. Ezúton is szeretném megköszönni Dr. Szalay Luca tanárnő segítségét, melyet a cikk megírásában nyújtott.

A gamifikáció vagy játékosítás napjaink oktatásának egyre fontosabb kulcsszavává válik. A kereskedelmi, és sokhelyütt a kormányzati szférában már korábban is használt módszer Prievara Tibor, középiskolai angoltanár munkásságának köszönhetően robbant be a magyarországi köztudatba (Prievara, 2015).

A gamifikáció alatt a játékmecchanizmusok az élet nem játékos területein való alkalmazását értjük. Ezzel rokon, mégis sokban különböző fogalmak a komoly játék (serious game) valamint a szórakozva tanítás (edutainment).

Cikkemben a gamifikációs rendszerek működési alapjait, valamint a rendszer kémiaoktatásbeli felhasználási lehetőségeit mutatom be.

A játékosítás tényezői

A mai gyerekek, fiatalok igen sok időt töltenek számítógépes játékokkal, sőt vannak játékok, melyeket a köznyelv „függőséget okozóként” tart számon. A számítógépes játékok e hallatlan sikerességét Fromann három fontos tényezővel indokolja. Ezek az optimális terhelés, az ideális beszíntezés, és az ideális jutalomrendszer (Fromann Richárd, 2016).

Az optimális terhelés kialakításának lényege, hogy a játék olyan feladatok, kihívások elé állítja a játékost, melyek összhangban vannak képességeivel. A pszichológiában ez a „legközelebbi fejlődési zóna” néven ismeretes, mely arra utal, hogy egy adott tanulási környezet akkor hat a legpozitívabban a gyermek fejlődésére, ha mindig az aktuális fejlettségi szintje felett van, de mindig csak egy lépéssel (N. Kollár Katalin, 2004). Az optimális terhelés esetén, azaz, ha a játékos mindig a legközelebbi fejlődési zónájában működhet, megsokszorozza a sikerélmény szerzésének lehetőségét is.

Az ideális beszíntezés kialakítása során mindig egy végső, nagy cél meghatározása történik, majd – mivel ez a játékos számára túl távoli, így kevésbé motiváló – ezt fel kell osztani kisebb, könnyebben elérhető közép-, és rövidtávú célokra. A rövidtávú célok, és az ehhez kapcsolódó jutalmak, megerősítések biztosítják a folytatáshoz szükséges motiváció elérését. Ezek a pozitív visszacsatolások az ideális jutalomrendszer részét képezik, melynek két fontos sarokköve az azonnaliság, és a teljesítmény mértékével való arányosság (Fromann Richárd, 2016).

Játékmechanizmusok

A következőkben – a teljesség igénye nélkül – bemutatom azokat a játékelemeket, melyeket átemelhetőnek tartok a kémiatanítás gyakorlatába.

A legismertebb, és legáltalánosabb mechanizmusok a fejlődés érzetét megadó pontok (points), pontgyűjtő rendszer, és az ehhez kapcsolódó szintek (levels). A játékos bizonyos tevékenységekért pontokat kaphat, és bizonyos mennyiségű pont elérése után „szintet léphet”, ezzel új lehetőségeket, képességeket, vagy – főleg a videójátékok esetében – új pályákat nyitva meg magának. Sajnos sokszor az oktatásban használt

gamifikációs rendszerek kimerülnek egy ilyen pontrendszer kidolgozásában, pedig sokkal több lehetőség rejlik még a játékmechanizmusok alkalmazásában.

A pontgyűjtéshez és a szintek eléréséhez kapcsolódó fontos elem az „előrehaladás” (progression) mely leginkább vizuális elem. Célja, az azonnaliság megteremtése, valamint az, hogy a játékos folyamatosan lássa, milyen szinten van, illetve a következő szintig mennyit kell még teljesítenie.

Az iskolai gamifikációs projektekben nagyon hasznosak lehetnek még a különböző küldetések (quests), a „kombók” (combos) valamint a bónuszok (bonuses) is. A küldetésekben körvonalazódhatnak a rövidtávú, már belátható közelségben lévő célok. A tanítás folyamán ezek lehetnek a „fősodorhoz” tartozó házi feladatok, kísérletek, számítások, vagy akár „mellékküldetések” melyek a látókör szélesítését, vagy egy-egy témában az alaposabb elmélyülést szolgálják. A kombók a játékélményt fokozó mechanizmusok. Lényegük, hogy bizonyos tevékenységek gyors egymás utáni végzésével a játékos bónuszokra, külön jutalmakra tehet szert (Rab, 2013).

A játékmechanizmusok között fontos, és a kémiatanítás módszer-tanában jól felhasználható a találkozói dinamika (appointment), valamint a közösségi együttműködés (community collaboration). Az előbbi esetén a játékos egy előre meghatározott időpontban kell, hogy részt vegyen egy tevékenységben, és ekkor jutalmat, bónuszokat kap. Sok játékban találhatók olyan célok és küldetések, melyeket a játékos egyedül nem tud megoldani. Az ilyen küldetések az oktatásban kooperatív vagy kollaboratív feladatokként jelenhetnek meg. Ezek kivitelezése természetesen mindig nehézségekbe ütközik, de a fáradtság megtérül, hiszen ezek a törzssanyag elsajátítása mellett több kulcskompetenciát is fejlesztenek.

Fontos motiváló és bevonó erő lehet a magasabb rendű cél (epic meaning) is, amely lehet azonos a tényezők között felsorolt végső céllal, de lehet egyéb, a közösségre vagy a társadalomra vonatkozó hatás is. Ezt a bevonódást erősíthetjük az egyes részek, vagy akár a nagy egész kerettörténetbe való foglalásával is.

Adaptáció a kémiatanításra

A játékosítás az utóbbi időben mind külföldön, mind hazánkban aktívan kutatott területté vált. Ennek megfelelően mind több szakmai cikk (Maul, 2016) és szakdolgozat (Sándor, 2020) foglalkozik a témával a természettudományok tanításának területén is.

Az alábbiakban ismertetek egy általam kidolgozott lehetséges játékosított rendszert a kémia tanítására, majd példaként egy konkrét témakör első órájához tartozó, kidolgozott feladatokat.

Minden játékosított rendszernél először a „nagy célt” határozzuk meg. Jelen esetben alapvetően az élettelen természet megértése (a fizikával karöltve) lehetne a végső cél. Azonban ez a diákok többsége számára valószínűleg nem hordozna magában elég nagy motiváló erőt. Ennek fokozására az egész év történéseit egy kerettörténetbe ágyazom.

Jelen példánkban a kerettörténet a tudós életpálya lesz, a nagy végső cél pedig a „Nobel-díj” megszerzése. Ez csak egy egyszerű példa természetesen, bármi más is lehetne a kerettörténet, például fantasy hősök hadakozása a végső győzelemért, vagy egy Hold-expedíció. A keretet érdemes az adott osztályt ismerve megválasztani úgy, hogy az minél több tanuló számára legyen motiváló.

A keretmeséhez illeszkedve a tanulók által elérhető szintek: doktorandusz, PhD, kutató, laborvezető, kutatásvezető lehetnek, az egyes szintek eléréséhez a tanulók Elméleti Pontokat (theory points, TP) és kísérleti vagy Labor Pontokat (laboratory points, LP) gyűjtenek. A Nobel-díjat minden tanuló elérheti, aki megfelelő mennyiségű Nobel Pontot (NP) gyűjt az év során. A Nobel Pontokhoz mindig a minimum felett elért pontmennyiséget adjuk hozzá, azaz: $NP = TP + LP$.

Pontrendszer

Minden megoldott házi feladattal, dolgozattal TP-kat szerezhetnek a diákok, a teljesítményükkel arányosan, míg az órán, szakkörön, korrepetáláson vagy otthon elvégzett és kiértékelt kísérletekkel LP-kat. Ez azért nagyon előnyös a hagyományos osztályozással szemben, mert összead és nem átlagol, így a diákok egy rosszabb dolgozat után is úgy érezhetik, hogy egy kicsit hozzátettek munkájukkal az előmenetelükhöz, és ha többet dolgoztak volna, akkor ez nagyobb mértékű lehet (Prievara, 2015).

A diákok előrehaladásukat a lehetőségektől függően offline (pl. az osztályteremben kifüggesztve) vagy online módon folyamatosan követhetik, ezzel megteremtve a folyamatos előrehaladás, valamint az azonnaliság érzetét. Az adott pontszámok elérése után a diák szintet lép, ezzel új lehetőségeket nyitva meg magának. A lehetőségek lehetnek „szakmai” jellegűek, de lehetnek csupán a játékelményt fokozó, vicces, ötletes képességek. Az utóbbiakra jó példákat találhatunk a Classcraft (Shawn Young, 2014) nevű online játékosított keretrendszerben, melyben a játékosok olyan képességeket kaphatnak meg, mint: „Ehet az órán” vagy „Maximum 2 percre elhagyhatja a tantermet.” Ezek a tanóra folyamatában nem okoznak nagy mérvű változásokat, de a diákok számára izgalmassá és vonzóvá tehetik a szintek elérését. A „játékelményt” fokozható, ha ezeknek a lehetőségeknek, „képességeknek” nevet adunk, mely a kerettörténethez is kapcsolódhat.

Szint	Szükséges pontok		Lehetőségek
	EP	LP	
Doktorandusz	0	0	-
PhD	15	10	Doktori döntés (Választhat az egy típusba tartozó főkérdések közül pl. számítási feladat esetén egy adott típusfeladaton belül ők kapnak több lehetőséget).
Kutató	40	20	Intuición (a diák témakörönként egyszer a tanártól tippet kérhet egy kutatómunka forrásaira nézve).
Laborvezető	70	50	Hozzájárása van a szertár bizonyos eszközeihez.
Kutatásvezető	150	100	Team-et hozhat létre a témakörben végzendő valamilyen nagyobb projekthez (előzetes egyeztetés alapján).

1. táblázat: A diákok által elérhető szintek

A rövidtávú célok megnyilvánulnak egyrészt a pontszerzés ütemezésében. Mindenkinek minden 4-5 hetes időszakban (témakörönként vagy résztémakörönként) legalább 16 pontot kell gyűjtenie (Prieara, 2015). A tanulók 16 pont feletti pontszáma hozzáadódik a Nobel Pontjaikhoz minden egység végén, így törhetnek a Nobel-díj felé.

A rövidtávú célok rendszerét gazdagíthatják a tananyag fő ívétől távolabb eső kérdések, melyekkel szintén pontok gyűjthetők, amennyiben a „Főkérdéseket” teljesítette már a tanuló. Ezek a

küldetések lehetnek kísérleti feladatok, melyek a tanórába nem integrálhatók bonyolultságuk, vagy időigényük miatt, vagy akár kutatómunkák, kiselőadások, prezentációk. Ilyen küldetesként találhatjuk a részvételt különböző tudományos programokon is (mint például a Kutatók Éjszakája vagy az Alkímia Ma előadások).

A diákok figyelmének irányítására, vagy kevésbé népszerű tananyagrészek megszerettetésére lehet felhasználni a kombókat, és az ezekhez társított, pontokban – is – kifejezhető bónuszokat. Kombó lehet például a házi feladat mellett egy szorgalmi feladat és egy kísérlet elvégzése. Ez esetben az egyes feladatok pontértéke mellett a tanuló pluszpontokat kap (ez a bónusz).

Szintén bónuszként lehet kezelni a külön jutalmakat is. Például a legtöbb kísérletet elvégző diák megkaphatja a „labor királya” címet – természetesen valamilyen látható elismerésként, esetleg a szintjéhez képest további lehetőségeket megnyitva. A legtöbb jó kiselőadást tartó diáknak adhatjuk a „legjobb előadó” a legtöbb külső programon résztvevőnek pedig a „konferenciák ördöge” címet.

Sok játékosított oktatási rendszerben fellelhetők olyan elemek, amelyek a diákok saját tanulási folyamatukért való felelősségét tovább növelik. Jó példa erre, amikor a diákoknak maguknak kell összeállítaniuk a témazáró dolgozataikat (Prievara, 2015), vagy maguknak kell ütemezniük a tananyagot. Ezek a módszerek jól használhatók a humán tárgyak oktatásában, de véleményem szerint a természettudományos oktatásban a tananyagok szoros egymásra épülése miatt nem tudja a diák biztonsággal eldönteni, hogy mi az, amit feltétlen tudni kell a következő anyagrészek elsajátításához. Így ez a módszer maximum korlátozásokkal működtethető a kémia tanításában. Például lehet feladat a témazárók előtt, hogy mindenki küldjön be feladatokat a témazáróhoz, amelyet végül a tanár állít össze a bejövő feladatokból.

A diákok felelősségét a folyamatban növelhetjük további választási lehetőségek beépítésével is. Például, ha a házi feladat számítási feladat, akkor feladhatjuk úgy, hogy egy adott típusfeladatból több feladat közül választhassanak a diákok.

A tananyag beszíntezése

Ha jól megnézzük, akkor minden hozzáadott plusz tulajdonság ellenére a fent leírtak még csak egy pontrendszert definiálnak, ami önmagában

is jó lehet, de a gamifikáció sok egyéb lehetőséget is magában rejt. A diákok fejlődését már szintekbe rendeztük, de ugyanezt magával a tananyaggal is megtehetjük. Például, ha az anyagrészeket beszintezzük „alap”, „közép” és „mester” fokozatokra, akkor minden diák folyamatos visszajelzést kaphat arról, hogy milyen szinten sajátította el egy anyagrészt. Másik beszintezési lehetőséget a Bloom-taxonómia szintjei adhatják, melynek segítségével különböző, hierarchikus elrendeződésű szintekbe sorolhatjuk a diákok tudását (Krathwohl, 2002).



1. ábra. A felülvizsgált Bloom taxonómia hierarchikus tudásszintjei

Az 1. ábra a felülvizsgált Bloom-taxonómia tudásszintjeit mutatja. Jól megszerkesztett dolgozat segítségével meghatározható, hogy egy diák az adott tudásanyagot milyen szinten sajátította el. Ez is egy igen fontos visszajelzés lehet a diákok számára.

A 2. táblázat a tudásszinteket, azok meghatározását (Dunegan, 2015), valamint a hozzájuk rendelhető kérdéstípusokat mutatja.

A Bloom-taxonómia használata ugyan bonyolultabb, mint a feladatok nehézség szerinti felosztása, de pontosabb képet adhat a diákok felkészültségéről, így én a tananyag beszintezéséhez ezt a módszert használok.

Természetesen ez azt jelenti, hogy minden tanuló „karaktere” új attribútumokat kap: minden témakörből egy tudásszintet, amely leírja, hogy az adott anyagrésznek milyen szinten „szakértője”. Ezeknek a szinteknek is érdemes lehet kerettörténethez kapcsolódó nevet adni a

jobb bevonódás érdekében, de véleményem szerint legalább egyszer érdemes megmutatni a beszíntezés alapját.

A beszíntezés elkészülte után az optimális terhelés kialakításához szükséges az, hogy felmérjük, hogy az adott diák mely tudásszinten van az adott anyagrészből, és olyan feladatot adjunk neki, ami egy szinttel e fölötti (ha az adott szintet már biztonsággal tudja).

Tudásszint	Meghatározás	Kérdéstípusok
Emlékezés	„A releváns tudás visszanyerése, felismerése és visszahívása a hosszú távú memóriából.”	Definiálja..., Sorolja fel...,
Értelmezés	„A szóbeli, írásbeli és grafikus üzenetek értelmezésének megalkotása, példázáson, osztályozáson, összegzésen, következtetéseken levonásán, összehasonlításon és magyarázaton keresztül.”	Osztályozza..., Írja le..., Fejtse ki..., Azonosítsa..., Válassza ki...,
Alkalmazás	„Egy művelet kivitelezése vagy használata végrehajtás vagy megvalósítás során.”	Alkalmazza..., Oldja meg..., Mutassa be..., Magyarázza meg..., Foglalja össze..., Vázzon fel...,
Elemzés	„Az anyag felosztása alkotórészekre, annak meghatározása, hogy az alkotórészek, hogy kapcsolódnak egymáshoz, és egy átfogó rendszerhez vagy célhoz, megkülönböztetésen, rendszerezésen, és jellemzésen keresztül.”	Rendszerezze..., Mutassa be a kapcsolatot..., Hasonlítsa össze..., Mutassa be a különbséget..., Vizsgálja meg..., Kísérleten keresztül...,
Értékelés	„Döntéshozatal vagy vélemény kialakítása kritériumok és sztemderdek alapján, ellenőrzésen és kritikán keresztül.”	Becsülje meg..., Érveljen..., Ítéld meg..., Támassza alá..., Értékelje..., Fogalmazzon meg kritikát..., Mérlegelje...,
Alkotás	„Az elemek összeállítása egy koherens és működő egésszé; az elemek újrendszerezése egy új mintázatba vagy struktúrába létrehozáson, tervezésen vagy előállításán keresztül.”	Tervezzon..., Készítsen..., Vonjon le következtetést..., Fejlessze..., Fogalmazzon meg szabályt...,

2. táblázat. Tudásszintek és kérdéstípusok

A tanulók felé egy fontos értékelési lehetőség, ha a karakterük egy új attribútumaként megadjuk azt, hogy az egyes témaköröket a Bloom-taxonómia mely szintjén sajátították el. Ez alapján a tanulók kerettörténetbeli karakterének jellemzői tehát:

- Tudományos fokozat
- Pontszámok (EP, LP, NP)
- Elvégzett feladatok, kombók, megszerzett bónuszok (ezek jelvényei)

- Az egyes témakörök elsajátítási szintje

Az osztályozásról

A Magyarországon érvényes jogszabályok alapján a tanulók teljesítményét elsősorban osztályzat formájában kell értékelni, így minden játékosított rendszer egyik sarokpontja a pontokban megjelenő értékelés konverziója egytől ötig terjedő skálára.

Jómagam a Prievara-féle eljárást megfelelőnek tartom: A témakörönként elért minimumpontszám egy-egy ötösnek felel meg. Ha valaki az adott témakörben nem éri el a minimumpontszámot, az a táblázat alapján kapja meg a témakörre vonatkozó jegyét. Ez a rendszer azért lehet nagyon hatékony, mert a tanulók befektetett munkáját díjazza.

0-8 pont	1
9 pont	2
10 pont	3
11-15 pont	4
16 pont	5

3. táblázat. A pontok jeggyé alakításának konverziós táblázata Prievara Tibor rendszerében

A tanár szerepe

A tanár az ilyen rendszerekben, mint koordinátor, „játékmester” van jelen. Ebben a konkrét esetben a tanár, a fiktív kutatóintézet igazgatója lehet, és irányíthatja a szárnyaikat bontogató „tudósok” munkáját.

Egy ilyen rendszer gyakorlati megvalósítása a tanártól – főleg eleinte – fokozott energiabefektetést kíván. Nem csak azért, mert jóval nagyobb mennyiségű feladat javítására, átnézésére van szükség, hanem az adminisztráció is bonyolultabb lehet, így ezt a lehető legnagyobb mértékben automatizálni kell, amennyire lehetséges felhasználóbaráttá kell alakítani a rendszert.

Szerencsére sok, akár ingyenesen is használható, a játékosított pontrendszer kezelésére alkalmas online felület létezik, (pl.: Classcraft

(Shawn Young, 2014) vagy Classdojo (Chris, 2011) így elvben minden ezzel foglalkozó pedagógus megtalálhatja a neki legmegfelelőbbet.

Egy konkrét példa – Az elektrokémia tanítása

Óraszám	Fejezetcím, óracím	Új fogalmak, összefüggések	Egyéb javaslatok
45-46	Kémiai energiaforrások. A galvánelemek és alkalmazásuk	Kémiai energiából elektromos energia egymásba alakítása. Elektrokémiai folyamatok (elektrokémiai rendszerek (galváncella, elektrolizáló cella, elektrolit, fémes vezető, diafragma, anód, katód), standardpotenciál. A szárazelemekben, akkumulátorokban lejátszódó energiatermelő folyamatok, tüzelőanyag-cella	Elemzés, kísérletek, gyakorlati példák Redoxireakciók értelmezése standardpotenciál-értékek alapján. Galváncellák ábrán és kísérleti összeállításban
47-48	Az elektrolízis és alkalmazásai	A galvánelemek és az elektrolízis kapcsolata, elektrolizáló cella (anód, katód, elektrokémiai folyamatok, anód- és katód-folyamatok), energiaátalakítás: elektromos energiából kémiai energia. Fémek ipari előállítása, fémek tisztítása, fémbevonatok készítése. Az elektrolízis mennyiségi törvényei: Faraday-törvények.	A redoxireakciók és az elektrokémiai folyamatok azonosságai és különbözőségei. Galváncella átalakítása elektrolizáló cellává. Elektrolizáló cellák ábrán és kísérletekben. Egyszerű számítások a Faraday törvényekre
49	Részösszefoglalás		
50	Dolgozat		

4. táblázat. Részlet az OFI honlapján megtalálható, nt-17141 kódú tanmenetből (Ludányi Lajos, 2015)

A fenti táblázat tartalmazza a kilencedikes kémia tanmenetjavaslat elektrokémiával kapcsolatos fogalmait, időbeosztását. Ez heti két órával számolva három hetet fed le, így középtávú célnak megfelel. Az alábbiakban az első órához kapcsolódó kiadható feladatok, és a rendszer egyéb elemeinek leírása található.

Az első elektrokémiával foglalkozó óra előtt kiadhatók az alábbi bevezető feladatok. Természetesen a tanulókkal megosztott felületen ezek nem ilyen formában kerülnének ismertetésre, hanem a kerettörténetbe ágyazva, mint „küldetések” a tudósok számára. Jelen

dolgozatban a feladatok leírása kevésbé részletesen kerül bemutatásra, mint ahogy azt a diákokkal közölném, ezek a leírások csak a koncepció megértését szolgálják.

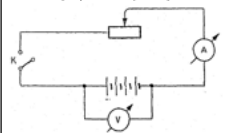
Feladat	Típus	Leírás	Maximális pontérték
A hibrid és elektromos autók működése	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts házidolgozatot a hibrid és elektromos autók működéséről. Ebben feltétlenül térj ki a következő kérdések megválaszolására. 1. Mi a hibrid autók működésének alapja, miért lehetnek kevésbé környezetbarátok a kizárólag robbanómotorral hajtott hagyományos gépkocsiknál? 2. Mi biztosítja az elektromos hajtás energiáját? 3. Mikor érdemes tölteni az elektromos autókat?	2 EP
Anyagok elektromos vezetésének vizsgálata mobiltelefonnal	Otthoni kísérlet Szorgalmi	„Tegyéi védőfóliát – folpack is megteszi – érintőképernyős mobiltelefonodra vagy táblagépre. Érints a védőfóliához különböző szilárd anyagokat, és vizsgáld meg, hogy az érintőképernyő reagál-e az érintésre! Ha igen, akkor az anyag jól vezeti az elektromos áramot, ha nem, akkor rosszul vezeti. Ismételd meg a kísérletet néhány folyadékkal (csapvízzel, sós vízzel, cukros vízzel) is! Ehhez szívd fel a folyadékot egy műanyag szivószába, majd fogd be ujjaddal a szivószál egyik végét, hogy a folyadék benntartadjon! A szivószál másik végét érintsd az érintőképernyőhöz és mozgasd rajta! Figyeld meg a változást! Tapasztalataidat jegyezd fel!” (Tóth Mária, 2015)	1 LP
Nap- és szélenergia	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts házidolgozatot a Nap- és a szélenergia bemutatására. Dolgozatodban feltétlenül térj ki az alábbi kérdések megválaszolására: 1. Mik a megújuló és nem megújuló energiaforrások, mi az osztályozás alapja? 2. Hogyan (milyen technológiával) használhatjuk a Nap és a szél energiáját? 3. Milyen energiává alakítható a Nap- és a szélenergia? 4. Mik a technológiák előnyei és hátráltatói? Mi a megoldás ezen energiaforrások időszakos voltára? 5. Milyen eszközök segítségével tárolható az átalakított energia?	2 EP
Vezetőképesség-vizsgáló készülék készítése	Kísérlet Mellékküldetés Szertári (az iskolában, korrepetálás vagy szakkor idejében)	Tervezz, meg, és készíts el egy készüléket, mellyel kimutatható, hogy egy folyadék képes-e az elektromos áram vezetésére.	2 LP
Galvani és Volta élete és vitája	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Készíts egy házidolgozatot/prezentációt, melyben Volta és Galvani életét, valamint az elektromos jelenségekkel kapcsolatos elképzeléseiket mutatót be.	1 EP

5. táblázat. Az első óra előtt kiadható előkészítő jellegű „küldetések”

Az első órán megtörténik a kémiai és elektromos energia egymásba alakíthatóságának bevezetése, a CuSO_4 -oldatba mártott cinklemez, majd a redukció és az oxidáció térbeli szétválasztásával a Daniell-elem bemutatása. A Daniell-elem példáján az elektrolit, fémes vezető, elektród, diafragma, sóhíd, anód, katód fogalma bemutatatható, majd definiálható. Az elektromotoros erő definíciója egy rövid kísérleten keresztül megtehető, valamint amennyiben elegendő idő áll rendelkezésre, a gyümölcsselem is elkészíthető (ha nem, ez feladatként kiadható).

Feladat	Típus	Leírás	Maximális pontérték
Galvánelemek kvíz	Kvíz Főkuldetés Otthoni	Töltsd ki a következő kvízt! (A kvíz ideális esetben online felületen érhető el, és amelyik kérdésnél ez lehetséges, automatikus javítást használ). - Definiáld az elektród fogalmát! (Emlékezés) - Sorold fel a Daniell-elem részeit! (Emlékezés) - Fejtsd ki a galvánelemek működésének alapötletét! (Értelmezés) - Osztályozd a következő energiafajtákat: mozgási energia, kötési energia, napenergia... (Értelmezés) - Magyarázd meg, miért van szükség a sóhídra a Daniell-elem működéséhez? (Alkalmazás) - Mutasd be a különbségeket a CuSO_4-oldatba mártott cinklemez esetén végbemenő, és a Daniell-elemben lejátszódó folyamatok között. (Elemzés) - Feltétlen szükséges, hogy a különböző fémek saját ionjaik oldatába merüljenek egy galváncella létrehozásához? Érveld álláspontod mellett! (Értékelés) - Következtess ki, hogy mitől függ a galváncella elektromotoros ereje! (Alkotás)	4 EP
Gyümölcsselemek	Kísérlet Mellékületés Otthoni /Szertári	A gyümölcsbe vagy zöldségbe szúrj különböző anyagi minőségű fémeket 1-2 cm mélyen. A fémeket feszültségmérőhöz csatlakoztasd (Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához, 1991). Feljegyezzük ugyanazon fém párok esetén a különböző gyümölcsök/zöldségek esetén mért értékeket. Mire következtethetünk?	1 LP
Daniell-elem tojáshej diafragmával	Kísérlet Mellékületés Szertári	Egy tojáshejat egy üveg pohárhoz erősítünk, a pohárba 1 mol/dm ³ koncentrációjú ZnSO_4 -oldatot, a héjba 1 mol/dm ³ CuSO_4 -oldatot töltünk. A ZnSO_4 -oldatba Zn, a CuSO_4 -oldatba Cu-lemezt helyezünk. Megmérjük az így összeállított elem elektromotoros erejét (ha az áramerősség közelítőleg 0, a feszültségmérő nagy belső ellenállása miatt) (Rózsahegyi Márta, 1991).	2 LP

Volta oszlop készítése pénzermékből	Kísérlet Mellékküldetés Otthoni	Szűrőpapírból vágj ki 10 Ft-os pénzermének megfelelő méretű lapokat. Ezeket itasd át NaCl oldattal. 20 Ft-os és 10 Ft-os érmék segítségével építsd fel a következő oszlopot: 10 Ft-os – Beáztatott szűrőpapír – 20 Ft-os – 10 Ft-os – beáztatott szűrőpapír – 20 Ft-os (Juhász, 1995) Kapcsold az oszlopra zseblámpaizzót, vagy LED-et (Albert, 2015). Mi történik, ha több érme felhasználásával készíted el az oszlopot?	1 LP
Ionvándorlás szemléltetése	Kísérlet Mellékküldetés Sztartári	Üveglapra KNO ₃ -oldattal nedvesített szűrőpapírt helyezünk. A papír két végére fémadarabokat teszünk, közepén pedig átfektetünk egy vékony, KMnO ₄ -oldattal átított szűrőpapírt csíkot. Mi történik, ha a fémadarabokra 24 V egyenfeszültséget kapcsolunk? Mi történik, ha egy idő után megcseréljük a polaritást (Juhász, 1995)?	2 LP
A bagdadi elem	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	A bagdadi elem a régeszt egyik rejtélye. Végezz kutatást a témában, és írd egy értekezést! A rendelkezésre álló információk alapján alakíts ki véleményt, hogy vajon mire használhatták az eszközt! Véleményed az értekezésed konklúziós részében közzöld.	1 EP
A legzöldebb galvancia	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Végezz kutatómunkát a jelenleg használatos galvanciai körében, és sorold be azokat az alapján, hogy mennyire környezetbarátok a használatuk. Írd egy értekezést a témában.	1 EP
Az elektromosság és az elektromágneses terek biológiai hatásai	Gyűjtőmunka Mellékküldetés Otthoni	Végezz kutatómunkát az elektromosság biológiai hatásaival kapcsolatban.	1 EP
A Nautilus kémiája	Kutatómunka Mellékküldetés Otthoni	Jules Verne Némó kapitány című könyvében a kapitány egy helyen a Nautilus energiaellátásáról beszél (Verne, 1996). Mely elemekről és vegyületekről beszél a kapitány? Milyen elektródok alkotják galvanciáját? (Arcanum, 2017) Készíts egy rövid bemutatót a Nautilus energiaforrásáról!	1 EP
Telep elektromotoros ereje és belső ellenállása (tantárgyi koncentráció a fizikával)	Kísérlet Mellékküldetés Otthoni	„Állítsd össze az ábra szerinti kapcsolást! Mérd meg az üresjárási feszültséget! Az áramkör zárása után (a terhelést kis erősségű árammal kezd el) olvasd le a körben folyó áram erősségét és a kapocsfeszültséget. Forgasd a	2 LP
		potenciométer gombját vagy köss párhuzamosan újabb ellenállást az áramkörbe! Ezzel fokozatosan növeled az áramerősséget. Egyre növekvő terhelés mellett végezz legalább 4-5 mérést! Az összetartozó terhelőáram-kapocsfeszültség értékeket írd a táblázatba! (Az áramkört rövid ideig, lehetőleg csak a műszerekkel történő leolvasás idejére tartsd zárva!) A zseblep kapocsfeszültségét 2 V-nál kiseb értékre ne csökkentsd (ha a telepet későbbiek során még használni szeretnéd)!” (Mészáros, 2017)	



2. ábra: A telep belső ellenállásméréséhez tartozó kapcsolás rajza

6. táblázat. Kiadott küldetések az első óra után

A fenti feladatokat megoldva gyűjthetnek pontokat a diákok. E mellett a következő kombókat teljesítve különböző bónuszokat kaphatnak. A bónuszok teljesítése minden esetben plusz Nobel Pontokat hoz, de e mellett lehet még más hatásuk is.

Kombó	Leírás	Bónusz	Leírás
3 a magyar igazság	Végezz el három kísérletet a témában!	Kísérletmester	+ 2 NP Kérhetsz egy kísérletet a témakörben a következő órára!
Történelmi kutatás	Végezd el a Galvani és Volta élete és vitája, A bagdadi elem és A Nautilus kémiaja feladatokat!	Tudománytörténész	+2 NP
Útban a környezet-tudatosság felé	Végezd el a következő feladatokat: A hibrid és elektromos autók működése, Nap- és szélenergia, A legzöldebb galváncella	Zöld kémikus	+ 2 NP
Energetikai kutatások	Végezd el a következő feladatokat: Gyümölcsselem, Volta oszlop készítése pénzérmékből, és Telep elektromotoros ereje és belső ellenállása. A gyümölcsselem és a Volta-oszlop esetén is határozd meg ezeket. Mit tapasztalsz? Melyik saját készítésű galváncellát érdemes leginkább használni?	Energetikai szakértő	+ 4 NP + 2 LP

6. táblázat. Lehetséges kombók az első óra után (érdemes már az első óra előtt közzétenni)

A találkozók és a kollaboratív munka szintén fontos részét képezhetik a tanulási folyamat „választható” részének. Ez megjelenhet egyrészt olyan feladatok kiadásában, melyhez ténylegesen több tanuló aktív együttműködése szükséges, de kiadhatók erre irányuló feladatok külön „Események” kategóriában. Az ilyen események szintén motiválóak lehetnek bizonyos feladatok elvégzésére, ha ezek jelentkezési feltételként szerepelnek az esemény leírásában. A saját szervezésű események megfelelő számú jelentkező esetén kerülnek megszervezésre. Néhány lehetőséget mutat az alábbi táblázat.

Feladat, esemény	Típus	Leírás	Maximális pontérték
Energetikai vitaest	Esemény Saját szervezés	Vitaest az energiaellátás jövőjéről órák után, az iskolában. Jelentkezési előfeltétel: A hibrid és elektromos autók működése vagy Nap- és szélenergia vagy A legzöldebb galvanelem, vagy... (itt későbbi órák feladatai is szerepelhetnek, mint például: A tüzelőanyag-cellák stb.)	1 NP + 1 EP
Alkímia Ma	Esemény Külső	Részvétel az ELTE által szervezett Alkímia Ma c. előadássorozat egyik alkalmán.	1 EP
Leghatékonyabb gyümölcslelem készítő verseny	Esemény Saját szervezésű	A diákok feladata, hogy olyan gyümölcslemet készítsenek, amelynek a belső ellenállása a lehető legkisebb.	1 NP + 1 LP

7. táblázat. A témakörhöz illeszkedő „appointment” típusú feladatok.

Természetesen az ilyen jellegű feladatok kiírásánál a tanárnak mérlegelnie kell, hogy mi fér bele az időbeosztásába, hisz ezek a feladatok feltétlenül tanórán kívül kerülnek megszervezésre. (Több hasonló program egy időpontra való szervezésével, vagy kollégák bevonásával az időráfordítás optimalizálható.)

Összefoglalás

A gamifikáció egyre inkább megkerülhetetlen fogalomvá válik a tanári munkában. A játékelemek alkalmazásával a diákok motivációjának serkentésén keresztül lehetőség nyílik jobb eredmények elérésére.

Jelen cikkben egy olvasmányaim alapján általam összeállított rendszert mutattam be, amelyet azonban még nem volt alkalmam tesztelni, így annak hatékonyságáról nincs információ. Ennek ellenére, mivel az alapegységek már kipróbált rendszerek részeit képezik, merem ajánlani ennek, és az ehhez hasonló struktúráknak a használatát.

Irodalom

Albert, és mtsai (2015). Kémia 8. munkafüzet. In A. és mtsai, Kémia 8. munkafüzet (old.: 77.). OFI, Budapest.

Arcanum. (2017. 10. 30). Forrás: Arcanum:

<https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-pallas-nagy-lexikona-2/g-A5BD/galvanelem-A741/>

Chris, O. (2011. 03. 09). Classdojo. Forrás: <https://www.classdojo.com/>

- Dunegan, L. (2015). Bloom's Taxonomy. Emerging Perspectives on Learning, Teaching and Technology, 3.
- Fromann Richárd, D. A. (2016). A gamifikáció (játékosítás) motivációs eszköztára az oktatásban. Új Pedagógiai Szemle 5.
- Juhász, A. (1995). Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. In J. András:, Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. (old.: 166.). Typotex, Budapest.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Theory into Practice, Volume 41, No 4. 2.
- Ludányi Lajos, L. Á. (2015). Útmutató és Tanmenetjavaslat a Kémia 9. című tankönyvhöz. Budapest: Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet.
- Maul, R. D. (2016). The effects of gamification using the 5E learning cycle (QuIVERS) on a secondary honors chemistry classroom. Montana State University
- Mészáros, L. (2017. 10. 30). Geomatech. Forrás: Geomatech: <http://tananyag.geomatech.hu/b/1476107#material/1476135>
- N. Kollár Katalin, S. É. (2004). Pszichológia pedagógusoknak. In S. É. N. Kollár Katalin, Pszichológia pedagógusoknak (old.: 14). Budapest: Osiris Kiadó.
- Prievara, T. (2015). A 21. századi tanár. Neteducatio Kft., Budapest
- Rab, Á. (2013). A gamifikáció lehetőségei a nem üzleti célú felhasználások területén, különös tekintettel a közép-és felsőoktatásra. Oktatás-Informatika 2013/3.
- Rózsahegyi Márta, W. J. (1991). In W. J. Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához (old.: 212.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Rózsahegyi Márta, W. J. (1991). 575 kísérlet a kémia tanításához. In W. J. Rózsahegyi Márta, 575 kísérlet a kémia tanításához (old.: 213.). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Sándor, F. (2020). Gamifikációval támogatott fizikatanítás. ELTE, Budapest.
- Shawn Young, D. Y. (2014. 10. 30). Class Craft. Forrás: Class Craft: www.classcraft.com
- Tóth Mária, D. L. (2015). Kémia 9. In D. L. Tóth Mária, Kémia 9. (old.: 103). Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Verne, J. (1996). Némó kapitány. In J. Verne, Némó kapitány (old.: 34.), Alexandra, Budapest.

Dobóné Tarai Éva

Láthatóvá tenni az árulkodó jeleket

Nyílt végű kérdésekre adott válaszok – tévképzetek – képi megjelenítés - tudásszerkezet

Bevezetés

A tanórai szóbeli feleletekben, írásbeli dolgozatok nyílt végű kérdéseire adott válaszaiban gyakran feltűnnek olyan furcsaságok, amelyeket egyszerűen hibás megoldásként értékelnek a tanárok. Sok esetben azonban hasznos, ha alaposabb vizsgálatnak vetjük alá a szokatlan megfogalmazásokat, mert gyakran tévképzetek bújnak meg a háttérben. A kifejezés az információelmélet, a tudományfilozófia, a nyelvelmélet, a szociálpszichológia és más tudományterületek eredményei által kialakult és a kognitív pszichológia talaján gyökerező konstruktív pedagógia által használt elnevezés. Kissé eltérő tartalommal gyermektudományos elméletként, alternatív gondolkodási keretként tekintve a hibás tanulói válaszokra, mindegyik elnevezés azt sugallja, hogy a tanuló elképzelése az adott fogalomról, eltér a tudományos szóhasználattól. Ennek hátterében pedig nem kizárólag egyetlen fogalom hibás rögzítéséről, hiányos megértéséről, tévképzetek kialakulásáról van szó, hanem sok esetben a témához tartozó teljes fogalmi hálózat nem megfelelő kapcsolatrendszeréről és a fogalmak helytelen egymásra épüléséről. Ha rendelkezésünkre állnak olyan módszerek és eszközök, amelyek segítségével képi formában meg tudjuk jeleníteni a diákok fogalmi hálózatát és az általuk bejárt tanulási utakat, könnyebb megértenünk, hogy mi okoz tanítványaink számára tanulási nehézséget egy adott témakörben. Ennek ismeretében segítséget nyújthatunk nekik az értelmes tanulásban („*meaningful learning*”, Ausubel, 1963).

A tudásszerkezet képi megjelenítése

Számos eszköz áll rendelkezésünkre a tudásszerkezet ábrázolására. Tanórán is használható a fogalmi térkép, ami egy témakör fogalmainak hálózatát vagy egy-egy tanuló tudásreprezentációját is bemutathatja (Kiss és Tóth, 2002). A Galois-gráfok (Takács, 1997, 2000) is az egyes

diákok tudásszerkezetének ábrázolására alkalmasak, de elsősorban elméleti jelentőségűek és a didaktikai kutatásokban alkalmazható eszközök. Valószínűségi elemeket is figyelembe vesz a tudástérelmélet (*Knowledge Space Theory*), amely egy olyan többdimenziós modell, ami alkalmas a tudásszerkezet bemutatására (Taagepera és mtsai, 1997; Doignon és Falmagne, 1999; Tóth, 2005, 2006, 2012; Dobóné; 2008; Tóth és Sebestyén, 2009). A fenomenográfiával kombinált tudástérelmélet (Tóth és Ludányi 2007a, 2007b) szintén alkalmas a nyílt végű kérdések értékelésére, de itt a csoport tudásszerkezetét nem egy szakértői tudásszerkezethez viszonyítják, hanem a diákok válaszaiból képzett kategóriákból adódó tudásszerkezettel vetik össze. Ezen eljárások közvetlen, tanórai felhasználása nem megoldott, de a didaktikai kutatásoknak fontos elemei, mert a tanulási utak és az úgynevezett kritikus feladatok meghatározásának eszközei lehetnek. A kritikus feladat egy adott tudástérben az a fogalom, amit a tanulócsoporthoz jelentős része biztosan elsajátított, ahonnan a tanítási, tanulási folyamat folytatható. Egyszerűen használható és gyors adatgyűjtést tesz lehetővé a szóasszociációs módszer. Lényege, hogy egy témakörben megadott hívószavakra adott idő alatt milyen és hány fogalomra asszociálnak a tanulók. A közös válaszcikkek mutatják meg a hívószavak közötti kapcsolatok erősségét. A felsorolásokban és a kapcsolatokban esetenként tévképzetekre utaló kifejezések is megjelennek. (Cardellini, 2008; Nakiboglu, 2008; Kluknavszky és Tóth, 2009; Tóth és Sójáné, 2012; Kádár és Farsang, 2012, 2014).

Újabb lehetőségek a tudásszerkezet képi megjelenítésére

Vizsgálataimban nyílt végű kérdésekre adott szöveges válaszokat elemeztem olyan témákban, amelyek egyrészt a NAT környezetismeret, természetismeret vagy kémia tantárgy témaköreiben szerepelnek, másrészt annyira ismert jelenségek, hogy a hétköznapi életben biztosan találkoztak már velük a tanulók és valamilyen szintű előzetes tudással, tapasztalattal és magyarázó elvekkel rendelkeznek velük kapcsolatban. Az utóbbi feltételezés alapján azt vártam, hogy ha magyarázatuk van egy hétköznapi jelenségre vonatkozóan, előfordulhat, hogy a magyarázatok között tévképzetek is megjelennek. Terjedelmi korlátok miatt a vizsgálat teljes leírása helyett most csak az elemzés során kialakított két, saját fejlesztésű vizualizációs módszeremet fogom bemutatni a rozsdás, rozsdásodás témával kapcsolatban. A 7-12. évfolyamon tanuló ($N = 500$)

általános iskolába, hatosztályos gimnáziumba vagy szakgimnáziumba járó diákoknak – egyebek mellett – a következő kérdésre kellett szöveges választ adniuk: *„Miért és hogyan alakul ki a vastárgyak felszínén a rozsdá?”* A válaszok tartalmi és mennyiségi elemzését elvégezve tértem rá az eredmények képi megjelenítésére. Részben a fent bemutatott lehetőségeket alkalmaztam, majd próbáltam egyedi módszereket is kifejleszteni.

1. Összehasonlítás szakértői gondolati térképpel (fogalmi hálóval)

A módszer leírása

Első lépésként összegyűjtjük azokat a fogalmakat, amelyeket a kérdésre válaszolva a diákok jellemzően említenek. Statisztikai elemzésre alkalmas adatokká alakítjuk őket, elvégezzük a megfelelő statisztikai próbákat és a kapott eredményekből megrajzoljuk a fogalmi hálót. Megállapítható adatok (nominális változók) esetén a változók közötti összefüggések vizsgálatára alkalmas a keresztábla-elemzés (χ^2 khi-négyzet-próba), amely megmutatja, hogy van-e kapcsolat a változók között. Esetünkben változóknak tekinthetjük egy dolgozatban egy fogalom vagy jelenség magyarázatakor kapott szöveges válaszokban említett fogalmakat. Például, ha a rozsdásodás folyamatának értelmezése volt a kérdés, a válaszokban előfordulhatnak a korrózió, víz, vas-oxid, oxidáció stb. fogalmak. Ezeket tekintjük változóknak. A fogalmak lehetséges kombinációjából és a válaszkategóriák páronkénti együttes előfordulásának gyakoriságából kiszámíthatók az asszociációs együtthatók. Ezek értékei mutatják meg, hogy van-e kapcsolat a két megállapítható változó említése között. Ha nincs kapcsolat – ez volt a *null-hipotézisünk* –, ezt a feltevést elvetjük, tehát nem véletlenszerű, hogy egyik vagy másik fogalmat a tanuló használja a válaszában (részletesen l. Falus, és Ollé, 2000; Kemény és mtsai. 2021). Ha a próba értéke nem nulla, ezek szerint van kapcsolat az együtt említett fogalmak között, más szóval, a rozsdásodás kifejezésből asszociáltak a vízre, korrózióra, vas-oxidra stb. Az, hogy melyiket vagy melyeket írja le a válaszában a tanuló, nem függvénytípusú kapcsolatban állnak a rozsdásodással, hanem előfordulásuk úgynevezett sztochasztikus modellel írható le. Ilyen esetben a változók közötti összefüggések erősségét a Cramer's V-próbával számíthatjuk ki a következő módon:

$$\phi_c = \sqrt{\frac{\chi^2}{N(k-1)}}$$

ahol:

Φ_c : a Cramer's V értéke

χ^2 : a Khi-négyzet próba eredménye

N : a vizsgált minta elemszáma

k : a Khi-négyzet próba keresztátlájában lehetséges kombinációk közül mennyi a kisebb (pl. ha négyféle kombináció szerepelhet a keresztátlában, de van olyan sor, amelyiknél csak három oszlopban van válaszadó, akkor a négy közül a három a kisebb, tehát $k = 3$).

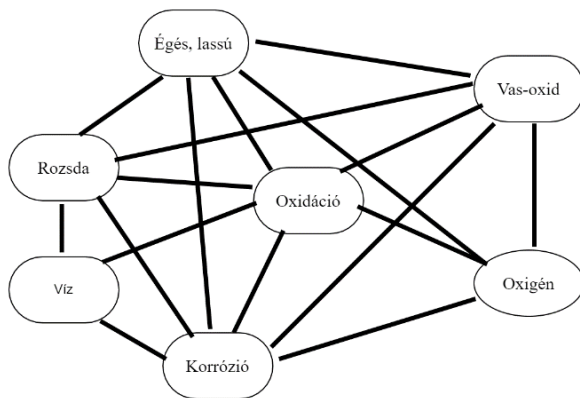
A nehézkesnek tűnő számítások szerencsére a Microsoft Excel megfelelő függvényével vagy az SPSS statisztikai program segítségével meggyorsíthatók, de a válaszokban szereplő fogalmak adatokká alakítását (számokat rendelve az egyes fogalmakhoz) nem kerülhetjük el.

A kapott érték értelmezése az 1. ábrán látható.

Cramer's V-próba (Φ_c)	A kapcsolat erőssége	Jelölés
0,00-0,30	gyenge	
0.30-0,70	közepesen erős	_____
0,70-1,00	erős	—————

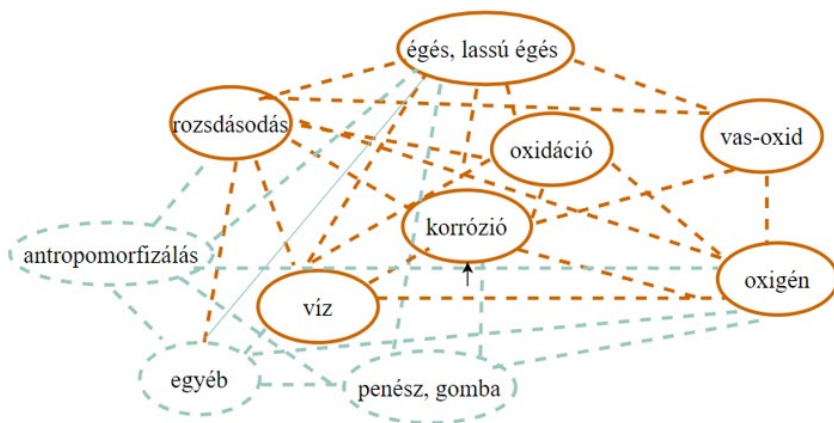
1. ábra. A fogalmak közötti kapcsolat erősségének jellemzése a Cramer's V-próba eredményével

A következő lépés egy szakértői gondolati háló elkészítése, ahol a fogalmakat jelző címkék (csúcsok) közötti összekötő vonalak (élek) a fogalmak között fennálló kapcsolatokat jelzik (2. ábra). Vastagságukkal a kapcsolat erősségét is szemléltethetjük. A gondolati térképek készítéséhez számos ingyenesen használható lehetőség választható az interneten. Jelen cikkben bemutatott gondolati térképek a *GitMind* program felhasználásával készültek.

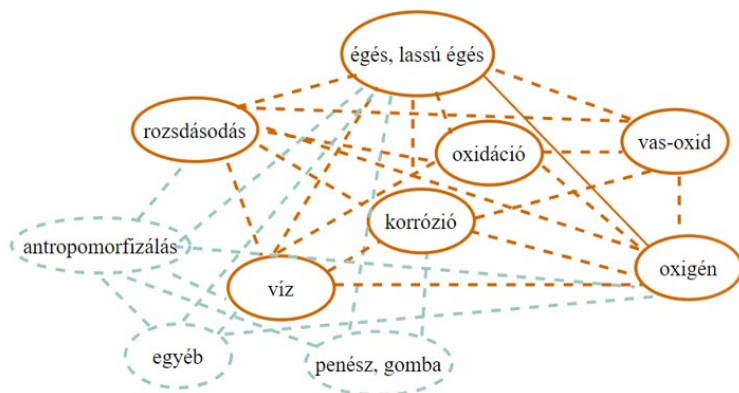


2. ábra. Egy lehetséges szakértői fogalmi háló

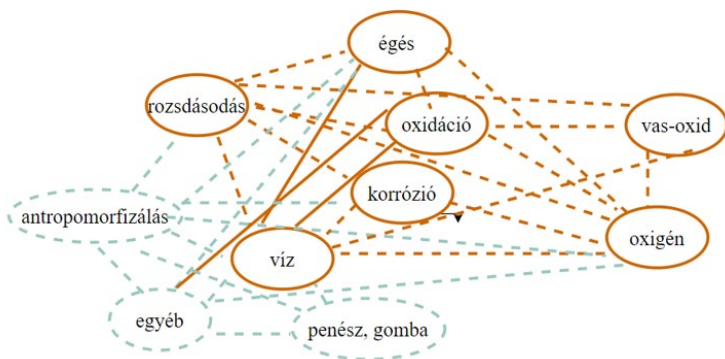
Vizsgálatomban a teljes mintára ($N = 500$ fő) és az egyes évfolyamokra jellemző fogalmi hálókat is elkészítettem. Példaként a nyolcadik, tizedik és a tizenkettedik évfolyamok eredményeit mutatom be (3-5. ábra).



3. ábra. A 8. évfolyamra jellemző fogalmi háló



4. ábra. A tizedik évfolyamra jellemző fogalmi háló



5. ábra. A 12. évfolyamra jellemző fogalmi háló

Az eredmények értékelése

Milyen megállapításokat tehetünk a fogalmi hálók alapján? Az ábrák tanúsága szerint a szakértői fogalmi háló sokkal egyszerűbb, mint bármelyik bemutatott tanulócsoporthé. Új elemek is megjelentek a tudásszerkezetben:

- antropomorfizálás („a vas elkezd meghalni”, „a vasnak rozsdája születik”),
- penész, gomba kategória („penész telepszik rá”, „bevonják a baktériumok”, „savak keletkeznek a felszínén”),

- egyéb („elszenesedik”, „a szén hatására lesz vörös”, „a szén-dioxid miatt”, „a vasatomok vörösek lesznek”).

Ezek az új elemek tartalmazzák a tévképzeteket, ezek azok az árulkodó jelek, amelyek, ha feltűnnek a szóbeli feleletekben vagy írásbeli válaszokban, az előzőekben ismertetett nehézkesnek és időigényesnek tűnő számítások nélkül is gyanakvóvá tehetnek bennünket, hogy valamilyen értelmezési probléma, tanulást gátló tényező lappang a háttérben. Emellett a leglényegesebb információ mellett apróságok is feltűnnek a három korosztály tudásszerkezetének összehasonlításakor. A nyolcadikosok esetében minden lényeges elem között csak gyenge asszociációs kapcsolatok adódtak, egyedül az egyéb kategória és az égés között látszik középerős asszociációs kapcsolat. Ez azt jelenti, hogy a csoport tudásszerkezetében minden, a rozsdásodás értelmezéséhez szükséges fontos fogalom szerepel, de még nem letisztultan, hiszen a szóhasználatuk vagy a fogalmi megértésük még távol van a tudomány által elfogadottól. Ez érthető is, hiszen a kémia tantárgy tantervében is ezen az évfolyamon szerepel a rozsdásodás az elsajátítandó fogalmak között. A tizedik évfolyamon hasonló a helyzet, de ott már két lényegi elem, az égés és az oxigén asszociáció mutat közepesen erős összefüggést. Vagyis, ez a tudásszerkezetben egy stabilan beágyazott, jól megértett fogalompár. Ugyanakkor hiányzik a korrózió – oxidáció asszociáció, ami azért problematikus, mert ezen az évfolyamon ér véget a diszciplináris kémiaoktatás mindenki számára kötelező része. Ezek után különösen izgalmas, hogy mi lehet a tizenkettedikes tudásszerkezet értelmezése? Két évvel a kötelező kémiaoktatás befejeződése után ugyanolyan típusú tévképzetek maradtak fenn vagy kerültek újra elő, mint a fiatalabb társaiknál, ráadásul az oxidáció fogalmához kötődve különösen nagy gyakorisággal, ahogyan a közepesen erős asszociációs együtthatóból láthatjuk. A rozsdásodás fogalmából kikoptak olyan fontos asszociációs párok, mint az oxidáció – korrózió, az égés – vas-oxid és a vas-oxid – korrózió. Az időt álló tudáselemek közül azonban megerősödtek a rozsdásodáshoz kötve az égés – víz és az oxidáció - víz asszociációk. A két felsőbb évfolyam esetében a kapcsolatok erősödése jelzi a fogalmi váltást, tehát, hogy a kezdeti, sokszor naiv magyarázatokhoz képest a középiskolai évek alatt fejlődött a diákok fogalmi megértése.

2. Tudásszerkezet megállapítása válaszkategóriák gyakorisága és együttes előfordulásuk alapján

Az előzőekben részben bemutatott vizsgálataim során létrejött egy olyan adatbázis, aminek birtokában felmerült a tudásszerkezet elemzésének és a lehetséges tanulási utak megállapításának kérdése. Feltételeztem, hogy az előzőekben a rozsdásodás értelmezésével kapcsolatban említett fogalmak alapján kirajzolódnak az adott tanulócsoporthoz jellemző tanulási utak és kiderül, hogy milyen sorrendben épülnek be ezek a fogalmak a tudásszerkezetbe. A válaszok alapján kiderült, hogy a tévképzetek még akkor is jelen vannak, amikor egy fogalomhoz köthető összes lényeges tudáselem és a közöttük lévő asszociáció megjelenik. Érdekelt, hogy ábrázolható-e ez a tudásszerkezetben.

A módszer leírása

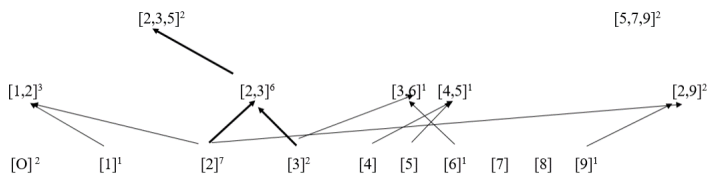
A nyílt végű kérdésre adott szöveges válaszokban előforduló fogalmakhoz számokat rendeltem, adatokká alakítottam őket 6. ábrán látható táblázat szerint:

A kategória jele	A kategória tartalma
0	nincs válasz vagy értelmezhetetlen
1	oxidáció
2	égés, lassú égés
3	víz
4	vas-oxid, oxidréteg, védő oxidréteg
5	oxigén vagy levegő
6	korrozio
7	antropomorfizáló kifejezés (elmúlik, elhasználdik, meghal, születik)
8	penész, gombák, baktériumok, savak
9	egyéb furcsaságok (vas = fém; víz = folyadék; a vasatom vörös lesz, stb.)

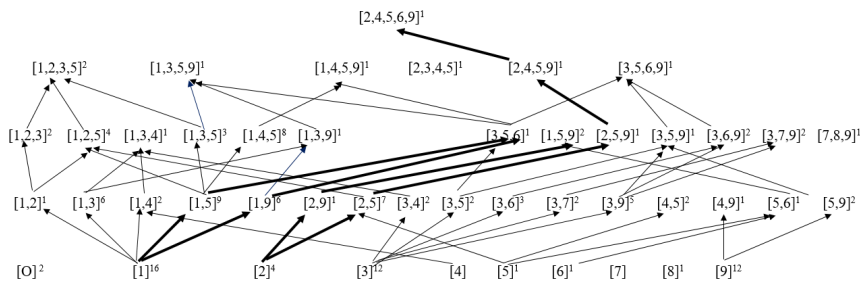
6. ábra. A válaszokban előforduló fogalmak kódolása a tudásszerkezet és a tanulási utak megállapításához

A tanulók válaszaiban szereplő fogalmak kódjai az egyéni tudást reprezentálják, ha azonban egy teljes évfolyamra vizsgáljuk meg az egyes tudáskombinációk előfordulási gyakoriságát, megállapítható,

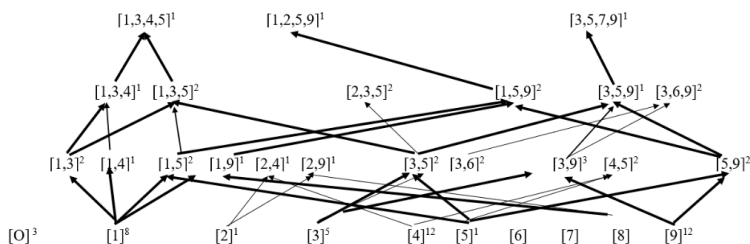
hogy melyek a jól megértett és rögzült fogalmak. Az előbbi, asszociációs vizsgálatokkal összevetve, a jellemzően együtt megjelenő fogalmak pl. a rozsdásodás értelmezésénél azt jelzik, hogy a diák vagy a tanulócsoporthoz adott része tisztában van a fogalom rozsdásodásában betöltött szerepével. Ismét a fent már bemutatott három évfolyam (8., 10, és 12.) tudásszerkezete következik a 7-9. ábrákon.



7. ábra. A nyolcadik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 32 fő)



8. ábra. A tizedik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 142 fő)



9. ábra. A tizenkettedik évfolyamra jellemző tudásszerkezet (vastag nyíllal jelölve a leghosszabb tanulási utakat) (N = 57 fő)

Az eredmények értékelése

A három évfolyam tudásszerkezetének ábráit összehasonlítva a legszembeötlőbb különbség az ábrák összetettségében mutatkozik. A magyarázat részben technikai, részben tartalmi. Mind a nyolcadik, mind a tizenkettedik évfolyam esetében viszonylag kis elemszámú a vizsgált csoport (ez hasonlít leginkább egyetlen osztály tudásszerkezetének gazdagságához). A tizedik évfolyamon 142 diák vett részt a válaszadásban, ez eredményezi a sokféle tudásállapot előfordulását. Emiatt az eredmények csak tájékoztató jellegűek, továbbgondolásra ösztönöznek és nem alkalmasak szigorúan vett következtetések megállapítására.

A tartalmi kérdéseket tekintve

- Megállapítható, hogy a rozsdásodás folyamatának megértéséhez szükséges tudáselemek (1-6 kódúak) közül az oxidáció (1) és az oxigén vagy levegő (5) említése legalább önálló formában mindegyik évfolyamon előfordul, tehát ez a két fogalom biztosan kötődik a rozsdásodáshoz a gyerekek gondolkodásában, másképpen fogalmazva erős asszociációs kapcsolatban vannak a rozsdásodással. Ezt a fogalmi térképezéssel végzett vizsgálatok is kimutatták.

- A nyolcadikosok jellemzően maximálisan három fogalomra asszociálnak a témával kapcsolatban, ebben az osztályban egyetlen olyan diák sem volt, aki minden lényegi elemet fel tudott volna sorolni. Mivel a mérés a 2018-19-es tanév kora őszen zajlott, ez érthető is, mert a rozsdásodás fogalmának első, explicit említését a NAT erre az évfolyamra írja elő, tehát a tanév egy későbbi időpontjában tanultak róla.

- A tizedik évfolyamon megjelenő sokféle tanulási út, a diffúzabbá váló fogalmi háló a nagyobb tanulói létszám mellett azzal is magyarázható, hogy a tanulmányok előrehaladtával a kezdeti modellek kezdenek átalakulni és az egyes diákok a fogalmi váltás különböző fokozatain állnak.

- A 10. és a 12. évfolyamra nagyon hasonló tanulási utak jellemzőek. Ennek egyik értelmezési lehetősége, hogy már tizedikes kor körül kialakul a fogalmak hierarchiája, és tizenkettedikre stabilizálódik az ismeretek egy része, ahogyan ezt a kapcsolatok erősségének növekedése is mutatja. Ugyanakkor a végzős évfolyamon több, hosszú

tanulási út is megfigyelhető, vagyis a rozsdásodáshoz asszociált fogalmak hierarchiáját ebben a csoportban nem lehetett egyértelműen meghatározni.

- A tizedik évfolyamon találunk olyan tudásállapotot, amelyik sziget-szerűen kitűnik a csoport tudásterében: [2,3,4,5]. A jelenséget értelmezhetjük úgy, hogy az együtt előforduló fogalmak mind a rozsdásodásnak, mind egymásnak jó hívó szavai lehetnek, tehát már rögzült asszociációk alakultak ki közöttük.

- Mind a tizedik, mind a tizenkettedik évfolyamon több, négy elemet is tartalmazó tudásállapot előfordul, ami azt jelzi, hogy a korrózióhoz köthető fontos, magyarázó fogalmak biztos tudásbázist alkotnak és jól beágyazódtak a fogalmi hálóba.

- Az előző megállapításban említett tény értékét csökkenti, hogy sok esetben a harmadik vagy negyedik elem valamilyen tévképzet jelenlétére utal (7-9 kód), sőt vannak olyan tudásállapotok, ahol csak ilyen kódok vagy ezek kombinációi fordulnak elő, pl. a tizedik évfolyamon a [7,8,9] jelű tudásállapot. Még arról a diákról is, aki a korrózióval kapcsolatban majdnem minden szükséges fogalmat említett, kiderült, hogy tudás mellett, tévképzete is van.

- A fogalmi hálók elemzése és a fogalmak említése alapján elkészített tudásteret és tanulási utakat feltáró vizsgálatok hasonló eredményre vezettek. Mindkettő háttérében a fogalmak pontos megértése és a közös asszociációs bázis áll. Ezek alapján(bár a vizsgálat nem reprezentatív), mindkét módszer alkalmasnak tűnik a láthatatlan, de jelenlévő tévképzetek kimutatására.

3. Még egy ismert és látványos módszer

A diákok számára motiváló hatásúak lehetnek az egy-egy témakör legfontosabb kifejezéseinek felhasználásával készített szófelhők. A pedagógiai folyamatokba sokféleképpen beilleszthetők, készíthetik a diákok csoportmunkában, projektfeladatként, használható összefoglaló órán az ismeretek rendszerezése során, vagy a tévképzetek feltárása alkalmas eszközként a teljes szöveges válasz megadása alapján. Bármilyen didaktikai céllal is alkalmazzuk, a fogalmak megjelenése és említési gyakorisága az adott tudáselem megértését jelzi, és a hozzá kötődő asszociációkról is információkat nyerhetünk. A szabadon

[illegible][illegible]

12. ábra. A tizenkettedik évfolyam válaszaiból képzett szófelhőben felbukkanó tévképzetre utaló fogalmak (a tévképzetek vonalakkal megjelölve)

A három ábra alátámasztja és kiegészíti a két elemző módszer eredményeit. Mindhárom évfolyamon előfordulnak a rozsdásodáshoz köthető tévképzetek és tartalmukat tekintve nagyon sok hasonlóságot mutatnak. Ahogyan a tévképzetkutatás irodalmában bőségesen találunk rá utalást (pl. Ahtee és Varjola, 1998; Bodner, 1991) a kémiához kötődő elméletek rendkívül gyorsan fejlődnek a 6-12. év között, azonban ezután rendkívül lassan vagy alig változnak meg az intézményesített kémiaoktatás keretei között. Még ha időszakosan vagy jó esetben hosszú távon meg is jelennek a tudományosan elfogadott módon értelmezett fogalmak a diákok gondolkodási rendszerében, sok esetben a kémiaoktatás befejeződése után visszatérnek az iniciális modellekhez és a kezdeti naiv elméletekhez. Ez figyelhető meg a nyolcadikosok és a tizenkettedikesek szófelhőiben felbukkanó hasonló kifejezések esetében is.

Összegzés

Vizsgálataimban arra kerestem választ, hogy szükséges-e, kell-e törődnünk a nyílt végű kérdésekre adott feleletekben megjelenő „furcsaságokkal”. A válasz egyértelműen igen, mert az esetek többségében tévképzetek állnak a sajátos megfogalmazások háttérében. Olyan eszközöket kerestem, amelyekkel ezek a tanulói tévutak vizualizálhatók és jelenlétük nyilvánvalóvá tehető. Két új, saját ötleten alapuló módszert próbáltam ki egy nagymintás kérdőív elemzésének mellékszálaként. A cikkben bemutatottak alapján mind a válasz-kategóriák fogalmi térképezése, mind a tanulási utakká rendezése alkalmas eszköze lehet a tévképzetek feltárásának és kutatásának. Az eljárások további finomításokat és átgondolást igényelnek, adott időpillanatban kipróbálásuk és a működőképességük megállapítása volt a célom.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki a Debreceni Egyetem Neveléstudományi Tanszékének, hogy intézményi támogatást nyújtanak kutató munkámhoz.

Köszönöm Dr. Tóth Zoltán ny. egyetemi docens szakmai támogatását.

Irodalom

- Ahtee, M. and Varjola, I. (1998): Students' Understanding of Chemical Reactions, *International Journal of Science Education* 20. (3) 305-316.
- Ausubel, D. (1963): Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of Teacher Education*, 14 2, 217-222.
- Bodner, George M. (1991): I have found you an argument: the conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students, *Journal of Chemical Education* 68. (5), 385-388
- Cardellini, L. (2008): A note on the calculation of the Garskof-Houston relatedness coefficient. *Journal of Science Education*, 9. 1. sz. 48-51.
- Dobóné, T. É. (2008): Általános iskolai tanulók anyagszerkezettel és anyagi változásokkal kapcsolatos fogalmainak fejlődése. PhD-értekezés. DE Kémia Doktori Iskola, Debrecen
- Doignon, J.-P. és Falmagne, J.-C. (1999): Knowledge Spaces. *Springer-Verlag*, Berlin – Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-58625-5
- Falus, I. és Ollé, J. (2000): Statisztikai módszerek pedagógusok számára. *Okker*, Budapest.
- Kádár A. és Farsang A. (2012): Általános és közép- iskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei.
http://geography.hu/mfk2012/pdf/Kadar_Farsang.pdf (Letöltés 2021. 08. 10.)
- Kemény, I., Simon J., Berezhvai Z., és Kun Zs. (2021): Marketingkutatás módszerei – Segédanyag SPSS program használatához. *Budapesti Corvinus Egyetem*, Budapest. 21-26. http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/6387/1/Kemeny_et_al_marketinkutatas_2021.pdf (letöltés: 2021. 08. 11.)
- Kiss, E. és Tóth, Z. (2002): Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: Tóth Z. (szerk.): *Módszerek és eljárások* 12. KLTE, Debrecen. 63-69.
- Kluknavszky Á. és Tóth Z. (2009): Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Magyar Pedagógia*, 109. 4. sz. 321-342.
- Nakiboglu, C. (2008): Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general

chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 9. 4. sz. 309–322. DOI: 10.1039/b818466f

Székely, M. és Barna I. (2004): Túlélőkészlet az SPSS-hez. *Typotex Kiadó*, Budapest.

Taagepera, M., Potter, F., Miller, E. G. és Lakshminarayan, K. (1997): Mapping students' thinking patterns by the use of the Knowledge Space Theory. *International Journal of Science Education*, 19. 3. sz. 283–302. DOI: 10.1080/0950069970190303

Takács V. (1997): A tudásszerkezet mérése. Az *Iskolakultúra* 1997/6–7. számának melléklete.

Takács V. (2000): A Galois-gráfok pedagógiai alkalmazása. *Iskolakultúra-könyvek*, 6. (Sorozatszerk.: Gécz János), Pécs

Tóth Z. (2005): A tudásszerkezet és a tudás szerveződésének vizsgálata a tudástérelmélet alapján. *Magyar Pedagógia*, 105. 1. sz. 59–82.

Tóth Z. (2006): Középiskolás tanulók alapvető fizikai és kémiai mennyiségek ismeretével és alkalmazásával kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata a tudástér-elmélet segítségével. *A Kémia Tanítása*, 14. 2. sz. 12–21.

Tóth Z. és Ludányi L. (2007a): Combination of phenomenography with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an atom. *Chemistry Education: Research and Practice*, 8 (3) 327–336.

Tóth Z. és Ludányi L. (2007b): Using phenomenography combined with knowledge space theory to study students' thinking patterns in describing an ion. *Journal of Baltic Science Education*, 6 (3) 27–33.

Tóth Z. és Sebestyén A. (2009): Relationship between students' knowledge structure and problem-solving strategy in stoichiometric problems based on the chemical equation. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 1. 1. sz. 8–20.

Tóth Z. és Sójáné Gajdos G. (2012): Tanulócsoporthoz energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. *Középiskolai Kémiai Lapok*, 39. 1. sz. 58–69.

Tóth Z. (2012): Alkalmazott tudástérelmélet. *Gondolat*, Budapest.

Beszámolók a Varázslatos Kémia Táborról

Nagy László Máté

A nyár során rengeteg élményben volt részem, ezek jelentős részét ebben a varázslatos kémia táborban életem át. Ugye milyen találó neve van?

Idén voltam először, de megtudtam pár régi motorostól, hogy a helyszín és a szállás minden évben ugyanaz a Dobó téri leánykollégium, amely alig öt percre van az Eszterházy Károly Egyetemtől, és a gyakorló iskolától, ahol a projektmunkát végeztük. Haladjunk viszont szépen sorjában.

Az első nap volt a megérkezés és a városismereti verseny napja. A verseny előtt, fontos megjegyezni, hogy csapatokba osztottak minket, amely meghatározta a tábor későbbi menetét. A versenyt nagyon jól indítottuk, és szinte fej-fej mellett haladtunk egy másik csapattal, akik végül elsők lettek. A feladatokat nem lőném le, de annyit megjegyeznék, hogy a tábor előtt mindenki kezdjen el lépcsőt számolni, és a vártól nem messze van egy nagyon finom jégkásázó. A verseny után minden csapatnak kiosztottak egy növényt, amely a levendulán át a kurkumán, fűszerpaprikán és a teán keresztül, a mi csapatunk vöröskáposztájáig terjedt. A projektek kiadása után megnéztük Dr. Murányi Zoltán tanár úr kémiai kísérletsorozatát, amelynek jelentős része folyékony nitrogénnel történt. Ezután elkészítettük a tábori pólóinkat, amelyekre mi magunk vasaltuk rá a tábor logóját.

A tábor ezt követően nagyrészt projektmunkából és egyéb előadásokból, kísérletekből állt, mint például Dr. Lente Gábor Odüsszeuszról szóló előadása, vagy a varázstoronyban látott bemutatók. A tábor másik nagy fénypontja a tábor utolsó napja, amikor is minden csapat bemutatta, hogy mire jött rá az adott növényvel kapcsolatban. Tapasztalataink átadását követően fájó szívvel és sok szép élménnyel búcsúztunk el egymástól.

Ódó Bence Levente

Ódó Bence Leventének hívnak, 18 éves vagyok. A Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikumában leszek idén szeptembertől tizenegyedikes. Általános iskolás korom óta érdekel a kémia, évről évre egyre jobban. A táborba azért jelentkeztem, mert kíváncsi voltam, milyen egy tábor, aminek a kémia, tágabb értelemben a természettudományok állnak a középpontjában. Na meg persze a tény sem utolsó, hogy Eger lett meghirdetve, mint fogadó város, ahová már régóta szerettem volna eljutni.

Én azt az opciót választottam, hogy a csoporttal utazom Budapestről Egerbe. A szervezők pontosak voltak és segítőkészek, minden gond nélkül jutottunk el Egerbe. A szállásunk egy kollégium volt, kényelmes és tiszta. Az életbevágó tudnivalók ismertetése után a szervezők elvittek minket ebédelni. Az étel, amivel kínáltak minket egész héten, jó minőségű volt, nem éhezünk.

Az első nap az ismerkedésről szólt. 5-6 fős csapatokra osztottak minket. Egy barátságos verseny keretein belül kellett felfedeznünk Eger városát, amivel közelebb kerültem a csapattársaimhoz, és segített egy alapvető dinamikát kialakítani közöttünk a hét hátralevő részéhez. Elmentünk a Varázstoronyba, ahol Dr. Murányi Zoltán tartott nekünk előadást. Tapasztaltunk sok érdekes dolgot, jól el is fáradtunk, az első nap pontos felütést adott a tábor hátralevő részéhez.

A második, harmadik és negyedik napnak az első napon kiosztott projektmunkák álltak a középpontjában. A mi csapatunk a fűszerpaprikát kapta, mint kutatandó anyag. Egy középiskola laboratóriuma nyújtott otthont a kísérleteknek és a kutatásnak. Tetszett, hogy szabadon voltunk engedve: azt csináltunk, amit szerettünk volna, azzal, amivel szerettük volna (természetesen a biztonság és a józan ész keretein belül). Voltak dolgok, amikre a projektmunkát értékelő zsűri kíváncsi volt, például a kiadott anyagok antioxidáns tartalmára, savval-lúggal történő reakciójára, az anyagok színével kapcsolatos különböző vizsgálatokra, de amikor éppen nem ezekkel foglalkoztunk, volt lehetőségünk kiélni a kíváncsiságunk. Mi például aktív szénrel szórakoztunk, szappant csináltunk, egy másik csapat pedig lávalámpát. Olyan minőségű labormunkára volt lehetőségünk, amiről egy átlagos középiskolai kémiaórán csak álmodhatunk. A mérések és kísérletek eredményeit az ötödik napon

prezentálunk kellett a szakmai zsűrinek, akik egyébként egész héten velünk voltak és segítették a munkánkat.

A többi program, mint például Prof. Dr. Lente Gábor előadása, a csillagvizsgálás a varázstoronyban egyaránt szórakoztatóak és informatívak voltak.

Az én kedvenc programom az az esti beszélgetés volt, amit a szakmabeliek tartottak a kémia lehetőségeiről. Kaptunk tanácsokat, belsős ismereteket, motivációt és ösztönzést. Megerősítést kaptam ahhoz, hogy minél előbb elkezdjek kutatni.

Összességében egy jó élménnyel lettem gazdagabb, a tábor minden pillanata élvezetes volt. Remélem, évről évre népszerűbb lesz a tábor, és minél többen megtapasztalhatják, hogy ilyen is lehet a Kémia.

Szemerády Zsanett

A kémia szakkörös csoportban találtam rá a tábor kiírására. Azonnal beleszerettem a gondolatba, hogy eltöltsék öt teljes napot Egerben és végig kémiával foglalkozhassak.

Jelentkeztem is, majd vártam. Azt az örömet, amit a pár héttel később érkezett e-mail olvasása után éreztem, nem lehet szavakba önteni. Akkor már biztos volt. Mehetek.

Teltek múltak a napok, és eljött az indulás napja. Reggel buszra szálltam és meg sem álltam Egerig. Minden porcikám izgalommal és kíváncsisággal volt tele.

Egy rövid megnyitó után elfoglalhattuk a szobáinkat, majd elmentünk ebédelni. A továbbiakban nem fogok minden étkezésre kitérni, de azt hadd jegyezzem meg, hogy minden étel kifogástalanul finom volt. Az ebéd után egy kémiás játék keretein belül kialakítottuk a csapatokat, akik a héten együtt fognak dolgozni; kezdve azt az első megmérettetéssel a városismereti vetélkedővel. Ez unalmasnak hangozhat, de én például így tudtam meg, hogy Egerben lehet látni unikornist és hogy a csillagok nem csak az égen lehetnek...! 😊 Ezután Dr. Murányi Zoltán tanár úr humoros és igen tanulságos kísérleteit csodálhattuk meg. Este elkészítettük a táboros pólónkat és közben bemutatkoztunk egy kicsit részletesebben is egymásnak.

A második nap délelőtt és délután a laborban voltunk, és az előző nap kihúzott növényekkel dolgoztunk. A vacsora után Lente Gábor professzor úr előadását hallgathattuk, ami remek felvezetés volt az azután következő csillagászathoz. Felmentünk a Varázstorony tetejére és megvizsgáltuk az éjszakai égboltot, közben beszélgettünk és rengeteget tanultunk.

A harmadik nap úgyszintén a laborban voltunk, ekkor már szinte munkahelyünként tekintettünk rá. Este nagyon izgalmas beszélgetést folytattunk a jövőnkről. Ezt követően még dolgoztunk a projektjeinken.

A negyedik nap már teljes egészében a pénteki előadásról szólt. Utolsó mérések, simítások a laborban, a mellette lévő teremben prezentációkészítés. Mindenki keze alatt égett a munka, hiszen a lehető legjobbat szerettük volna a zsűri elé tární. A munkakedv még este sem hagyott alább, buzgón dolgoztunk, mint méhek a kaptárban.

A laborról néhány szót. Rettentően örültem, hogy teljesen önállóan dolgozhattunk. Először furcsa volt, hiszen én személy szerint még sosem kaptam ilyen szabad kezét egy laborban. Természetesen órák alatt hozzá lehet szokni a szabadsághoz. Végig a kreativitásunk és tudásunk kockáját szűrösölgetve dolgoztunk, és azt kell, hogy mondjam jól éreztük magunkat és rengeteg tapasztalatot, tudást szereztünk. Mindenki segítőkész és nyitott volt.

A szóviccek sem maradtak el, mert azt tudjuk, hogy azoktól oldódik a hangulat 😊!

Most voltam először ebben a táborban, és 5 nap alatt annyi élményt kaptam, amely kárpótol azért, mert jövőre már túl „öreg” leszek hozzá, és sajnos nem jöhetnek. De mindenkinek teljes szívemből ajánlom, egy felejthetetlen része lesz a nyárnak is, és az életemnek is.

Ezúton még egyszer szeretném megköszönni a lehetőséget és az élménybe csomagolt tudást! 😊

Formanné Kiss Andrea

Nemzetközi Kémiai Torna 2020-2021

Mint oly sok mást is az életünkben, a Nemzetközi Kémiai Torna történetét is beárnyékolta a 2020 tavaszán beköszöntött koronavírus-világjárvány. Abban az évben a lengyelországi Krakkó lett volna a házigazda, ezzel a verseny történetében először lépte volna át Oroszország határát. Bár a járványhelyzetre adott válasz több nemzetközi verseny esetében az online megvalósítás lett, az IChTo ekkor még nem vállalta fel ezt az utat.

Ez egyáltalán nem meglepő, figyelembe véve, hogy a Nemzetközi Kémiai Torna egyáltalán nem a hagyományos kémiaversenyek közé tartozik, ahol valamiféle dolgot kellene megírni. A 4-6 fős csapatoknak az előre megadott 12 nyitott végű feladat (<http://ichto.org/en/problems/>) megoldását kell kidolgozniuk a felkészülés során, majd a verseny abból áll, hogy ezek egy részét megvitatják egymással. A kémiatudás itt önmagában kevés, szükség van az angol nyelv kiváló ismeretére és jó kommunikációs készségekre is, meg persze ügyes taktikázásra. Mivel a verseny lényege a vita, az emberi interakciók, így szomorú, de érthető lépés volt a távolságtartás korában lemondani a versenyről.

Ezen a ponton szeretnék megemlékezni arról a hat magyar diákról, akik a 2020-as IChTo válogatóversenyén végzősként kvalifikáltak, így a COVID az utolsó versenyüktől fosztotta meg őket:

Almási Balázs, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Gellér Blanka, Toldy Ferenc Gimnázium (Budapest)

Győrfi Sára, Szent István Gimnázium (Budapest)

Kozák András, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Mészárik Márk, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Szabó Boglárka, Bessenyei György Gimnázium és Kollégium (Kisvárd)

Az akkori válogatott másik hat tagjával viszont már 2020-ban megkezdtek a felkészülést. A feladatsor már nyilvános volt, így volt

mivel foglalkoznunk az augusztus végén tartott rövid felkészítő táborban.

A hat végzett tanuló megüresedett helyéért a 2021 januárjában tartott válogatón lehetett megküzdeni. Ekkor javában tombolt a járvány második hulláma, így a szervezőbizottság úgy döntött, hogy megpróbálkozik az online versennyel. Kisebb technikai nehézségek mellett sikerült is megrendezni a válogatót, ami kifejezetten hasznos tapasztalatnak bizonyult, amikor tavasszal kiderült, hogy a nemzetközi versenyt sajnos továbbra sem lehet hagyományos formájában megtartani.

2021 tavaszán nem lehetett megőszolni, hogy mi várható augusztusra a járványtól, egyetlen ország sem tudta vállalni a jelenléti versenyt, hiszen a határok nem mindig és nem mindenki számára vannak nyitva a helyzet függvényében. A főszervezők viszont nem akarták, hogy egymást követő két évben maradjon el az esemény, így az online Nemzetközi Kémiai Torna mellett döntöttek.

Az idei felkészítés első néhány alkalma még szintén a virtuális térben zajlott, ám a harmadik hullám lecsengésével sor kerülhetett személyes találkozókra is, amiknek a fénypontját a június végén (2021. június 26. és július 1. között) megrendezett tiszafüredi felkészítő tábor jelentette. A táborban a 12 versenyzőn kívül öt felkészítő is részt tudott venni. Ezután a munka az ELKH Természettudományi Kutatóközpontban folytatódott heti rendszerességgel egészen az augusztusi versenyig.

Mivel az IChTo csapatverseny, az online formátum ellenére sem tűnt célszerűnek, hogy mindenki otthonról vegyen részt benne. Mind szakmai, mind lélektani érvek szóltak amellett, hogy a magyar delegáció egy helyen gyűljön össze, és töltsen együtt a verseny hat napját. Így kerültünk Sopronba, ahol egyébként épp a verseny idején (augusztus 20-25.) ünnepelték az államalapítás mellett azt is, hogy a település 100 évvel ezelőtt érdemelte ki „A leghűségesebb város” elnevezést.

Bár a nemzetközi versenyen mindkét csapatunk nagyon erősen kezdett, kiegyensúlyozott teljesítményével végül a Hungarian Team Green jutott döntőbe. Abszolút 3. helyen zártak, Szingapúr és Thaiföld KVIS nevű csapata előzte meg őket. A Hungarian Team Red nagyon kevés maradt le a döntőről, a 4. helyen végzett. Így mindkét magyar csapat – rengeteg munkával, küzdelemmel és nehézséggel a háta mögött – bronzérmet szerzett a IV. Nemzetközi Kémiai Tornán.

Hungarian Team Green, bronzérem, abszolút 3. helyezés

Ambrus Barbara, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Bogner Marcell Márk, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma (Pécs)

Normandy Tibor Tamás, Gyermekház Iskola (Budapest)

Papp Marcell Imre, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Saracco Lucio Stephen, ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest)

Schneider Anna, Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium
Csapatvezető: Forman Ferenc

Hungarian Team Red, bronzérem, abszolút 4. helyezés

Csoma Balázs, Deák Téri Evangélikus Gimnázium (Budapest)

Debreczeni Dorina, Hajdúböszörményi Bocskai István Gimnázium

Farkas Izabella, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

Répási Gergely, BME által alapított Két Tanítási Nyelvű Gimnázium (Budapest)

Seitz Erik, Pannonhalmi Bencés Gimnázium

Vaskó Lili Hanna, BME által alapított Két Tanítási Nyelvű Gimnázium (Budapest)

Csapatvezető: Formanné Kiss Andrea

Bár alapvetően csapatversenyről van szó, a versenyzők egyéni teljesítményükért is kaphatnak I., II. és III. fokozatú oklevelet. Idén ez – minden eddigénél több – összesen öt diákunknak sikerült: Bogner Marcell, Seitz Erik, Debreczeni Dorina és Saracco Lucio egyéni II. fokozatot, Papp Marcell egyéni III. fokozatot szerzett.

A diákokon kívül meg kell említenünk az IChTo többi magyar szereplőjét is. Idén összesen hat magyar zsűritag biztosította a minél korrektebb értékelést. Botlik Bence Béla, Buzafalvi Dénes, Forman Ferenc, Gellér Blanka, Stenczel Tamás Károly és Szappanos Attila vett részt a nem magyar csapatok értékelésében.

Ezúton szeretnék köszönetet mondani az egész magyar delegáció nevében mindazoknak, akik hozzájárultak a sikerekhez.

Köszönet illeti a versenyzők összes kémia-, illetve angolnyelv-tanárát a biztos alapokért, amivel felruházták tanítványaikat.

A feladatok elméleti háttérének megértésében, a megoldások kidolgozásában és tökéletesítésében, a tudományos vitákra való felkészítésben óriási munkát végzett Botlik Bence Béla, Forman Ferenc, Buzafalvi Dénes, valamint Gräff Tamás, Győrfi Sára, Kozák András, Mészáros Bence, Mészárik Márk, Stenczel Tamás, Szappanos Attila és Timár Paula.

A feladatokhoz szükséges kísérletek elvégzéséhez a helyszínt, eszközöket és vegyszereket a Természettudományi Kutatóközpont, valamint a Debreceni Egyetem biztosította.

Köszönetet mondunk a tiszafüredi Partifecske Vendégház és a soproni Vadászkürt Panzió végtelenül kedves vendéglátóinak.

Mindez nem jöhetett volna létre szponzoraink anyagi támogatása nélkül. Hálásan köszönjük a Szerencsejáték Zrt-nek és a MOL Alapítványnak, hogy a járvány okozta sok bizonytalanság ellenére kitartottak mellettünk.

Végül, de egyáltalán nem utolsósorban köszönünk minden segítséget a Magyar Kémikusok Egyesületének, különösen Schenker Beatrixnak, aki a pályázatok és támogatások koordinálásával lehetővé tette, hogy ez a projekt megvalósuljon.

A múlt összegzése után tekintsünk egy kicsit a jövőbe! Amint az a IV. Nemzetközi Kémiai Torna záróünnepségén elhangzott, a 2022-es IChTo helyszíne a tervek szerint Budapest lesz! Ehhez köszönettel fogadnánk szponzorok támogatását a Magyar Kémikusok Egyesületén keresztül.

A magyar csapatokba az előző évekhez hasonlóan válogatóversenyen lehet bekerülni. Ennek versenyfelhívása elsőként az International Chemistry Tournament Hungary Facebook-oldalon fog megjelenni a következő hetekben: <https://www.facebook.com/hunchemtourn>

Magyarfalvi Gábor

Négy újabb olimpiai érem Japánból

Az 53. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát ugyanúgy Japán szervezte 2021-ben, mint a sportversenyt, ráadásul nagyjából egyidőben. Sajnos ez az olimpia nem volt annyira megkerülhetetlenül fontos a japán kormánynak, és a szigorú járványügyi beutazási tilalmat csak a sportolók számára függesztették fel. A fiatal kémikusok számára csak a videókapcsolat maradt, így kellett végül az eredetileg élőnek tervezett versenyt lebonyolítani. Szerencse a szerencsétlenségben, hogy 2020-ban nagyon jól sikerült kialakítani a távolból lebonyolított olimpiák menetét, ezért a 84 tagországból 79 nevezett versenyzőket.

Természetesen minden ország maga választja ki és készíti fel az őt képviselő négy középiskolást. Magyarországon ez az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny (OKTV) és a Középiskolai Kémiai Lapok (KÖKÉL) legjobbjaival indul. Az ELTE Kémiai Intézet szervez számukra két egyhetes tábort április elején és május végén. Az idén a szokással ellentétben létszámkorlátot sem kellett alkalmazni, hisz laboratóriumi munkára nem került sor. Minthogy a válogató épp a tavaszi járványcsúcs és az iskolabezárás idejére esett, mindkét hetet az ELTE távoktatási infrastruktúráját használva szerveztük. Az interaktív és rögzített órák mellett házi feladatok segítették a diákok munkáját. Négy ötórás versenyvizsga után alakult ki a végső sorrend, ami alapján az idei olimpiára benevezetteket és a jövő évi Mengyelejev Diákolimbia csapatát megneveztük.

A felkészítést a tudományos diákolimpiák közül egyedül a kémián segíti egy gyakorló feladatsor, amiből a szervező ország kérdéseinek stílusa, az olimpián hangsúlyos témakörök kiderülnek. Egy-egy területre néhány óra jut, ami alatt szinte egyetemi szemeszterek teljes anyagával kell megismerkedni, ezért nagy előny számunkra, hogy az oktatók maguk is volt olimpikonok, csapatkísérők. Az idén a szokásosnál kevesebb közreműködőre volt szükség: Lente Gábor (PTE), Magyarfalvi Gábor (ELTE), Mátyus Edit (ELTE), Szabó Ákos (ELKH), Szabó András (Soneas Kft.), Szalay Zsófia (Richter), Szigetvári Áron (Richter), Varga Szilárd (ELKH), Zihné Perényi Katalin (ELTE).

Négy fő kiemelése ennyi kiváló és keményen dolgozó diákból mindig azzal jár, hogy hátra maradnak szintén remekül teljesítő és felkészült fiatalok. Az idén ez a mezőny talán a szokásosnál is erősebb volt. A diákolimpiák magyar alapítójának nevét őrző Hildegard Alapítvány (<http://hildegard.elte.hu>) közöttük négy, komoly támogatást is magában foglaló elismerést is kiosztott. Hartmann-díjat Simon Vivien (ELTE Apáczai Gimn.) és Egri Gergő (Vajda Péter Gimn., Szarvas), Hartmann-oklevelet Farkas Izabella (Fazekas Mihály Gimn. Budapest) és Szabó Márton (Péter András Gimn., Szeghalom) kapott.

Japán nagyon ambiciózusan készült az élő versenyre, és a távolsági versenynél sem szerették volna alább adni. Ugyan a diákok számára igazán a versenydolgozaton felül a nyitó és díjkiosztó lett volna az alapprogram, virtuális térben szervezett eseményekkel bővítették a programot. A látványosságok (Kyoto, részecskegyorsító stb.) mellett az ünnepségek is itt zajlottak le. Az eredeti terv szerint mindenkiről fotók alapján virtuális hasonmás készült volna, akivel be tudja járni a programokat, eseményeket, és egymással is tudtak így találkozni, beszélgetni a résztvevők. A legtöbb program megmaradt, alkalmanként volt csak akadozás, de a hasonmások, avatarok nem lettek egyéniek, hiszen jó néhány ország épp a járvány miatt csak az utolsó napokban tudta megnevezni diákjait. Végül a 79 tagország 309 résztvevő középiskolást nevezett be, és 5 megfigyelő ország gyűjtött tapasztalatot a versenyen.

A csapatot „kísérő” tanároknak több munka jutott. A feladatsor megvitatása, lefordítása, a dolgozatok pontozása, majd az értékelések megvitatása mind 1-1 hosszú napra rúgott. Sokat segített a fizikai diákolimpiára kidolgozott szoftverrendszer, amiben előzetesen, írásban érkeznek a vélemények és javaslatok a feladatok szövegéről, a javításról. Ez tagadhatatlan nagy előny a korábbi gyakorlathoz képest, amikor is ezek a témák plenáris, szóbeli vitán dőltek el, nem egyszer hajnalig húzódó 10 órás üléseken. A fordítási folyamat, a dolgozatok nyomtatása és beolvasása is sokkal pergőbb így.

Tulajdonképpen a szervezés, a versenyre fordított energiák mellett a lényeg, a kérdések tartalma is kiválóan sikerült. Pontosan a helyzetnek megfelelő, a kiemelkedően intelligens középiskolásoknak szóló feladatok érkeztek, amelyeken nagyon sok megvitatni, csiszolni való nem maradt. Ötletes és érdekes problémákat tűztek ki a szerzők,

csakhogy rengeteget. A kilenc igazán hosszú, részkérdésekre tagolt feladatra csak négy diáknak volt elegendő az öt óra. Ez a négy diák mind az átlagosan 97%-os eredményt elérő kínai csapat tagja volt. A következők már jelentősen 90% alatt teljesítettek, és az egész társaság átlaga messze 50% alatt volt. E sorok írója a versenyt megelőző próbavizsgán a kétharmadig tudott eljutni, míg a feladatsor alapos megoldása és analízise 11 órát vett igénybe.

Úgyhogy tulajdonképpen a feladatkitűzőknek igaza volt abban, hogy ha a legjobb versenyzők között is különbséget akarnak tenni, akkor szükség van az időnyomásra is. Ugyanakkor a feladatsor a négy kínai diákon kívül mindenkinek frusztrációt okozott, azt érezhették, hogy érdekes, számukra is megoldható feladatokra nem jut idejük. Sajnos a megvitatás során sok mindent korrigálni lehet, de kívülről rövidíteni, feladatot törölni szinte lehetetlen, ha nincs látványosan gyengébb közöttük.

Az eredmények:

Ezüstérmet kapott Saracco Lucio (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila) és Benkő Dávid (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila).

Bronzérmes lett Babcsányi István (Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium, tanára: Albert Attila) és Sajósi Benedek (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, tanárai: Sebő Péter, Sebőné Bagdi Ágnes, Villányi Attila).

A diákolimpiák helyszíne általában évekre előre eldőlt. Így van ez 2022-vel is. A tiencsini Nankai Egyetem, Kína talán legerősebb kémiai fakultásával bíró felsőoktatási intézménye lesz a rendező. Ma még mindenki bízik abban, hogy jövő nyáron már jelentősen könnyebb lesz a nemzetközi utazás, és ismét egy hagyományos, személyes, laboratóriumi fordulót is tartalmazó versenyre számíthatunk. Egyrészt az egyetem hallgatói laborjai optimistán teljes felújítás alatt vannak az olimpiára, másrészt viszont az újabb variánsok megjelenése, és az, hogy Kína él a legszigorúbb beutazási korlátozásokkal, aggodalomra is adnak okot. Egy dolog azonban biztos, a feladatok nem lesznek könnyebbek, hisz a verseny élmezőnyét évtizedek óta Kína dominálja. E sorok íróját az országok ismét az olimpia intézőbizottságának élére választották; legalább így mi időben értesülünk a fejleményekről.

A szám szerzői

Dobóné Dr. Tarai Éva középiskolai tanár, Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest

Formanné Kiss Andrea középiskolai tanár, Szent István Gimnázium, Budapest

Hegedüs Kristóf PhD-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Dr. Keglevich Kristóf középiskolai tanár, Fazekas Mihály Gimnázium, Budapest

Dr. Magyarfalvi Gábor egyetemi adjunktus, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Nagy László Máté tanuló, Pécsi Református Gimnázium

Ódé Bence Levente tanuló, Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Pesthy Sándor Gergely kémiatanár-hallgató, ELTE TTK, Kémiai Intézet

Saracco Lucio tanuló, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest

Szemerády Zsanett tanuló, Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok

Tóth Edina középiskolai tanár, Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Vámos István középiskolai tanár, Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum

Zagyi Péter középiskolai tanár, Németh László Gimnázium, Budapest

TARTALOM

DR. KECSKÉS ANDRÁSNE 1940-2021	269
SUFNILABOR	270
Vámos István: Építsünk potenciosztátot!	270
MI LETT BELŐLED IFJÚ VEGYÉSZ? – Széchenyi Gábor.....	283
MESTERSÉGE KÉMIATANÁR– Berek László.....	286
GONDOLKODÓ	290
KERESD A KÉMIÁT!	301
Keglevich Kristóf: Keresd a kémiát!	301
KÉMIA IDEGEN NYELVEN	306
Tóth Edina: Kémia angolul	306
MŰHELY	310
Pesthy Sándor Gergely: A játékosítás alkalmazási lehetőségei a kémiaoktatásban	310
Dobóné Tarai Éva: Láthatóvá tenni az árulkodó jeleket.....	310
NAPRAKÉSZ	341
Beszámolók a Varázslatos Kémia Táborról	341
VERSENYHÍRADÓ	345
Formanné Kiss Andrea: Nemzetközi Kémiai Torna 2020-2021.....	345
Magyarfalvi Gábor: Négy újabb olimpiai érem Japánból.....	349
A SZÁM SZERZŐI	352

A 2021. év magyar csapatai a Nemzetközi Kémiai Tornán



A Nemzetközi Kémiai Diákolimpia magyar csapata

